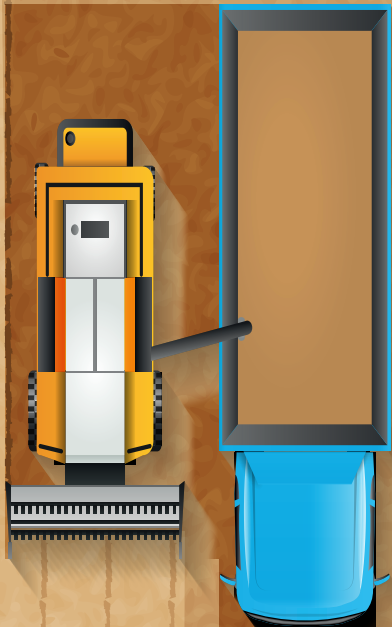




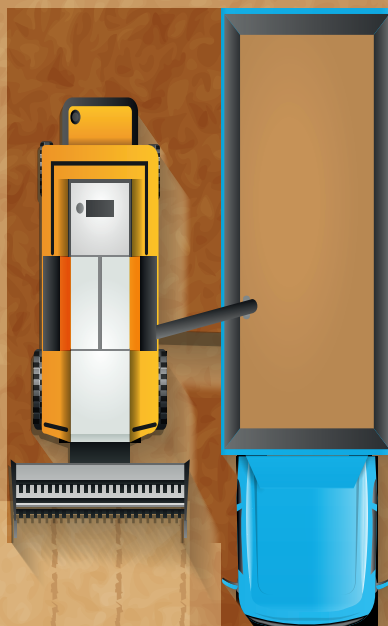
**JOURNAL OF INTERDISCIPLINARY
DEBATES**

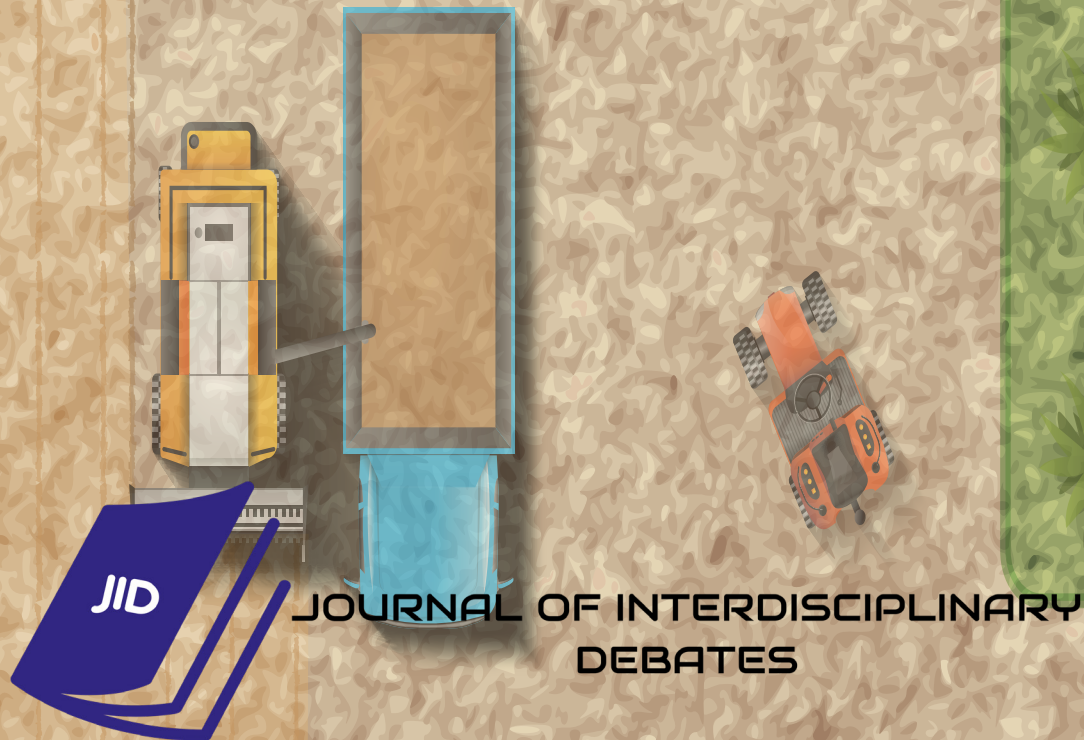
ISSN: 2675-469X

Vol. 02 - n 04 - ano 2021



Periodicojs
EDITORA ACADÊMICA





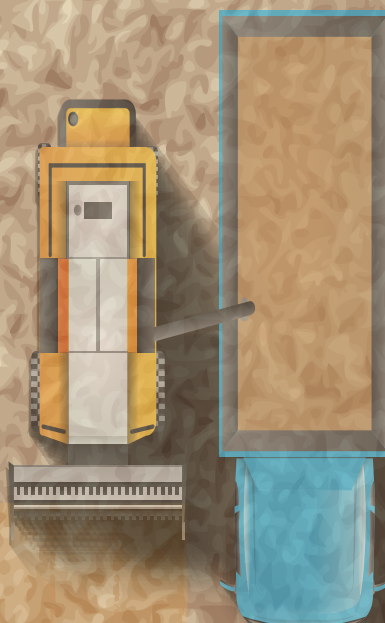
JOURNAL OF INTERDISCIPLINARY DEBATES

ISSN: 2675-469X
Vol. 02 - n 04 - ano 2021

Filipe Lins dos Santos
Presidente e Editor Sênior da Periodicojs

CNPJ: 39.865.437/0001-23

Rua Josias Lopes Braga, n. 437, Bancários, João Pessoa - PB - Brasil
website: www.periodicojs.com.br
instagram: @periodicojs



Editorial



The mission of Journal of Interdisciplinary Debates (JID) is intended to inform the academic community and society through relevant research that transmit the interdisciplinarity of training. The objective of the JID is to stimulate interdisciplinary scientific debate and production in order to inform society and produce new knowledge. The target audience of our journal is postdoctoral, doctors, masters and graduate students. Thus, the authors must have some degree mentioned or attend a postgraduate course. In addition, the JID will accept co-authored participation.

The receipt of the works will occur primarily with the opening of Call for Paper, in which the works will be distributed in 3 (three) annual publications between the months of April, July and September. Our evaluation policy is designed to follow the criteria of novelty, reasoned discussion and covered with revealing theoretical and practical value. The journal will give preference to receiving articles with empirical research, not rejecting the other methodological approaches. All works must deal with interdisciplinary analyzes that involve themes of varied approach and that generate an academic and social reflection. In this way, the articles will be analyzed through merit (in which it will be discussed whether the work fits the proposals of the JID) and formatting



(which corresponds to an assessment of English or Spanish).

The analysis time for each work will be around one month after the deposit on our website due to the opening of the publication notice. The process of evaluating the article in the journal takes place initially when submitting articles without mentioning the author (s) and / or co-author (s) at any time during the electronic submission phase. The mention of the data is made only to the system that hides the name (s) of the author (s) or co-author (s) from the evaluators, in order to make the evaluation impartial. The choice of the evaluator is made by the editor according to the area of training in the undergraduate and graduate courses of the evaluator teacher with the theme to be addressed by the author (s) and / or co-author (s) of the evaluated article. After the evaluation, without mentioning the name (s) of the author (s) and / or co-author (s), a letter of acceptance, acceptance with alteration or rejection of the article is sent by the evaluator. sent depending on the opinion of the evaluator.

The next step is the elaboration of the letter by the editor with the respective opinion of the evaluator (a) for the author (s) and / or co-author (s). Finally, if the paper is accepted or accepted with suggestions for modifications, the author (s) and / or co-author (s) are informed of the respective deadlines and addition of their data (s) as well as academic qualification . This magazine offers immediate free access to its content, following the principle that making scientific knowledge freely available to the public provides greater worldwide democratization of knowledge. Indexing System, Databases and Directories The system automatically generates some indexing or metadata (such as journal ti-



tle, date, URL, etc.). Metadata, or data about data, is a set of terms that describe the document or data in the Edition, thus having the use of comparing indexing terms for the same purpose. In addition, in order to generate greater credibility for the authors' works, the registration of each article is generated by generating a DOI (Digital Object Identifier) for the purpose of authenticating the administrative base of digital content, assisting in the location and access of materials on the web and facilitate document authentication.



Summary

PROCESS OF POSSIBLE CURE OF YELLOW FEVER INFECTION THROUGH LYOPHILIZATION OF THE LIQUID DRUG OF THE MITIGATIONAL VIRUS AND ITS ADMINISTRATION IN THE FOREST THROUGH SPRAYING

7

PRACTICE CLASSES AS FACILITATING METHODOLOGY OF LEARNING PROCESS AT PHYSIC IN SCIENCE COURSE.

24

THE IMPORTANCE OF ENVIRONMENTAL EDUCATION IN THE CONSERVATION OF LIFE ON THE GROUND

50

ENVIRONMENTAL ANALYSIS THROUGH SURVEY TESTIMONY AT THE ENVIRONMENT OF THE CEARÁ-MIRIM RIVER, EXTREMOZ/RN

71

ORGANIC SILICON IN THE PRODUCTION OF ITALIAN ZUCCHINI



JOURNAL OF INTERDISCIPLINARY
DEBATES

91

THE USE OF PESTICIDES AND THE IMPACT ON INSECT POPULATIONS

119

FORENSE ENTOMOLOGY: THE IMPORTANCE OF INSECTS IN CRIMINAL INVESTIGATION

134

SUSTAINABLE AGRICULTURE CHALLENGES AND ADVANTAGES IN RURAL PROPERTIES

163

SHIP BALLAST WATER EXCHANGE METHODS ON BOARD SHIPS

197

BALLAST WATER TREATMENT ALTERNATIVES ON BOARD SHIPS

249

MAPPING POTENTIAL AREAS TO GENERATE PHOTOVOLTAIC ENERGY IN SANTA CATARINA'S STATE



293

CULTIVATION OF ZUCCHINI (CUCURBITA PEPO L.) SUB-
MITTED TO NPK MINERAL FERTILIZATION AND SOIL
CONDITIONING BACTERIA

325

SOYBEAN DEVELOPMENT AND PRODUCTIVITY AS A
FUNCTION OF NPK CHEMICAL FERTILIZATION AND INO-
CULATION WITH NPK BIOLOGICAL CONDITIONING BAC-
TERIA

374

AGRONOMIC CHARACTERISTICS AND PRODUCTIVITY OF
SOYBEAN SUBMITTED TO DOSES OF NITROGEN FERTILI-
ZATION AND INOCULATION WITH PANTOEIA AGGLOME-
RANS

428

USE OF HUMIC SUBSTANCES AND MICROORGANISMS IN
JAPANESE CUCUMBER PRODUCTION

471

DEVELOPMENT AND PRODUCTIVITY OF SESAME AS A



JOURNAL OF INTERDISCIPLINARY
DEBATES

FUNCTION OF PHOSPHATE FERTILIZATION AND USE OF
CONDITIONING BACTERIA

505

SOYBEAN DEVELOPMENT AND PRODUCTIVITY AS A
FUNCTION OF POTASSIUM FERTILIZATION AND INOCU-
LATION WITH CONDITIONING BACTERIA

561

CORN CULTIVATION (BRS 2022) SUBMITTED TO NPK MI-
NERAL FERTILIZATION AND SOIL CONDITIONING BAC-
TERIA

618



PROCESSO DE POSSÍVEL CURA DA INFECÇÃO DA FEBRE AMARELA ATRAVÉS DA LIOFILIZAÇÃO DO MEDICAMENTO LÍQUIDO DO VÍRUS ATENUADO E SUA ADMINISTRAÇÃO NA FLORESTA ATRAVÉS DE PULVERIZAÇÃO

PROCESS OF POSSIBLE CURE OF YELLOW FEVER INFECTION THROUGH LYOPHILIZATION OF THE LIQUID DRUG OF THE MITIGATIONAL VIRUS AND ITS ADMINISTRATION IN THE FOREST THROUGH SPRAYING

Wanessa Vilela de Faria Nunes¹

Resumo: A pesquisa optou pelo objetivo geral de formular o medicamento em grande escala e sua disseminação após a liofilização através da pulverização. E pelos seguintes objetivos específicos: aplicar a metodologia em laboratório específico; avaliar o nível de cura através da pulverização no mosquito em larga escala; determinar a possível cura através

da pesquisa. O mosquito *aedes aegypti* é o transmissor principal do vírus da febre amarela nas cidades, este vírus está presente também em florestas, o vírus por sua vez contamina o mosquito que por sua vez pica o macaco, que então começa a sofrer com a doença. Aí surge o problema: um inseto livre do vírus que chupa o sangue desse primata contami-

¹ Licenciatura Plena em Química



nado passa a carregar o causador da febre amarela. E então pode transmiti-lo para outro macaco, que pode espalhá-lo a outro mosquito, nas regiões de mata, os insetos dos gêneros *Haemagogus* ou *Sabethes* picam macacos com a doença e, então, podem passá-la a seres humanos nas redondezas. É plausível que o *Aedes Aegypti* dissemine a febre amarela nas cidades, é um círculo vicioso que já ocorre há muitos e muitos anos nas matas brasileiras. Os mosquitos dos gêneros *Haemagogus* e *Sabethes* só circulam por áreas de mata. Agora, se uma pessoa visita uma floresta ou mora perto de outra, por exemplo, pode ser picada por um desses mosquitos infectados. E, aí, corre o risco de ter febre amarela silvestre.

Palavras-chave: *aedes aegypti*, contamina, vírus

Abstract: The research chose the general objective of formulating the drug on a large scale and its dissemination after lyophilization through spraying. And for the following specific objectives: apply the methodology in a specific laboratory; assess the level of cure through large-scale mosquito spraying; determine the possible cure through research. The *aedes aegypti* mosquito is the main transmitter of the yellow fever virus in cities, this virus is also present in forests, the virus in turn infects the mosquito which in turn bites the monkey, which then begins to suffer from the disease. Then the problem arises: a virus-free insect that sucks the blood of this contaminated primate starts carrying the cause of yellow fever. And then it can transmit it to another monkey, which can spread it to another mosquito, in the wooded regions,



insects of the genera *Haemagogus* or *Sabethes* bite monkeys with the disease and then they can pass it on to humans in the surroundings. It is plausible that *Aedes Aegypti* spreads yellow fever in cities, it is a vicious circle that has been taking place for many, many years in the Brazilian forests. Mosquitoes of the genera *Haemagogus* and *Sabethes* only circulate in forest areas. Now, if a person visits one forest or lives close to another, for example, they can be bitten by one of these infected mosquitoes. And then you run the risk of getting wild yellow fever.

Keywords: *aedes aegypti*, contaminate, virus

INTRODUÇÃO

O mosquito *aedes aegypti* é o transmissor principal

do vírus da febre amarela nas cidades, este vírus está presente também em florestas, o vírus por sua vez contamina o mosquito que por sua vez pica o macaco, que então começa a sofrer com a doença. Aí surge o problema: um inseto livre do vírus que chupa o sangue desse primata contaminado passa a carregar o causador da febre amarela. E então pode transmiti-lo para outro macaco, que pode espalhá-lo a outro mosquito, nas regiões de mata, os insetos dos gêneros *Haemagogus* ou *Sabethes* picam macacos com a doença e, então, podem passá-la a seres humanos nas redondezas. É um círculo vicioso que já ocorre há muitos e muitos anos nas matas brasileiras. O número de mortes ocasionadas pelo vírus é significativo, causando dor à muitas famílias, podendo causar uma epidemia ou pandemia em números incalculáveis de seres



humanos.

Por essa razão, o presente projeto foca sua pesquisa nos seguintes questionamentos: Como efetuar a pesquisa no laboratório específico? Como verificar a presença do vírus? Como determinar a cura?

Essa pesquisa foi desenvolvida através de produtos liofilizados que são: antibióticos, bactérias, soros, vacinas, medicamentos para diagnóstico, produtos contendo proteínas e biotecnológicos, células e tecidos e produtos químicos. O produto a ser desidratado é congelado sob pressão atmosférica. Depois, em uma fase de secagem inicial - definida como secagem primária - a água (em gelo) é removida por sublimação; na segunda fase - secagem secundária - ela é removida por dessorção. A liofilização é realizada sob vácuo. Após isso ocorreria a pulverização que é o

procedimento de pulverizar o resultado do mesmo.

A pesquisa optou pelo objetivo geral de formular o medicamento em grande escala e sua disseminação após a liofilização através da pulverização. E pelos seguintes objetivos específicos: aplicar a metodologia em laboratório específico; avaliar o nível de cura através da pulverização no mosquito em larga escala; determinar a possível cura através da pesquisa.

Fator determinante na escolha do tema, foi o surgimento da ideia única e peculiar da autora, procurando uma solução para a doença viral devastadora que é a febre amarela.

Portanto, o presente estudo tem por justificativa a ideia da pesquisa, porque o número de mortes ocasionadas pelo vírus é significativo, causando dor à muitas pessoas. A aplicação do



processo de liofilização focou-se, posteriormente, no campo da indústria farmacêutica, ocorrendo durante a década de 1950 o surgimento de medicamentos liofilizados como antibióticos à base de penicilina 19 (KUMAR et al., 2011). Paralelo ao surgimento das penicilinas liofilizadas, pesquisas acerca da liofilização de peptídeos, proteínas, anticorpos, enzimas e hormônios foram sendo aprofundadas, e posteriormente comercializadas com fins terapêuticos. A partir disso, surgiram as vacinas liofilizadas, os antibióticos e também as vitaminas (TERRONI et al., 2011)

Todo esse processo é desenvolvido e metodicamente calculado para que haja uma possível cura vacinando o mosquito através da pulverização com o medicamento do vírus atenuado da febre amarela liofilizado, ou seja, em forma de pó.

Este trabalho foi realizado através de um estudo qualitativo, quantitativo, descritivo, documental e de caráter retrospectivo de revisão bibliográfica. Serão utilizados artigos científicos constantes de 2010 a 2018 em vários sites de bases de dados, tais como: Scielo, Bireme, entre outros portais pertinentes. Além destas fontes on-line, serão utilizados sites de organizações nacionais e internacionais de referência especializados sobre o assunto.

A pesquisa qualitativa, de acordo com Wilhelm Wundt (1920) trata-se de um método de pesquisa que foca o modo como indivíduos e grupos de indivíduos veem e entendem o mundo ou uma parte específica dele, e como constroem significado e conhecimento, quantitativa, numa pesquisa em que a abordagem é basicamente quantitativa,



o pesquisador se limita à descrição fatural deste ou daquele evento, ignorando a complexidade da realidade social (FRANCO, 1985:35).

Descritivo, o tipo de pesquisa que se classifica como “descritiva”, tem por premissa buscar a resolução de problemas melhorando as práticas por meio da observação, análise e descrições objetivas, através de entrevistas com peritos para a padronização de técnicas e validação de conteúdo (THOMAS; NELSON; SILVERMAN, 2009).

Com a liofilização do medicamento líquido do vírus atenuado da febre amarela, podemos aplicá-lo de forma pulverizante, ou seja, pulverizar as florestas na época de frio, pois é nessa época em que o mosquito se propaga com maior velocidade, em virtude de tentativa de eliminar o vírus presente no

mosquito *aedes aegypti*, mas especificamente nas espécies dos gêneros *Haemagogus* ou *Sabethes*, lembrando que esta pulverização não é uma eliminação em massa dos mosquitos, pois os mesmos não serão destruídos, a ideia basicamente é vacinar o mosquito através do ar, com sua respiração o mosquito absorveria o medicamento liofilizado e seria automaticamente vacinado.

DESENVOLVIMENTO

Princípios Básicos da Liofilização Farmacêutica

A secagem por congelamento também conhecida como liofilização é usada principalmente para remover água de produtos sensíveis, a maioria biológicos, sem danificá-los. Como tal, eles podem ser preservados em um estado de armazenamen-



to permanente e serem posteriormente reconstituídos substituindo a água. As condições em que o processo ocorre determinarão a qualidade do produto liofilizado.

Alguns aspectos importantes que devem ser considerados durante o processo de liofilização.

Congelamento

O produto básico será transformado por abstração do calor para criar um estado que seja adequado para a secagem por sublimação. Quando um produto aquoso é resfriado, são formados núcleos de cristal. A água circundante é fixada ao redor dos locais de nucleação, resultando em cristais de diferentes tamanhos e formas. A velocidade de congelamento, a composição do produto de base, o teor de água, a viscosidade do líquido e a presença de

substâncias não-cristalizadas são todos fatores decisivos na determinação da forma e tamanho do cristal, e influenciam o processo de sublimação seguinte. Grandes cristais compreendem uma pós-sublimação com estrutura relativamente aberta, deve-se considerar que os pequenos cristais de gelo contêm pequenos espaços no produto seco, o que diminui a remoção do vapor de água.

O ponto de congelamento da água pura é de 0°C. Quaisquer outras substâncias dissolvidas na água abaixarão o ponto de congelamento. Quando há presença de sais inorgânicos, ele pode ser consideravelmente menor. Se uma solução fraca é congelada, o gelo puro irá se separar inicialmente, aumentando assim a concentração da substância dissolvida na solução residual (além de reduzir o ponto de congelamento). O efeito desta



concentração do produto varia de caso a caso e deve ser levado em conta na seleção da técnica de congelamento mais adequada.

A técnica de congelamento mais adequada para um determinado produto deve ser determinada e seus parâmetros reconhecidos antes da secagem por sublimação. O comportamento do congelamento do produto pode ser investigado, por exemplo, usando o método de medição da resistência. Dois métodos de congelamento diferentes são usados para produtos farmacêuticos: congelamento por contato com superfície resfriada; ou congelamento por rotação/dinâmico em um banho refrigerante.

O primeiro método é uma técnica de congelamento estático no qual um liofilizador deve ser capaz de ajustar a taxa de congelamento ao produto específico e controlar a velocidade

do congelamento. Uma temperatura final de -50°C , em alguns casos, será suficiente para satisfazer a maioria das necessidades. O segundo método é usado sempre que grandes quantidades de um produto líquido devem ser congelados e secos em frascos ou garrafas grandes. A técnica de congelamento adequada também irá oferecer um produto congelado que é adequado para sublimação, isto é, um produto uniforme e tão fino quanto possível para que o tempo de secagem seja curto.

Secagem Primária

No início da fase de secagem primária, a sublimação do gelo ocorre na superfície do produto. Com a continuação do processo, a superfície de sublimação volta-se para o produto e o vapor resultante deve ser conduzido através de camadas ex-



teriores previamente secas. Isso significa que o processo de secagem depende da velocidade de transferência e remoção dos vapores, bem como o calor necessário para sublimação. O calor necessário para a sublimação é fornecido por convecção e condução térmica e, em menor grau, por radiação térmica.

Além da transferência de calor por condução térmica e radiação, a transferência de calor por convecção deve ser otimizada. É de notar, no entanto, que convecção quase cessa em pressões abaixo de 10-2 mbar. Por este motivo, como uma função da temperatura necessária para a sublimação, a pressão na câmara de secagem é ajustada durante a secagem primária para o maior valor admissível. O calor da sublimação não é necessário na superfície do produto, mas no limite do núcleo do gelo, que se

retira para o centro do produto conforme a secagem avança.

Embora o vapor de água flua do interior do produto para o exterior, a transferência de calor deve ir na direção oposta. Devido a baixa condutividade térmica das camadas de produto seco, o gradiente de temperatura necessário para transferência de calor aumenta de forma constante. Para evitar danos ao produto, a temperatura máxima possível para o produto seco não deve ser excedida. Por outro lado, deve-se tomar cuidado para manter a temperatura de sublimação necessária durante a secagem; manter o fornecimento de calor no limite do núcleo do gelo em equilíbrio e evitar o superaquecimento da zona de sublimação. A fase de secagem primária continua até que todo o gelo no produto tenha sido sublimado.



Secagem Secundária

Na fase de secagem secundária ou final, o teor de umidade residual é reduzida tanto quanto possível, a fim de assegurar que o produto esteja em um estado de armazenamento permanente. A água que adere por adsorção na superfície interna do produto tem que ser removida. Para isso, muitas vezes é necessário ultrapassar as forças capilares da água. A fábrica de liofilização deve, por conseguinte, ser projetada para produzir um elevado gradiente de pressão durante a fase de secagem secundária (na maioria dos casos, não é possível aumentar a temperatura sem causar danos ao produto). O processo de secagem secundário deve ser precisamente controlado para evitar o excesso de secagem do produto.

Após Tratamento

Esta seção se refere à maneira pela qual o produto seco (frequentemente muito higroscópico) pode ser protegido após a secagem. Se o produto é seco em garrafas, frascos ou ampolas, é útil fechar esses recipientes imediatamente após a secagem antes da remoção da fábrica. Para este efeito, rolhas de borracha com tiras especiais são colocadas no gargalo das garrafas ou frascos antes de carregar a fábrica e, quando secas, são firmemente pressionadas nos gargalos por um dispositivo de rolhamento. Os recipientes podem ser selados sob vácuo ou atmosfera de gás de proteção. A escolha do método depende do produto. É aconselhável, em qualquer caso, ventilar a câmara de secagem com nitrogênio seco ou gás inerte (até



à pressão atmosférica) no final do processo e não usar ar muito úmido para ventilação.



Os recipientes podem ser selados sob vácuo ou atmosfera de gás de proteção. A escolha do método depende do produto. É aconselhável, em qualquer caso, ventilar a câmara de secagem com nitrogênio seco ou gás inerte (até à pressão atmosférica) no final do processo e não usar ar muito úmido para ventilação. Pulverização é o procedimento de pulverizar o resultado do mesmo. Significa disseminar uma

substância líquida em partículas diminutas ou a converter algo em pó. Em sentido figurado, pulverizar significa destruir algo. O conceito de pulverização seja usado com referência a um aerossol.

A ideia de pulverização agrícola é usada relativamente à atividade desenvolvida pelos aviões e pelas máquinas que fumigam os campos. A fumigação, deste modo, implica propagar algum tipo de praguicida através

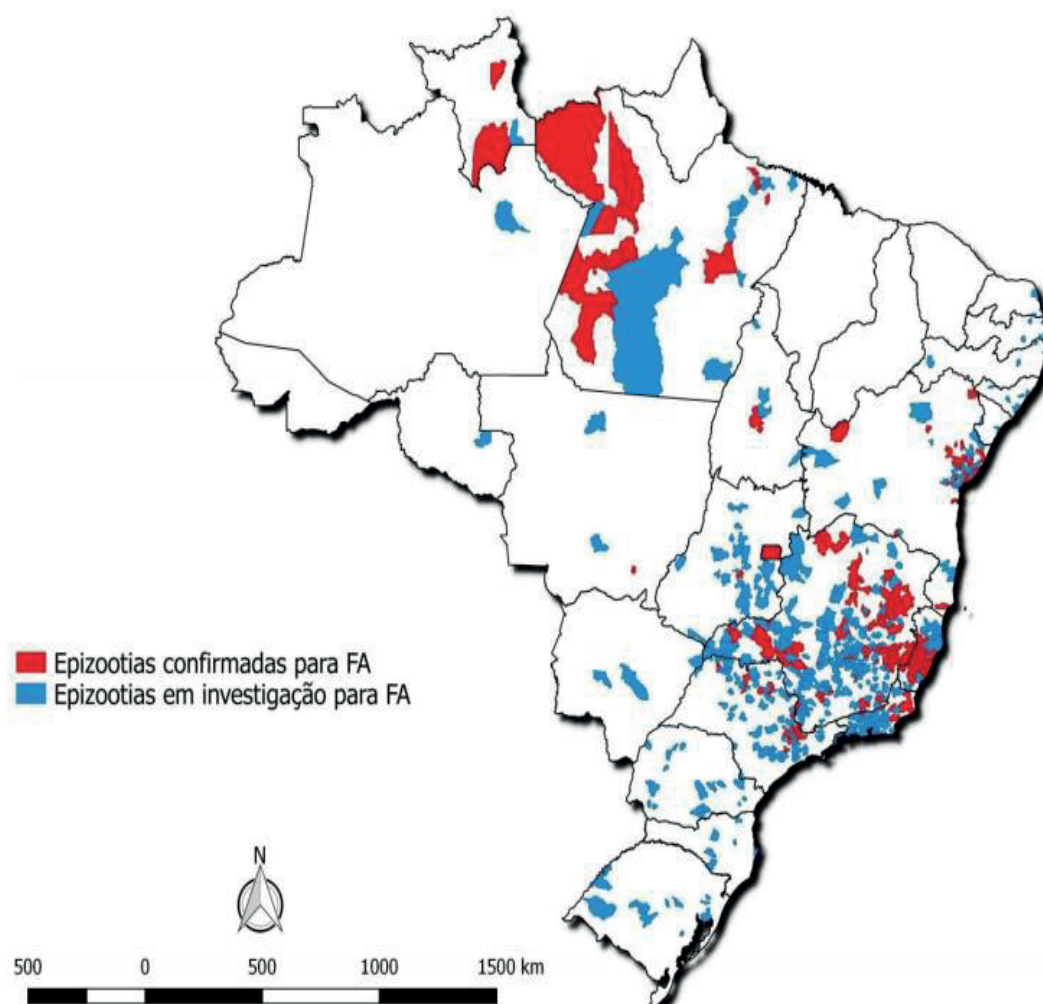


da sua pulverização sobre o terreno.

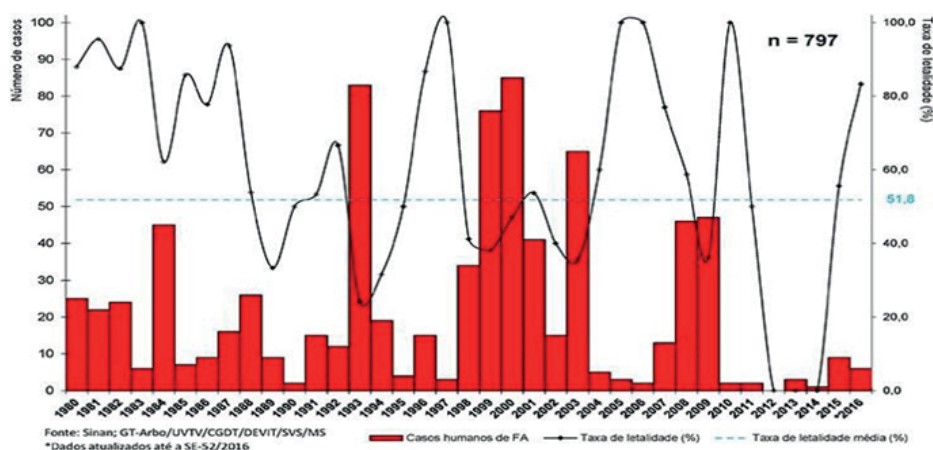
Pulverização catódica, por sua vez, é aquela que tem lugar quando se aplicam aviões energéticos sobre um sólido, provocando a vaporização dos átomos que fazem parte do material em questão. Este processo tem

lugar pelas colisões entre os átomos e os aviões.

Conhecendo as Epizootias da FA – Febre amarela no país e recomendações de vacinações



A FEBRE AMARELA NO PAÍS



CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa foi desenvolvida através da ideia de que vacinar os macacos e os seres humanos contra o vírus da febre amarela não seria a solução, já que o único reservatório existente é o mosquito, passando assim a febre amarela a seus hospedeiros macacos e seres humanos. A solução básica que traz o projeto é a “vacinação” do reservatório primário, ou seja, os mosquitos *Haemagogus*, *Sabethes* ou *aedes aegypti*. Segundo Costa & Ferreira (1991) apud (SOLA, 2012), os métodos de manutenção de microorganismos podem ser classificados de acordo com o tempo máximo de preservação: métodos de curto prazo (repique contínuo), métodos de médio prazo (preservação em óleo mineral, preservação em água esterilizada, congelamento a 20°C, e seca-

gem em sílica, solo, papel filtro), e os métodos de longo prazo (liofilização, congelamento a 80°C e criopreservação em nitrogênio líquido).

A liofilização tem sido proposta como um método alternativo para preservação de sêmen, visto que já é uma técnica amplamente utilizada para conservação de vários materiais: alimentos, medicamentos, vacinas, materiais biológicos, plasma sanguíneo (HOCHI et al., 2011).

As vantagens da liofilização incluem: menor custo de armazenamento, possibilidade de conservação de linhagens, espécies, raças raras ou mesmo linhagens transgênicas, e aprofundamento nos estudos de caracterização de espécies - raças por meio de marcadores genéticos, porém que também são encontradas nos métodos de preservação convencionais



(MARTINS, 2006).

A liofilização, criodesidratação, ou congelamento a seco, é uma forma alternativa de preservação celular. Pode ser definida como o processo de secagem de uma substância congelada, no qual a maior parte da água é removida por sublimação (MARTINS, 2006).

Historicamente, o primeiro produto liofilizado surgiu em 1911, com o vírus da raiva (TERRONI et al., 2011). Porém só atingiu a escala industrial durante a Segunda Guerra Mundial (1939-1945), devido à demanda por plasma sanguíneo. Entretanto, nesta época já havia a comercialização de café em pó, que surgiu em 1938, pela companhia Nestlé (WARD, 2012).

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Saúde.

Secretaria de Vigilância em Saúde. Guia de Vigilância em Saúde.

8. ed. Brasília: MS/SVS, 2014.

Cap 6: Febre Amarela, p. 419- 36.

BRASIL. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Coordenação- Geral do Programa Nacional de Imunizações.

Coordenação Geral de Doenças Transmissíveis. Nota Informativa nº 143/2014. MS/SVS/DVDT/CGPNI Recomendações da vacinação contra febre amarela, após declaração da Organização Mundial da Saúde. Brasília: MS/SVS/DVDT/CGPNI, 2014.

BRASIL. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Manual de vigilância epidemiológica de eventos adversos pós-vacinação. Brasília: MS/SVS/DVDT/CGPNI, 2014.



BRASIL. Ministério da Saúde. Parecer n. 05, de 2015. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/HOTSITE/VIAJANTE/VACINAFEBREAMARELA.PDF>. Acessado em: 16 fev. 2018.

BRASIL. Febre amarela. Situação epidemiológica. Disponível em: <http://portal-saude.saude.gov.br/index.php/situacaoepidemiologica-dados-febreamarela>. Acessado 06 fev. 2018.

CENTERS for Disease Control and Prevention. MMWR. Yellow Fever Vaccine – Recommendations of the Advisory Committee on Immunization Practices (ACIP). 2010;59 (RR-7). Disponível em: <https://www.cdc.gov/mmwr/pdf/rr/rr5907.pdf>. Acessado em 06 fev. 2017.

CENTERS for Disease Control

and Prevention. MMWR. Yellow Fever Vaccine Booster doses: Recommendations of the Advisory Committee on Immunization Practices, 2015;64(23):647- 50. Disponível em: <https://www.cdc.gov/mmwr/pdf/wk/mm6423.pdf>. Acessado em 06 fev. 2017.

INTERNATIONAL Society for Infectious Diseases. ProMED mail. Disponível em: <http://www.promedmail.org/pt>. Acessado em 16 jan. 2018.

MONATH, T.P. & VASCONCELOS, P.F. Yellow fever. J Clin Virol, 2015;64:160–173.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE IMUNIZAÇÕES (SBIm). Calendários de Imunização. Disponível em: <http://sbim.org.br/calendarios-de-vacinacao>. Acessado em 21 jan. 2018.



SOCIEDADE BRASILEIRA DE IMUNIZAÇÕES (SBIm). Nota Técnica - Febre Amarela. Disponível em <http://sbim.org.br/images/files/ntfe-breamarelasbim.pdf>. Acessado em 06 fev. 2018.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE INFECTOLOGIA (SBI). Informativo para Profissionais da Saúde. Disponível em: http://abmanacional.com.br/wp-content/uploads/2017/02/Informativo_Febre_Amarela_Profissionais_de_saude-1.pdf. Acessado em 06 fev. 2018.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PEDIATRIA (SBP). Calendário de vacinação SBP 2016. Disponível em: <http://www.sbp.com.br/src/uploads/2016/08/Calendario-Vacinacao2016-19out16.pdf>. Acessado em 06 fev. 2018.

TAUIL P. L. Controle da febre amarela no Brasil. Revista Saúde Pública. 2010;44(3):555-8.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Yellow fever. Fact sheet. May 2016. Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs100/en>. Acessado em 15 jan. 2018.



ATIVIDADES EXPERIMENTAIS COMO METODOLOGIA FACILITADORA DO PROCESSO DE APRENDIZAGEM EM FÍSICA NA DISCIPLINA DE CIÊNCIAS

PRACTICE CLASSES AS FACILITATING METHODOLOGY OF LEARNING PROCESS AT PHYSIC IN SCIENCE COURSE

Márcia Rodrigues Lopes¹

Adriany das Graças Nascimento Amorim²

Resumo: As atividades experimentais, como um meio facilitador, no processo de ensino-aprendizagem vem assumindo uma presença cada vez maior na disciplina de ciências. Por isso, este trabalho teve por finalidade discutir a importância da utilização de atividades experimentais, envolvendo temas de física como mecânica e eletrostática na disciplina de ciências. Consistiu em um estudo com abordagem qualitativa, de investigação documental e bibliográfica em textos de artigos científicos, baseada na análise a partir de uma revisão da literatura entre os períodos de 2014 a 2020, usando as palavras-chave: “experimentos de baixo custo no ensino de ciências”, “mecânica” e “eletrostática. Os

1 Instituto Federal de Educação Tecnológica do Piauí – IFPI

2 Instituto Federal de Educação Tecnológica do Piauí – IFPI



principais problemas enfrentados pelos alunos estão relacionados aos tipos de procedimentos metodológicos, como também, a falta de profissionais formados na área que focam o ensino somente na fundamentação matemática e na memorização de fórmulas. Por causa disso, as aulas sem contextualização, criam um pensamento fragmentado com relação à disciplina de ciências. Fomentar a importância do ensino de física e, ao mesmo tempo, usar materiais de baixo custo nas atividades experimentais desperta no aluno um maior interesse pela busca do conhecimento e potencializa o processo ensino-aprendizagem de ciências. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo fazer um levantamento bibliográfico do que se tem publicado de atividades experimentais na disciplina de ciências do ensino fundamental,

principalmente, usando material de baixo custo abordando os temas de mecânica e eletrostática.

Palavras chaves: Ensino de ciências. Atividades experimentais. Eletrostática. Mecânica.

Abstract: Experimental activities as a facilitating agent in the teaching-learning process have been increasing presence in the science course. Therefore, this work aimed to show the importance of practice activities involving physics subjects such as mechanics and electrostatics in science courses. The main problems confronted by students are related to the types of methodological procedures, the lack of adequate knowledge in the introduction of the teaching of physics, the lack of professionals trained



in the area, and focusing on only mathematical foundation and formulas memorization teaching. Because of this, classes aimlessly create fragmented insight concerning the science course. Enhance the importance of teaching physics and simultaneously defend the use of low-cost materials in experimental activities stimulate the student a thirst for knowledge and enhances the teaching-learning process in science. Thus, urging students' interest in materials handling and apply contextualization facilitates and improves knowledge construction, especially in understanding natural sciences contents.

Keywords: Science teaching. Practice class. Electrostatic. Mechanics.

INTRODUÇÃO

A disciplina de ciências compõe um meio significativo na preparação do aluno para os desafios do seu cotidiano. Compreender temas simples como o funcionamento do ciclo da água e os demais fenômenos envolvidos na disciplina de ciências, usando atividades práticas, proporciona a participação ativa do aluno na construção do conhecimento e na sua atuação em situações vividas no seu cotidiano. (RODRIGUES, 2018).

A formação científica e tecnológica tem se tornado bastante deficiente aos estudantes das escolas brasileiras da rede pública de ensino, aumentando cada vez mais a defasagem em relação ao cenário de desenvolvimento tecnológico mundial. O Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA, do inglês Programme for Internatio-



nal Student Assessment), mostra que o Brasil está entre 64^a e 67^a na posição em ciências de um total de 79 países, acumulando queda em sua posição nos últimos anos (BRASIL, 2020). Em particular, uma má formação na disciplina de ciências é um fator determinando para resultados tão ruins nesse tipo de avaliação.

Articular a experimentação e a metodologia de resolução de problemas na Educação Básica tem que ser motivada porque, além de não serem trabalhadas com frequência em sala de aula desta maneira, ambas possuem potencialidades relevantes em relação ao processo ensino-aprendizagem, principalmente, quando se detém a trabalhar com materiais de baixo custo na prática experimental, quando há a ausência dos laboratórios alternativos nas escolas.

O uso de atividades

experimentais na disciplina de ciências contribui, de maneira primordial, para que o aluno superasse obstáculos que dificultam na compreensão dos conceitos científicos, e usufrua os fenômenos pela prática investigativa (BRASIL, 2008, MOZEMA; OSTERMANN, 2008). As atividades experimentais, não devem ser utilizadas somente para a observação, mas também para a interpretação ou a comprovação de um determinado estudo fenomenológico (BRASIL, 2008). A experimentação é uma ferramenta pedagógica que propicia, ao professor, produzir questionamentos e dúvidas se for aplicada corretamente, a partir da problematização do conteúdo.

Logo, a experimentação, é um processo investigativo que permite ao aluno elaborar suas próprias deduções e hipóteses, e, a partir daí, tirar as suas



conclusões com o intermédio do professor. Embora as experiências nas aulas de ciências produzam expectativas positivas, elas não necessariamente precisam apresentar resultados verdadeiros, pois tais atividades dependem dos materiais utilizados, assim como, do tempo de análise. O importante é que a experimentação seja considerada um meio que permitam ao aluno a capacidade de refletir sobre o conteúdo em estudo e os contextos que o envolvem na área de ciências (BRASIL, 2008).

No entanto, existe a problemática de desenvolver as atividades práticas nas escolas porque na maioria das vezes não tem um espaço de laboratório apropriado para estas atividades e que, certamente, é do cotidiano de boa parte das escolas públicas ou particulares do Brasil. Por outro lado, tanto pelos professores

como pelos alunos veem o uso de atividades práticas na disciplina de ciências de forma positiva.

Dessa forma, 9º ano é caracterizado por ser o encerramento do quarto ciclo de aprendizagem no ensino fundamental. É onde o professor deve ser mais objetivo na escolha do conteúdo a ser ministrado, pois é neste final de escolaridade fundamental passando para o ensino médio, que o aluno pode despertar maior interesse pela Ciência, e para facilitar esse primeiro e importante contato com o mundo científico é defendido o uso da experimentação. Sendo assim, como forma de despertar interesse em aprender mais sobre o universo ou ao menos a curiosidade sobre determinado assunto ou fenômeno.

Entretanto, uma estratégia didática que dialoga com o aspecto fenomenológico do conhecimento é o uso de mate-



riais recicláveis e de baixo custo usados a prática experimental usando temas como eletrostática em detrimento dos processos de eletrização como também da mecânica, como uma alternativa para montar atividades experimentais em escolas com pouco ou nenhum recurso para este fim. Em contrapartida, as atividades experimentais que contam com equipamentos sofisticados e caros, visa a melhoria da participação e do aprendizado dos alunos nas aulas de ciências e, ainda, estimulam o interesse do mesmo pelo conhecimento dos fenômenos.

De acordo com Pena e Filho (2009) a utilização de atividades experimentais tem sido apontada, pelos professores e alunos, como uma das estratégias mais frutíferas de ensinar e aprender, de modo significativo e consistente no ensino fundamen-

tal principalmente nas últimas séries, e que enriquece e melhora a compreensão dos alunos que ingressam na 1º ano do ensino médio.

Nesta perspectiva, a atividade experimental potencializa o ensino e a aprendizagem em ciências, porque estimula o interesse dos alunos em sala de aula. Ademais do seu papel lúdico, as atividades oportunizam a aproximação entre professor e aluno, que são os dois agentes ativos no processo de ensino-aprendizagem e, desta forma, ela se torna eficaz para a disciplina de ciências porque proporciona um planejamento conjunto do uso das técnicas de ensino.

Portanto, o presente trabalho teve como objetivo fazer um levantamento bibliográfico do que se tem publicado de atividades experimentais na disciplina de ciências do ensino



fundamental, principalmente, usando material de baixo custo abordando os temas de mecânica e eletrostática mostrando, assim, a importância do uso de novas dinâmicas no contexto da aprendizagem nas aulas de ciências.

METODOLOGIA

Consistiu em um estudo com abordagem qualitativa, de investigação documental e bibliográfica em textos de artigos científicos, baseada na análise a partir de uma revisão da literatura entre os períodos de 2014 a 2020, usando as palavras-chave: “experimentos de baixo custo no ensino de ciências”, “mecânica” e “eletrostática”.

As fontes primárias utilizadas como base da investigação bibliográfica foram: Anais, e como fontes secundárias: artigos científicos publicados em periódicos

nacionais disponíveis nas plataformas Scielo, Google acadêmico, além da Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente-FAEMA, Estação Científica (UNIFAP), Revista Sociedade Brasileira de História da Ciência (SBHC), Revista ENALIC, Revista Espaço Acadêmico, Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão (SIEP), Investigação em Ensino De Ciências (IENCI), Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF), e eduCAPES, que abordavam aspectos relacionados à temática.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A importância das atividades experimentais no ensino fundamental



Ainda, existe uma necessidade de relacionar a prática à teoria. A atividade prática não está somente vinculada a um ambiente específico para a sua efetivação, o chamado laboratório de ciências, ou está relacionada com equipamentos especiais, uma vez, que elas podem ser desenvolvidas em qualquer sala, sem a necessidade de instrumentos ou aparelhos sofisticados. Por outro lado, muitas escolas, por várias razões, mesmo as que dispõem de equipamentos e laboratórios, não fazem uso deste espaço por:

não existirem atividades já preparadas para o professor apenas ministrá-las; faltam recursos para compra de componentes e materiais de reposição, falta de tempo do professor para planejar a realização de atividades e laboratório fechado e/ou sem manu-

tenção (BORGES, 2002, p. 294).

Além disso, destaca-se que as práticas experimentais são importantes e tem a aceitação dos professores, que tentam deixar mais claro na prática o conteúdo visto na teoria. A princípio, a teoria é feita de conceitos que são abstrações da realidade (SERAFIM, 2001), o aluno não consegue reconhecer o conhecimento científico em situações do seu cotidiano, não é capaz de compreender somente com a teoria e para compreender a teoria é preciso experienciá-la (FREIRE, 1997).

A experimentação e a investigação no ensino de física funcionam como um auxílio para o processo ensino-aprendizagem, e quando aplicadas nos anos iniciais do ensino fundamental se constituem como ferramentas



eminentes para que o aluno exerça a interação dialógica, atitude investigativa e construtiva (MOZENA; OSTERMANN, 2008). Neste sentido, os alunos apresentam maior interesse em aprender, pois são jovens que querem manusear equipamentos, entender sua montagem, são capazes de estabelecer a dinâmica e a relação entre o que é visto na teoria com a prática.

Por outro lado, para que uma atividade experimental possa ser efetivamente desenvolvida, são necessários não só mudanças no ambiente físico e sociocultural da escola, mas, também, mudanças por parte dos professores e alunos. Estas mudanças são provocadas pela descoberta de novos valores, conhecimento, crenças, novas concepções e maturação, remetendo à qualificação dos professores para enfim acontecer a construção de ideias,

a manipulação de objetos por parte dos alunos para que ampliem suas ideias, agucem seus sentidos e interajam com o professor durante toda a aula (ZULIANI et al., 2011).

Assim sendo, o ensino em ciência do 9º ano, mesmo tendo características de uma disciplina de natureza teórica, existe a necessidade de se efetivar um trabalho onde o ensino experimental e o teórico ocorram de maneira que um complemente o outro, possibilitando a melhor compreensão do aluno para os fenômenos estudados.

Os trabalhos de revisão bibliográfica sobre o ensino de Física em relação as metodologias de ensino usadas, vem destacando a questão da experimentação e/ou investigação por parte do aluno, a importância do uso de problemas abertos baseados na metodologia proposta, como



também, a proposta, do lúdico, do divertido e do radiante serem mais prazerosos e divertidos, além disso,

a importância da estruturação e organização das atividades devem ser propostas, a capacidade dos alunos de discutir e apresentar argumentos relacionados aos fenômenos físicos investigados mostrou estar intimamente relacionada com o repertório de possibilidades de manipulação e de interação que a atividade pode oferecer (YABUKI, 2014, p.17).

Portanto, as atividades experimentais proporcionam uma relação de contato dos alunos com os objetos, nos quais se descrevem como materiais que comprovam a realidade do fenômeno estudado.

A experimentação dos temas de física na disciplina de ciências

Eventualmente, no contexto atual, fica muito difícil imaginar uma disciplina de ciências da natureza em que os procedimentos experimentais sejam de todos abolidos das salas de aula (BIZZO, 2001). A grande dificuldade encontrada pelos alunos quanto ao aprendizado em ciências se dá pela ausência de atividades experimentais e a falta do uso dos laboratórios didáticos, que servem como meio facilitador de verificação de fenômenos físicos em complementariedade aos estudos teóricos realizado em sala de aula. Bueno; kovaliczn (2008).

Segundo Silva e Silva (2012) é indispensável dentro do ensino de ciências, no ensino fundamental, proporcionar a in-



teração do aluno com a realidade por meio da manipulação de objetos concretos, permitindo que ele vislumbre o que há de mais atrativo prazeroso nessa relação, atuando como elementos significativos desta experimentação.

Assim, qualquer atividade experimental deve ser vista como um processo de investigação, contemplando basicamente os seguintes aspectos: planejamento de experimentos, previsão de resultados obtidos e resultados esperados. A aplicação de experimentos no processo ensino-aprendizagem é um meio motivador para que os alunos possam assimilar melhor os conteúdos abordados dentro dos temas de física, além disso, ajuda os alunos a ter outros conhecimentos importantes para o seu desenvolvimento humano. Portanto, O trabalho experimental tem uma reconhecida importância na

aprendizagem de ciências, largamente aceita entre a comunidade científica e pelos professores como método de ensino (NEVES et al., 2006).

Assim, o uso de experimentos que abordam temas de física nas aulas de ciências são um desafio para os professores que trabalham nesta área. Um fator muito importante é que o aluno seja atuante em vez de permanecer passivo, ou seja, ele deve ser o agente construtor do conhecimento e as atividades experimentais deve ser direcionado para esse caminho.

O estudante que vivência a metodologia da descoberta (investigação) não se contenta mais com as aulas meramente expositivas. Ele passa a solicitar de seu professor a continuidade do trabalho, como maneira de atender a forma natural de



aprender. E o indivíduo que aprende fazendo não esquece mais (NEVES, 1989).

Não há dúvidas que o ensino de ciências tem enfrentado diversos desafios. Um deles está relacionado com a busca por novas estratégias de ensino para motivar os alunos nos temas de física e, assim, contribuir para uma aprendizagem mais significativa dos conceitos vistos em sala de aula (BRASIL, 2000).

Uma das estratégias para proporcionar atividades experimentais no ensino dos temas de física é a utilização de materiais acessíveis do dia a dia e sem grandes custos para a instituição de ensino. Além disso, estes experimentos devem ser de montagem simples, de fácil aplicação, estimuladores da capacidade de pensar e de tomar decisões, que

possam contribuir para a melhoria na formação dos alunos e ser capazes de incentivar a prática experimental no contexto do ensino-aprendizagem. Medeiros et al. (2018)

De fato, quando as atividades experimentais no ensino de ciências são utilizadas de forma construtiva, elas visam demonstrar para os alunos, por exemplo, as ocorrências dos fenômenos físicos, auxiliam na superação das dificuldades em aprender física, se caracterizam como um método oposto às aulas tradicionais e auxiliam no entendimento dos conhecimentos não assimilados através do livro didático.

[...] o uso de atividades com estratégias no ensino de física tem sido apontado por professores e alunos com umas das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de se



aprender e de se ensinar física de modo significativo e consistente (ARAÚJO; ABIB, 2003, p. 176).

Aplicar materiais de baixo custo em temas relacionados à mecânica clássica e a eletrostática para a abordagem dos temas de física no ensino de ciências se faz extremamente importante. Vários são os exemplos práticos do cotidiano como os processos de eletrização em se tratando da eletrostática, como por exemplo ao passar o pente no cabelo, e sob a ação ou não de forças, ao chutar uma bola, ao caminhar, esses são apenas alguns exemplos que tem a finalidade de estimular a capacidade de observação do aluno para estes temas, que aguçarão curiosidade científica do aluno e que poderão estimular suas decisões futuras.

3.3 A eletrostática na disciplina de ciências

A eletrostática é definida como

O ramo da física que investiga as propriedades e o comportamento dos campos elétricos de cargas elétricas ou fontes de cargas estacionárias, ou seja, ela se ocupa das propriedades das cargas elétricas em repouso (RODITI, 2005).

A compreensão dos conceitos de física desde a tenra idade e a partir do ensino fundamental, pode contribuir para despertar a curiosidade dos alunos ao serem instigados sobre as situações de vivência cotidiana usando os conteúdos vistos na teoria e na prática, visto que os alunos todavia não sabem relacionar



os temas tratados em sala de aula com o cotidiano e, além disso, aplicá-los no contexto científico.

A origem do trabalho experimental nas escolas foi, há mais de cem anos, influenciada pelo trabalho experimental que era desenvolvido nas universidades, cujo objetivo sempre foi melhorar a aprendizagem do conteúdo científico para que os alunos pudessem aplicá-los (GALIAZZI et al., 2001). Por isso, é importante repensar sobre estratégias que tenham como objetivo proporcionar qualidade na construção dos conhecimentos ou na abordagem dos temas que já foram sistematizados.

Ximenes (2016) mostrou que a experimentação no ensino de física, usando o tema de eletroestática para 9º ano, usando fenômenos de eletricidade impulsionaram o processo ensino-aprendizagem em ciências da

natureza, principalmente, porque este é o ano em que os alunos têm os primeiros contatos com a disciplina de física. Desta forma, o aluno do 9º ano é motivado a buscar e analisar formas os métodos físicos, melhorando sua capacidade de aprender e ensinar aos colegas estes fenômenos físicos. É importante, ressaltar que estes métodos de ensinar se diferenciam do modelo de ensino tradicional, a fim de eliminar a incapacidade de ensinar e aprender física no ensino de ciências.



A tabela 1 é um resumo do conjunto de atividades realizadas:

RELAÇÃO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL	TEMÁTICA ABORDADA/EXPERIMENTO	MATERIAIS DE BAIXO CUSTO UTILIZADOS
Atividade experimental 1	O eletroscópio caseiro. Construir um eletroscópio simples; Observar a eletrização por indução e por contato; Fornecer uma ferramenta para os alunos que possibilita à observação de objetos eletrizados.	Garrafa peti Fio (grosso) de cobre esmaltado (20 cm aproximadamente); Alicates de ponta; Papel alumínio ; Régua de plástico ; Rolha de cortiça ; Lixa fina; Vela (opcional).
Atividade experimental 2	Cabo de guerra elétrico Demonstrar o fenômeno de eletrização por indução; Discutir fenômenos elétricos ; Instigar a curiosidade dos alunos sobre fenômenos elétricos	Balões . Lata de alumínio . Fita adesiva colorida.

Sendo assim, o autor, propôs duas práticas experimentais em um minicurso em que as turmas foram divididas em quatro grupos para utilizar os meios propostos como instrumentos e ferramentas de ensaios experimentais.

Ribeiro et al. (2016) relataram a experiência de um projeto integrador desenvolvido

como componente curricular do curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - IFRN, apontam que as atividades experimentais no ensino de física, devem ser feitas de forma lúdica, usando materiais de baixo custo, destacando em um primeiro momento a aplicação de gincanas como experimentos que estimu-



lam o trabalho em equipe, e no segundo e terceiro momento, a aplicação de problemáticas relacionadas ao cotidiano, como também, os experimentos que abordaria sua construção e expli-

cação e funcionamento das atividades. No entanto, foi aplicado ao projeto integrador duas atividades experimentais que fundamenta a temática deste trabalho.

A tabela 2 é um resumo do conjunto de atividades realizadas:

RELAÇÃO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL	TEMÁTICA ABORDADA/EXPERIMENTO	MATERIAIS DE BAIXO CUSTO UTILIZADOS
Atividade experimental 1	Moeda no copo Abordar sobre a inércia do corpo (objeto), a primeira das três leis de Isaac Newton e compreender o porquê dos impulsos.	Um copo; Um pedaço de cartolina com formato quadrado (maior que o a boca do copo); Uma moeda
Atividade experimental 2	Carrinho de bexiga Demonstrar a interação entre dois corpos.	Uma garrafa pet qualquer; Quatro rodas de carrinho, ou botões; Dois tubos finos de plástico maleável; Uma bexiga Um tubo de caneta; Fita adesiva; Uma cola de isopor

Além disso, as atividades propostas devem ter como finalidade proporcionar a participação ativa dos alunos em meio a um cenário de competição, utilizando os conceitos de física como cinemática vetorial, mecânica e eletrostática, fazendo o uso de atividades lúdicas, seguidas de práticas experimentais. Vale

ressaltar que os alunos, desta maneira, foram capazes de construir um experimento na área de física e de explicar cientificamente o funcionamento para o restante da turma. Marchezan et al. (2020), ao trabalho a “Eletrostática na Prática”, as diferentes formas de realizar e verificar a ação da eletrização dos corpos de variadas



maneiras e utilizando materiais diferentes com o intuito de verificar-se a ação da eletrização dos corpos de variadas maneiras.

A tabela 3 é um resumo do conjunto de atividades realizadas:

RELAÇÃO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL	TEMÁTICA ABORDADA/EXPERIMENTO	MATERIAIS DE BAIXO CUSTO UTILIZADOS
Atividade experimental 1	Processos de eletrização. O experimento procedeu ao aproximar um pente e uma tira de plástico do papel picado. Em seguida, foi usada a folha de papel para atritar a tira de plástico e o pente.	Pente de plástico; Papel picado; Uma tira de plástico;
Atividade experimental 2	Funcionamento do eletroscópio caseiro. O experimento procedeu ao ser feito e utilizando um eletroscópio caseiro um canudo foi atritado com papel e aproximado a uma esfera metálica, garantindo que não se tocassem, em seguida tocando a esfera com o canudo. O mesmo procedimento foi feito com o bastão de vidro. Em seguida tocou-se na esfera com a mão.	Canudo Papel Esfera feita de papel alumínio Bastão de vidro
Atividade experimental 3	Gaiola de Faraday O experimento procedeu, ao liga-se de um celular para o outro normalmente, num segundo momento, embrulhou-se um dos celulares em papel alumínio, ligando novamente para o celular. a Gaiola de Faraday foi reproduzida com um celular.	02 celulares; Papel alumínio; Um pano(flanela).

Contudo, há mais de uma maneira de eletrizar os corpos, sendo elas: por atrito, por contato e por indução e foi proposto na prática experimental a Lei de Coulomb e a polarização das cargas.

Assim, uma metodologia baseada em atividades lúdi-

cas, usando-se de materiais de baixo custo, segundo o enfoque e o conteúdo, são significativos no processo ensino-aprendizagem do aluno na disciplina de ciências e despertam o prazer do aluno e sua valorização pelos temas de física.



Ensino de mecânica com materiais de baixo custo

A mecânica clássica é a área da física voltada ao estudo do movimento e do repouso dos corpos, sob a ação de forças ou não. Uma proposta muito interessante é abordar temas relevantes ao estudo da mecânica de forma experimental, ao ensinar física, aos alunos do 9º ano do ensino fundamental, porque isso faz com que se expanda significativamente o interesse dos alunos por aprender física (YABUKI, 2014). Segundo o autor, ao reali-

zar três experimentos, fez o uso da metodologia da experimentação com materiais de baixo custo, motivou os alunos e elevou, significativamente, o interesse pela aprendizagem e demonstraram um aumento do rendimento escolar como também interesse maior pela participação coletiva na realização das atividades experimentais.

Diante disso, o autor adotou três atividades experimental demonstrativa no qual fez o uso da metodologia da experimentação com materiais de baixo custo.

A tabela 4 é um resumo do conjunto de atividades realizadas:

43

RELAÇÃO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL	TEMÁTICA ABORDADA/EXPERIMENTO	MATERIAIS DE BAIXO CUSTO UTILIZADOS
Atividade experimental 1	Analisar o conceito de inércia Explicado pela primeira lei de newton.	Um caminhão-cegonha de brinquedo; Uma caminhonete de brinquedo; Livros didáticos (para compor obstáculo); Mesa.
Atividade experimental 2	Forças de atrito Analisar a força de atrito presente entre as superfícies em contato, em especial, quando um corpo está prestes ao deslizar sobre o outro.	Caixinha de papelão; Objetos para compor o peso da caixinha; Dinamômetro; Grampos curvos (conectores entre o dinamômetro e a caixa); Fita adesiva.



Atividade experimental 3	O primeiro experimento foi o foguete de balão e o segundo a confecção do barquinho de madeira. Ação e reação 3º Lei de Newton Abordar o conceito de ação e reação e o conceito da conservação da quantidade de movimento, foi realizada com a confecção de dois experimentos.	Bexigas; Fio (barbante); Canudinhos de plástico; Fita adesiva. Um pedaço de madeira de forro; Pregos pequenos; Elástico para amarrar dinheiro; Fio (barbante); Recipiente de plástico de tinta guache, um cheio e outro pela metade; Forma de alumínio, de assar bolo, preenchido com água até certo nível; Tesoura sem ponta.
--------------------------	--	---

Por outro lado, Silva e Silva (2012) notaram uma diferença entre as formas de atividades abordadas, é que na atividade experimental demonstrativa se trabalha o caráter puramente conceitual, ou seja, para apenas confirmar a veracidade do conceito ao tema aplicado. Portanto, o que sustenta as aulas em um ambiente escolar são as aprendizagens que elas proporcionam.

Nesse sentido, os professores de física necessitam repensar a forma de abordagem de seus conteúdos, buscando estratégias que propiciem e favoreçam a autonomia e o protagonismo

dos alunos, oferecer meios de aperfeiçoamento da prática, buscando um modo de tornar o ensino mais atrativo para os alunos, resgatando seu gosto pela exploração, pela descoberta e pela curiosidade.

Medeiros et al. (2018) afirmaram que o ensino da física no 9º ano por meio de atividades experimentais usando materiais de baixo custo e fácil acesso tem por finalidade mudar o cenário, contribuir com a formação do estudante, facilitar sua compreensão do conteúdo com mais eficácia, sendo assim o mesmo aplicou três atividades experimentais em



que apenas 2 atividades aborda a temática sobre mecânica.

A tabela 6 é um resumo do conjunto de atividades realizadas:

RELAÇÃO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL	TEMÁTICA ABORDADA/EXPERIMENTO	MATERIAIS DE BAIXO CUSTO UTILIZADOS
Atividade experimental 1	Moeda no copo Experimento de inercia:	Um copo; Um pedaço de cartolina com formato quadrado (maior que o a boca do copo); Uma moeda.
Atividade experimental 2	Carrinho de bexiga Terceira lei de newton, ou cientificamente ação e reação.	Uma garrafa pet qualquer; Quatro rodas de carrinho, ou botões; Dois tubos finos de plástico maleável; Uma bexiga Um tubo de caneta; Fita adesiva e uma cola de isopor

Neste seguimento, os alunos produzem os experimentos de forma artesanal, estimula o raciocínio, manuseio e a busca por soluções eficientes e rápidas, além de priorizar o uso de materiais simples tais como: moeda no copo, carrinho de bexiga, espelhos esférico, que ajudam a entender fenômenos físicos muitas vezes abordados somente em pesquisas científicas e que, muitas vezes, fazem parte do cotidiano dos alunos. Por isso, a aplicação de atividades experi-

mentais contextualizadas como proposta para o ensino de Física, desperta no aluno o interesse e a curiosidade pela matéria, além do conhecimento do mundo que o cerca.

Logo, se faz necessário oferecer meios de aperfeiçoamento das atividades experimentais, buscando um modo de tornar o ensino de física mais atraente para os alunos, a partir do resgate do gosto pela exploração, pela descoberta e pela curiosidade dos temas a serem abordados em sala



de aula.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os fatores que conduzem ao êxito da experimentação utilizando temas de física no 9º ano são inúmeros e complexos. Adoção de novos métodos, principalmente utilizando materiais de baixo custo na disciplina de ciências, nos temas relevantes de física como eletrostática e mecânica, pode resultar na construção do conhecimento que vai além da simples transmissão dos mesmos.

Além disso, as atividades práticas quando aplicadas no processo ensino-aprendizagem em física, funcionam como novas alternativas de ensino onde o aluno descobre seu potencial, estimula o seu raciocínio, impulsiona o desenvolvimento do seu senso crítico sobre os valo-

res humanos, aumentando, ainda mais o seu interesse pelos temas de ciência. Sobretudo, quando o Professor faz a aplicação da prática experimental com materiais de baixo custo, os alunos participam e passam a encarar os temas de física, como uma atividade atrativa que prende a atenção dos alunos.

Por isso, entende-se que é de suma importância inserir estratégias pedagógicas para se trabalhar os conteúdos de física, principalmente utilizando os fenômenos de eletrostática e mecânica na disciplina de ciências no 9º ano, pois destina-se ao estudo de temas relacionados com o cotidiano dos alunos. Dessa maneira, o aluno passa a ter o contato direto com experimentos e vai associando aos fenômenos que ele conhece do seu cotidiano o que torna mais fácil o ensino dos temas de eletrostática e mecâni-



ca. Além disso, o aluno desenvolve habilidades necessárias à sua formação, bem como, desperta o interesse dos alunos pela física, abrindo espaço a curiosidade, a manipulação, a observação e obtenção de dados, permitindo ao aluno o primeiro contato com o mundo científico.

Desse modo, verifica-se que somente os dados teóricos apresentados em sala de aula vistos como teoria, através de aulas expositivas não são suficientes para despertar o interesse e a atenção dos alunos do 9º ano na disciplina de ciências nos assuntos de eletrostática e mecânica.

Sendo assim, as aulas tradicionais cheias de fórmulas matemáticas e sem a contextualização voltada para o cotidiano do aluno, perdem força para as aulas contendo atividades experimentais, que proporcionam mais autonomia ao aluno, melhora o

processo de construção do conhecimento, colocando o aluno na posição de ator do processo ensino-aprendizagem e, portanto, facilitam sua compreensão sobre os temas de ciências, contribui para o seu processo evolutivo e na construção dos valores humanos.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 25, n. 2, p. 176-194, 2003. Disponível em <https://www.scielo.br/pdf/rbef/v25n2/a07v25n2.pdf>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2021.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Brasil no



Pisa 2018 [recurso eletrônico].

Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2020.

BRASIL. Secretaria de Estado da Educação do Paraná - Departamento de Educação Básica. Diretrizes curriculares da educação básica – Ciências. 2008. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2021.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura, Secretaria de Educação Média e Tecnologia. Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Brasília: MEC/SEMTEC, 2000. Disponível em <http://www.portalmec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso em: 22 de março de 2021.

BIZZO, N. Ciências: Fácil ou Difícil? São Paulo: Ática, 2001.

BORGES, T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. Cad. Brás. Ens. Fís., v. 19, n.3: p. 291-313, 2002.

BUENO, R. D. S. M., & KOVALICZN, R. A. (2008). O ensino de ciências e as dificuldades das atividades experimentais. Portal Dia-a-dia Educação, SEDUC Paraná, 23-4.

FREIRE, P. R. N. Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997.

ZULIANI, S. R. Q. A.; GAZOLA, R. J. C.; BOCANEGRA, C. H.; MARTINS, D. S.; MELLO, D. F. O experimento investigativo e as representações de alunos de ensino médio como recurso didático para o levantamento e análise de obstáculos epistemo-



lógicos. Anais V Encontro Regional Sul de Ensino de Biologia (EREBIOSUL). 2011. Disponível em <http://www.uel.br/ccb/biologiageral/eventos/erebio/comunicacoes/T142.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2021.

GALIAZZI, M. C.; ROCHA, J. M. B.; SCHMITZ, L. C.; SOUZA, M. L.; GIESTA, S.; GONÇALVES, F. P. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. In *Ciência & Educação*, v. 7, n. 2, p. 249-263, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132001000200008>

MEDEIROS, A. P. G.; MORAES, A. L. M.; SILVA, Á. P.; SANTOS, C. R. Atividades experimentais no ensino de física: uma forma lúdica de aprendizagem com materiais de baixo custo. Anais VII

ENALIC, Campina Grande: Realize Editora, 2018. Disponível em [file:///C:/Users/adria/Download/3-54729-30112018-225829%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/adria/Download/3-54729-30112018-225829%20(1).pdf). Acesso em: 01 abr. 2021.

MOZENA, E. R.; OSTERMANN, F. A Pesquisa em ensino de física nas séries iniciais do ensino fundamental: Uma revisão de literatura em artigos recentes de periódicos nacionais “Qualis A”. Anais do XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2008. Disponível em <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/31091/000685525.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2021.

MARCHEZAN, R.; PEREIRA LAMAIZON, F.; CAMARGO GÓSS, I.; ENRIQUE GOMEZ ARMAS, L. ELETROSTÁTICA NA PRÁTICA. Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, v. 12, n. 1, 20 nov.



2020

NEVES, M. S.; CABALLERO, C.; MOREIRA, M. A. Repensando o papel do trabalho experimental, na aprendizagem de ciência, em sala de aula - um estudo exploratório. *Investigações em ensino de ciências*, v. 11, n. 3, 2006. Disponível em <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/141761/000595707.pdf?sequence=1>. Acesso em: 04 abr. 2021.

NEVES, S. R. G. Feira de Ciências. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 6, n. 3, p. 241- 247, 1989. Disponível em <https://jornada.ifsuldeminas.edu.br/index.php/jcpcs/jcpcs/paper/viewFile/918/683>. Acesso em: 04 abr. 2021.

PENA, F. L. A.; FILHO, A. R. Obstáculos para o uso da expe-

rimentação no ensino de Física: um estudo a partir de relatos de experiências pedagógicas brasileiras publicados em periódicos nacionais da área (1971 – 2006). *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*. v. 9, n. 1, 2009. Disponível em <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4008/2572>. Acesso em: 06 abr. 2021.

RIBEIRO, E. T.; GOMES, I. F.; POLETO, B. O.; PEREIRA, V. L.; SANTOS, R. D. O ensino da física no nono ano por meio de atividades experimentais: importância e proposta metodológica. *Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente*, v. 7, n. 1, p. 165- 177. 2016. DOI: <https://doi.org/10.31072/rcf.v7i1.372>

RODITI, I. *Dicionário Houaiss de Física*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2005.



SILVA, G. R.; SILVA, J. A. História da ciência e experimentação: perspectivas de uma abordagem para os anos iniciais do ensino fundamental. *Revista Brasileira de História da Ciência*, v. 6, p. 121-132, 2013. Disponível em file:///C:/Users/adria/Downloads/sbhc%202013_1%20Grasiele%20Ruiz%20Silva.pdf. Acesso em 30 mar. 2021.

SERAFIM, M. C. A Falácia da dicotomia teoria-prática. *Rev. Espaço Acadêmico*, v. 1, n. 7, 2001. Disponível em: www.espacoacademico.com.br, Acesso em: 19 de março de 2021.

RODRIGUES, Tatiane Suéllen. Ensino de Ciências nos anos Iniciais do ensino fundamental: a construção do conhecimento científico pelos alunos envolvendo o ciclo da água. 2018.

XIMENES, D. M. Experimentação no ensino de física em eletrostática para 9º ano. 2016. 23 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Naturais) - Faculdade UnB Planaltina, Universidade de Brasília, Planaltina-DF, 2016. Disponível em https://bdm.unb.br/bitstream/10483/14205/1/2016_Diego-MoreiraXimenes_tcc.pdf. Acesso em: 01 abr. 2021.

YABUKI, Y. A arte de ensinar a física pela experimentação no 9º ano – ensino fundamental. 2014. 55 f. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014. Disponível em <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/4246>. Acesso em: 06 abr. 2021.



A IMPORTÂNCIA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA CONSERVAÇÃO DA VIDA NO SOLO

THE IMPORTANCE OF ENVIRONMENTAL EDUCATION IN THE CONSERVATION OF LIFE ON THE GROUND

Isabelle Abrão Inácio¹

Tatiana de Oliveira Ramos²

Gleycon Vellozo da Silva³

Resumo: O solo conta com uma inúmera diversidade de seres vivos, cuja função é manter o equilíbrio e o bom funcionamento, por isso estes seres podem ser conhecidos como bioindicadores de qualidade do solo. Desta forma, este tema se faz bastante importante na educação ambiental, que, em muitos locais aborda este assunto por meio de projetos de pesquisa e ensino que visam incentivar as pessoas a pensarem

de maneira mais sustentável em relação ao solo e principalmente ao meio ambiente. O presente trabalho traz um levantamento de informações sobre o tema e ressalta a importância dos invertebrados do solo.

Palavras chaves: Equilíbrio, Bioindicadores, Qualidade

Abstract: The soil has an innu-

1 Bióloga

2 Doutora em Agronomia-Entomologia Agrícola

3 Doutorando em Ecologia INPA, Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia



merable diversity of living beings, whose function is to maintain balance and proper functioning, which is why these beings can be known as bioindicators of soil quality. Thus, this theme becomes very important in environmental education, which in many places addresses this issue through research and teaching projects that aim to encourage people to think more sustainably in relation to the soil and especially the environment. The present work provides a survey of information on the subject and highlights the importance of soil invertebrates.

Keywords: Balance, Bioindicators, Quality

Introdução

O solo é um importante ecossistema que abriga diversas espécies de animais, tanto ani-

mal quanto vegetal, que, de forma conjunta contribuem para o seu funcionamento. É formado por material solto e macio com uma variedade de cores e texturas. Desempenha funções como sustentação de plantas, determina o destino da água, ciclagem de nutrientes, habitat de muitas espécies, dentre outras (Coelho et al., 2013).

Sua fauna é composta por inúmeras espécies de invertebrados que atuam na ciclagem de matéria orgânica presente em folhas secas, esqueletos de animais e madeira. Dentre estes animais podem ser encontradas minhocas, larvas e adultos de coleópteros, formigas, cupins, diplópodes, isópodos e aracnídeos (Moço et al., 2005; Brown et al., 2015).

Como muitas pessoas ainda desconhecem a importância destes animais, entra em



ação a educação ambiental que tem como objetivo, desenvolver projetos em conjunto com instituições de ensino que incentivam a população a pensar de maneira consciente em relação aos habitantes do solo e ao meio ambiente como um todo. Dessa forma a educação ambiental deve ser desenvolvida de forma contínua e permanente em todas as modalidades de ensino (Carvalho, 2008).

Objetivo

O presente estudo teve por objetivo apresentar uma revisão bibliográfica sobre a importância da educação ambiental na conservação do solo e dos principais invertebrados que ele abriga.

Metodologia

Para o desenvolvimento

deste trabalho foram realizadas consultas em dissertações, teses, livros, artigos nacionais e internacionais em sites de busca acadêmica como Google Acadêmico e Scielo.

Desenvolvimento do tema

O solo

O solo é um meio poroso biologicamente ativo que se desenvolve na crosta da superfície terrestre. Pode ser imaginado como a pele que reveste a Terra. É o componente fundamental de todos os ecossistemas terrestres, afetando o balanço de energia, ciclo da água, ciclagem de nutrientes e a produtividade do ecossistema (Reichert, 2007).

A palavra solo tem vários significados, os principais estudos definem solo como o meio natural para crescimento de plantas terrestres (Usda, 2010).



De acordo com Melo (2009), solo é uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, constituídos de materiais minerais orgânicos que ocupam a maior parte do manto das extensões continentais no planeta, contém matéria viva e pode ser vegetado na natureza, onde ocorre e pode, eventualmente, ter sido modificado por interferências antrópicas.

De acordo com ecólogos, o solo e as plantas possuem uma relação simbiótica, onde, um depende do outro para realização de seus processos fisiológicos. O solo fornece nutrientes que são absorvidos pelas plantas e depois retornam a ele novamente para serem reciclados. Além disso, é importante para os animais herbívoros, uma vez que sua fonte de alimento provém dele (Fao, 2003).

O solo é formado por partículas rochosas através de processos químicos, físicos e biológicos. Nos processos químicos destaca-se a ação da água, ácidos, base e sais. Os físicos englobam o atrito entre as partículas do solo, a ação do vento, da temperatura e pressão. Já os biológicos tratam da ação dos microorganismos, matéria orgânica e raízes das plantas (Lanzanova, 2005).

No uso do solo, as atividades resultantes do crescimento urbano, a extração dos recursos e o aterro de resíduos são alguns dos processos que podem provocar impactos no solo (Rodrigues e Duarte, 2003). Dentre os problemas, destaca-se a erosão, que em muitos casos está relacionada com as chuvas e com o desmatamento, pois quando uma área perde sua cobertura vegetal, perde sua textura e a água que seria



absorvida pelo solo passa a ser infiltrada provocando a erosão. Outro problema é a salinização, definida como a alta concentração de sais no solo, condição que está associada a baixa eficiência de irrigação do solo. E também a compactação, que é resultante do uso excessivo do solo, que perde sua porosidade e resulta no espessamento do solo, devido ao intenso uso de máquinas agrícolas e o pisoteio de animais que faz com que o solo fique duro não permitindo a absorção de água. Vale ressaltar a poluição química, que é resultado do uso de herbicidas, inseticidas e fertilizantes, que ao serem conduzidos pelas chuvas, penetram no solo, atingem o lençol freático, contaminam aquíferos, enquanto as enxurradas seguem até os mananciais contaminando córregos, lagos e rios. Dessa forma, para que haja um equilíbrio do meio

ambiente, é necessário que mais trabalhos sejam realizados para a conservação do solo, com o intuito de protegê-lo principalmente da ação do ser humano.

A vida no solo

O solo é o habitat de animais, vertebrados e invertebrados. É constituído por materiais resultantes da decomposição de rochas através de fatores químicos, físicos e biológicos e de matéria orgânica produzida pela decomposição de materiais de animais e plantas. De acordo com a literatura, o solo é o habitat de um grande número de animais invertebrados que são conhecidos como bioindicadores, pois podem sinalizar a situação da qualidade do solo. Em alguns casos, se uma determinada população estiver em número reduzido, esta alteração pode sinalizar



que algo está errado. Esta condição pode ser observada nas populações de tatuzinhos de jardim (Baretta et al., 2008).

Neste estudo, a ciência da conservação do solo indica importantes medidas, para a melhoria das condições químicas, físicas e biológicas do solo e determina critérios para seu uso, de forma que não comprometa a sua capacidade de produção. Todas as medidas visam proteger o solo contra erosão, aumentam sua disponibilidade de água, conservando a umidade do solo, a presença de nutrientes e atividade biológica (Lanzanova, 2005).

A qualidade do solo é conhecida como a capacidade que esse recurso tem de expressar sua função de vida dentro do ecossistema mantendo a produtividade biológica, qualidade ambiental e a saúde de plantas e animais (Doran e Parkin, 1994).

Uma outra explicação define qualidade do solo como a capacidade de funcionar como um ecossistema natural que sustenta a produtividade animal, vegetal, mantém qualidade da água e suporta o crescimento populacional (Karlen et al., 1997). E refere-se ainda como a capacidade do solo de sustentar a diversidade biológica, degradar, eliminar substâncias orgânicas e atuar diretamente na ciclagem de nutrientes (Seybold et al., 1998).

Desta forma, os invertebrados são animais importantes para a vida e qualidade do solo. Dentre as principais espécies, destacam-se os tatuzinhos de jardim, crustáceos que se alimentam de matéria orgânica em decomposição. Possuem hábitos noturnos, ocorrem em locais úmidos, na serapilheira e são sensíveis a climas secos. Estes animais são detritívoros e participam da ci-



clagem de nutrientes acelerando o processo de decomposição. No solo, suas fezes liberam minerais que são utilizados pelas plantas no seu desenvolvimento (Matrangolo, 2009; Miranda, 2010).

Algumas práticas são recomendadas para a conservação do solo, como a adubação verde, que de acordo com pesquisas, trazem mudanças para a fauna do solo, o que pode ser observado também nas populações de tatuzinhos de jardim, que aumentam na presença de cobertura verde e matéria orgânica em decomposição (Araújo, 1999; Quadros, 2009).

Apesar da diversidade de animais presentes no solo, os mesmos podem ser afetados por fatores como tipo de solo, temperatura, ventos, precipitação, pH, textura, umidade, estrutura, minerais, cobertura, tipos de vegetação e topografia do local.

A alteração desses fatores pode afetar a vida dos animais presentes no solo e influenciar as atividades ecológicas nas quais estão envolvidos. Devido a isso os invertebrados são conhecidos como bioindicadores pois são sensíveis e reagem a mudanças provocadas pela ação do homem ou eventos naturais que afetam o solo e sua cobertura vegetal. O estudo dos bioindicadores revela a verdadeira condição de conservação do solo e as mudanças que vem sofrendo. Tais modificações alteram a ocorrência da fauna do solo, uma vez que, a quantidade de alimento é alterada, o que acarreta o desequilíbrio de populações de animais como os cupins, que se alimentam de serrapilheira e podem ser afetados através da retirada de vegetação, do uso excessivo de arados e aplicação de agrotóxicos (Brown et al., 2009).



Devido a importância dos bioindicadores, conhecer as comunidades presentes no solo é essencial para sua biodiversidade. O Brasil destaca-se como o país que possui a maior diversidade de espécies do planeta e o solo abriga grande parte desta diversidade. Por estarem presentes na maioria das vezes ocultos no solo, estes seres geram serviços muito importantes para o meio ambiente, contudo, são pouco conhecidos e valorizados (Lewinsohn e Prado, 2005).

Caracterização dos invertebrados que ocorrem no solo

A fauna do solo é composta por diversos animais, dentre eles destacam-se as formigas, os cupins, os tatuzinhos de jardim, os piolhos-de-cobra e algumas espécies de besouros. Estes invertebrados utilizam o

solo como seu habitat e possuem o corpo com capacidade suficiente para romper as estruturas do solo, movimentar-se e construir galerias (Anderson, 1988).

Segundo Matrangola et al., (2009), os tatuzinhos de jardim atuam como fertilizantes naturais. Ao varrermos a serapilheira e jogá-la no lixo, retiramos as fontes de alimentos dos tatuzinhos, removendo a possibilidade da ação desses animais retornarem os nutrientes da matéria orgânica e vegetal para o solo (Oliveira, 2009).

As formigas são animais presentes em todos os ambientes do planeta, e reconhecidas como amigas do solo. Desempenham funções como predação, ciclagem de nutrientes, proteção para plantas contra herbívoros e dispersão de sementes. Durante a construção dos ninhos, as formigas movimen-



tam o solo e utilizam a matéria orgânica como fonte de alimento. Os hábitos de movimentar o solo fazem com que haja aumento da porosidade e drenagem do solo onde o mesmo fica menos denso, o que aumenta a quantidade de matéria orgânica, favorecendo o crescimento das plantas, devido a maior quantidade de nutrientes (Brown et al., 2009).

Os cupins são animais que, no solo, respondem às modificações do habitat e são considerados bons bioindicadores do uso e manejo do solo. Alimentam-se de material constituído de celulose, aceleram a decomposição e ciclagem de nutrientes minerais contidos em matéria vegetal morta. Ao buscarem alimento, os cupins constroem vários túneis do solo e desta forma, movimentam as partículas do solo, aumentando a aeração, porosidade, drenagem e absorção de água. Estes

invertebrados possuem relações simbióticas com protozoários e bactérias fixadoras de nitrogênio, ajudando-os na digestão da celulose (Barros et al., 2002).

Existem aproximadamente 10 mil espécies de piolhos-de-cobra descritas no mundo e são essenciais na conservação do solo (Lavelle et al., 1994), por sua atividade detritívora e importância na ciclagem de nutrientes do solo (Correia e Oliveira, 2005). Estes seres são excelentes trituradores de resíduos e produtores de adubo orgânico. Utilizam pedras ou troncos de árvores como locais para se esconderem e algumas vezes são confundidos com pragas. São capazes de triturar resíduos brutos e associados a locais com atividade humana e grandes quantidades de matéria vegetal. Por conta de sua ação trituradora, a fertilidade do solo é beneficiada devido a acelera-



ção da decomposição do material presente na superfície do solo, transformando-o em húmus, essas informações demonstram o quanto esses animais contribuem para o equilíbrio do solo e produzem nutrientes essenciais para as plantas.

No caso dos besouros, estes constituem um grupo bastante extenso e variado, com mais de 350.000 espécies descritas (Louzada, 2008 e Korasaki et al., 2013). Dentre as espécies habitantes do solo destacam-se os escarabeídeos, que têm grande importância como indicadores de perturbação ambiental, são detritívoros e influenciados pela cobertura vegetal e tipo de solo no qual se encontram (Louzada e Zanetti, 2013). Estes besouros cavam túneis para armazenar alimento, promovendo absorção da água, aeração do solo e aumento de sua fertilidade (Louzada,

2008).

Os invertebrados presentes no solo são extremamente importantes pois as atividades exercidas por eles contribuem para a estruturação do ambiente terrestre, além de estabelecerem interações em diferentes níveis com os microorganismos que também são essenciais para a conservação do ecossistema, por apresentarem alta diversidade e rápida capacidade de reprodução (Correia e Oliveira, 2005; Nunes, 2010). A fauna do solo é influente e reflete as condições do meio ambiente, podendo ser um bom indicador biológico de qualidade dos resíduos orgânicos já decompostos de modo a contribuir para a avaliação de um sistema de produção (Huber e Morseli, 2006). Baretta et al., (2008) afirmam que as características do habitat, como clima, tipo de solo, abundância de serrapilheira acumula-



da, quantidade de matéria orgânica, manejo do solo, determinam quais os grupos da fauna estarão presentes no solo e em que quantidades. A fauna do solo constitui um importante instrumento para avaliação da qualidade do mesmo, além de desempenhar funções vitais como a liberação e mineralização de componentes orgânicos (Ducatti, 2002).

Educação ambiental e a conservação do solo

A educação ambiental é importante para estimular a consciência da importância da conservação da biodiversidade e dos recursos naturais nos seres humanos. Para isso é fundamental que se conheça os seres vivos, seus nichos ecológicos e o ambiente no qual vivem. Segundo Venturini (s.d), a biodiversidade é um recurso que permitirá

a humanidade adequar-se às mudanças globais, pois conservá-la significa proteger os sistemas naturais que sustentam a vida. De acordo com a Lei Federal 9.795/99

Entende-se por Educação Ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (Lei Federal 9.795, 1999, art. 1º)

Este trabalho é de suma importância pois demonstra a íntima relação dos invertebrados com o solo e como este pode ser conservado através da ação destes seres vivos. Diversos trabalhos vêm sendo desenvolvidos por meio da utilização de invertebrados para verificar a qualida-



de e preservação do solo. Nestas pesquisas é possível destacar a relevância destes animais em solos de cultivo de mandioca, já que contribuem para um melhor funcionamento do solo, dinamizando a ciclagem de nutrientes.

Algumas práticas agrícolas podem provocar o desequilíbrio das comunidades viventes do solo. A sensibilidade dos invertebrados do solo aos diferentes tipos de sistemas de manejo depende do quanto determinadas práticas podem ser consideradas sustentáveis ou não, no que se refere à qualidade do solo (Correia, 2002). Devido ao fato destes organismos serem extremamente sensíveis e reagirem às atividades antrópicas e naturais, eles podem ser utilizados para avaliar a qualidade do solo e estabelecer os níveis de sustentabilidade dos sistemas de produção.

Sendo assim, existem

projetos práticas pedagógicas em educação ambiental voltados à preservação e conservação do solo. Eles podem ser aplicados em escolas de níveis fundamental e médio. Em projetos como estes, são elaborados minicursos, palestras e atividades práticas com o intuito de reconhecer os organismos presentes no solo e identificar o animal com o qual estão trabalhando.

Na cidade Caxias, no estado do Maranhão, foi desenvolvido um projeto onde os alunos foram apresentados aos representantes do filo Arthropoda. Durante as atividades, foram executadas pesquisas de campo, onde os alunos realizaram coletas de animais; foram elaborados questionários, aulas teóricas e práticas para explicitar o conteúdo. Este projeto também apresentou o filme vida de inseto como metodologia complementar. Ao



final, os alunos foram instigados a produzir cartazes com a representação dos invertebrados e a pensarem de forma mais consciente em relação à proteção do solo e de seus habitantes. Após a realização das atividades, a escola verificou a importância do ensino dos invertebrados na conservação do solo e como estas formas de ensino podem formar cidadãos mais conscientes em relação ao meio ambiente.

Nas escolas, o ensino do solo nas aulas de ciências é fundamental para a construção da consciência ecológica dos alunos e deve se iniciar na educação básica. Neste sentido, no estado do Paraná, três colégios públicos da cidade de Marechal Cândido Rondon foram selecionados para participarem de práticas pedagógicas onde 10 turmas de 5 séries participaram do projeto. Inicialmente foi realizada explicação

oral sobre os seguintes temas: conceito do solo, fatores de formação do solo, degradação do solo e manejo. Na segunda etapa, cada aluno recebeu três potes de plástico: um com solo orgânico, outro com solo argiloso e outro com solo arenoso, onde acrescentaram folhas, flores e insetos mortos para acompanhar sua decomposição no solo. A partir das atividades desenvolvidas, foi possível avaliar que a participação dos professores e alunos foi considerada satisfatória, houve interesse e participação, o que refletiu numa melhora significativa no aprendizado dos conteúdos pela maioria (Cunha et al., 2013).

Apesar da grande importância da vida no solo e seu estudo, é evidente que ensinar conteúdo sobre o solo nem sempre é tarefa fácil (Cunha et al., 2013). Dessa forma, torna-se necessária a elaboração e utilização



de recursos didáticos que facilitem o ensino como maquetes, cartilhas sobre o uso e conservação do solo, kits didáticos e cartazes ilustrativos (Hatun, 2008).

O Projeto Solo na Escola, da Universidade de São Paulo desenvolve uma série de atividades relacionadas à educação em solos no Parque de Ciências da USP. Quando realizam visitas, os alunos participam de experimentos, oficinas de arte com solo e aprendem os conteúdos relacionados ao solo de forma lúdica.

Na cidade de Ourinhos, no estado de São Paulo, o Núcleo de Estudos da Universidade Estadual de São Paulo utiliza diversas atividades para trabalhar os conceitos do solo em educação ambiental. São atendidos alunos e professores da rede pública de ensino, além de grupos de pessoas com deficiência física, terceira idade e até orfanatos. O projeto

oferece minicursos em educação ambiental, cursos de formação para professores e elabora maquetes, fantoches, jogos, materiais didáticos a partir de produtos recicláveis, mini-perfis de solo dentre outras atividades.

Já na cidade de Viçosa no estado de Minas Gerais, há o Programa de Educação em Solos e Meio Ambiente, o trabalho acontece em locais formais e não formais, trata de temas relacionados ao meio ambiente, voltados para o solo através de oficinas, visitas supervisionadas ao Museu Ciências da Terra Alexis Dorofoef e cursos de formação para professores.

O ensino de solos propõe um trabalho interdisciplinar, integral e global, onde todos os aspectos do solo sejam associados em ordem política, econômica, cultural e social. Todos estes fatores contribuem para um en-



tendimento mais amplo por parte dos alunos em relação aos conteúdos estudados acarretando valores e atitudes conscientes para a sustentabilidade do solo (Santos, 2010).

Considerações finais

Diante do presente trabalho, é possível considerar que a educação ambiental é o caminho fundamental para a conservação da vida no solo. Os habitantes do solo contribuem de maneira eficiente para a preservação, manutenção e equilíbrio deste importante ecossistema pois estas comunidades, quando em desequilíbrio podem sinalizar que algo está errado e que estas alterações podem ser causadas pelo uso desenfreado do uso do solo através das atividades humanas.

A preservação do solo está intimamente ligada a educa-

ção ambiental pois é através dela que os indivíduos desenvolverão sua consciência ambiental e esta consciência deve ser estimulada dentro de casa, onde os pais devem explicar a importância de se preservar o meio ambiente e como os animais do solo contribuem para isso. Desta forma, é de suma importância que escola e a comunidade contribuam para o desenvolvimento de projetos e práticas pedagógicas voltados para a conservação da vida do solo, incentivando as pessoas a terem uma visão mais ampla e clara sobre este assunto. Além de ser uma temática que deve ser abordada em todas as modalidades de ensino, desde a pré-escola até o ensino superior.

REFERÊNCIAS

Anderson, J. M. (1998). Invertebrate-mediated transport process



- in soil. Agriculture Ecosystems and Environment, Amsterdam, v. 24, p. 5-19.
- Araújo, P. B. (1999). Subordem Oniscidea (Isopodos terrestres, “tatuzinhos”). In L. Buckup e G. Bond-Buckup (Eds). Os crustáceos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Editora: universidade/UFRGS.
- Baretta, D; Santos, J; Segate, J. C. (2008). Fauna edáfica e qualidade do solo. Tópicos em ciência do solo, v. 7, p. 119-170.
- Barros, E.; Neves, A.; Blanchart, E.; Fernandes, E. C.; Wandelli, E.; Lavelle, P. (2002) Development of the soil macrofauna community under silvopastoral and agrosilvicultural systems in Amazonia. Pedobiologia, v. 47, p. 273-280.
- Biondi, D. (2008). Arborização urbana aplicada à educação ambiental nas escolas. Curitiba.
- Brown, G. G. (2009). A importância dos engenheiros do ecossistema. Embrapa Florestas-Artigo de divulgação na mídia.
- Brown, G. G. (2015). Biodiversidade da fauna do solo e sua contribuição para os serviços ambientais. Embrapa Florestas.
- Carvalho, V. S. (2008). A ética na Educação Ambiental e a ética da Educação Ambiental. In: Machado, C. et al. Educação Ambiental consciente. 2. Ed. Rio de Janeiro: Walk.
- Coelho, M. R. (2013). Solos: tipos, suas funções no ambiente, como se formam e sua relação com o crescimento das plantas. Embrapa Solos-Artigo em anais



de congresso. Moreira, F. M. S; Cares, J. E; Zanetti, R.; Stumer, S. L O ecossistema o solo: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal. Lavras, MG: UFLA.

Correia, M. E. F.; Oliveira, L. C. M. de (2005). Fauna do Solo: Aspectos Gerais e Metodológicos. Seropédica: Embrapa Agrobiologia.

Correia, M. E. F. (2002). Relações entre a diversidade da fauna do solo e o processo de decomposição e seus reflexos sobre a estabilidade dos ecossistemas. Seropédica: Embrapa Agroecologia.

Cunha, J. E; Rocha, A. S; Tiz, G. J; Martins, V. M (2013). Práticas pedagógicas para ensino sobre solos: aplicação à preservação ambiental. Terra e Didática. v. 9 n. 2, p. 74-81.

De Melo, F. V; Brown, G. G.; Constantino, R.; Louzada, J. N. C.; Luizão, F. J.; Moraes, J. W. de; Zanetti, R (2009). A importância da meso e macrofauna do solo na fertilidade e como bioindicadores. Embrapa Florestas.

Doran, J. W; Parkin. T. B (1994). Definindo e avaliando a qualidade do solo. In: Doran, J. W; Coleman, D. C; Bezdiecek, D. F; Stewart, B. A. Definindo qualidade do solo para um ambiente sustentável. Madison: SSSA.

Ducatti, F. Fauna edáfica em fragmentos florestais em áreas reflorestadas com a espécie da mata atlântica. (2002). Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais)-Escola Superior de Agricultura, Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.



Trilhando Pelos Solos - Aprendi-

zagem e Conservação do Solo.

Fao. (2003). *Statiscal Yearbook 2012: World food and agriculture*. Roma.

Fonseca, V. L. B; Costa, M. F. B; Costa, M. A. F (2005). A Educação Ambiental no ensino médio: mito ou realidade. *Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, v. 15.

Gualter, R. M. R; Paixão, M. L. C; Cruz, M. A; Gualter, T. J. R. (2017). Ludicidade no ensino de invertebrados do solo em escola pública do ensino básico em Caxias, MA. *Educação Ambiental em ação*, v. 20, n. 76.

Gullan, P. J (2017). *Insetos: fundamentos da entomologia*. 5.ed. Rio de Janeiro: Roca.

Hatum I. S; Zecchini M. V; Fushimi M; Nunes J. O. R (2008).

Huber, A. C. K.; Morselli, T. B. G. A (2006). Estudo da mesofauna (ácaros e colêmbolos) no processo da vermicompostagem. *Revista da FZVA. Urugaiana*, v. 1, n. 1.

Karlen, D. L; Mausabach, M. J; Doran, J. W; Cline, R. G; Harris, R. F; Schuman, G. E (1997). Soil quality: a concept, definition and framework for evaluattion. *Soil Science Society of America Journal*, v. 61, n. 1.

Korasaki, V.; Morais, J. W. De; Braga, R. F. Macrofauna. In: Moreira. F. M. S., Cares, J. E.; Zanetti, R.; Sturmer, S. L (2013). (Eds). *O ecossistema solo: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal*. Lavras. Editora da UFPA.



- ecossistema solo. Lavras: UFLA.
- Louzada, J. N. C. (2008). Scarabeinae (Coleoptera, Scarabeidae) detritívoros em ecossistemas tropicais: diversidade e serviços ambientais. In: Moreira, F. M. S.; Siqueira, J. O; Brusaard, L (Eds). Biodiversidade do solo em ecossistemas tropicais. Lavras: Editora da UFLA.
- Louzada, J.; Zanetti, R. Bioindicadores de impactos ambientais. Moreira F. M. S; Cares, J. E Zanetti, R; Stuurmer, S. L. (2013). O ecossistema solo. Lavras: UFLA.
- Louzada, J. N. C. (2008). Scarabeinae (Coleoptera, Scarabeidae) detritívoros em ecossistemas tropicais: diversidade e serviços ambientais. In: Moreira, F. M. S.; Siqueira, J. O; Brusaard, L (Eds). Biodiversidade do solo em ecossistemas tropicais. Lavras: Editora da UFLA.
- Matrangolo, W. J. R; Cruz, I; Miranda, G. A; Nascimento, R. A; Inácio, V. M; Abreu, V. M. (2009). Tatu-bolinha (Artrópodo, Gênero Armadillium) Como Ferramenta de Ecoalfabetização. Embrapa Milho e Sorgo. Revista Brasileira de Agroecologia. v. 4.
- Miranda, G. A; Matrangolo, W. J. R; Nolasco, A. A. R; Calazans, G. M; Nunes, T. (2010). Tatu-bolinha Como Ferramenta de Educação Ambiental na Embrapa
- Lanzanova, M. E (2005). Atributos físicos do solo em sistemas de culturas sob plantio direto na integração lavoura-pecuária. Dissertação. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria.
- Lavelle, P. (1994). Faunal activities and soil processes: Adaptive strategies that determine ecosystem function. In: Transactions of the 15th World Congress of Soil Science. Inaugural and state of the art conferences. ISSS, Acapulco, México, 1994.
- Lewinsohn, T. M.; Prado, P. I. (2005). Quantas espécies há no Brasil. Megadiversidade, v.1, n. 1. 2005.



Milho e Sorgo.

Moço, M. K. S.; Gama Rodrigues, E. F; Gama Rodrigues, A. C; Correia, M. E. F (2005). Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região Norte Fluminense. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 29, p. 555-564.

Nunes, J. S. (2010). Atributos Biológicos do solo de Áreas em diferentes Níveis de Degradação no Sul do Piauí. Dissertação (Mestrado em Agronomia-Solos e Nutrição de Plantas). Universidade federal do Piauí, Câmpus Professorra Cinobelina Elvas, Bom Jesus, PI.

Oliveira, A. N. S. (2009). Recursos didáticos para o processo de ensino-aprendizagem de solos no ensino fundamental.

Quadros, A. F. (2009). Ecologia populacional, estratégias reprodutivas e uso de recursos por isópodos terrestres neotropicais (Crustacea, Isopoda). Tese - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Biociências. Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal.

Reichert, J. M. (2007). Fundamentos da ciência do solo. Universidade Federal de Santa Maria.

Rodrigues, S; Duarte. A. C. (2003). A poluição do solo: revisão generalista dos principais problemas. In Castro, A; DUARTE, A; SANTOS, T. (Ed) O ambiente e a saúde. Lisboa. Instituto Piaget.

Ruellan, A. (1988). Contribuição de pesquisas em zona tropical ao desenvolvimento da Ciência do



Solo. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 21, Campinas, SP, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 67-74.

Venturini, R. A. (2017). A Biodiversidade no Ambiente Escolar, p. 1-9.

Santos, N. L, Silva, V. C; Martins, P. E. S; Alari, F. O; Galzerano, L; Miceli, N. G. (2010). As interações entre solo, planta e animal no ecossistema pastoril. *Ciência Animal*, v. 21, n. 1, p. 65-76.

Seybold, C. A.; Herrick, J. E.; Bredja, J. J. (1998). Soil resilience: a fundamental component of quality. *Soil Science*, Madison, v. 1644, p. 224-234.

Steffler, M; Danzer, M. (2012). O solo como instrumento de educação ambiental. *Revista Homem, Espaço e Tempo*, v. 6, n. 2.

United States Department of Agriculture-Usda. (2010). *Keys to Soil Taxonomy*. 11. Ed.



ANÁLISE AMBIENTAL ATRAVÉS DE TESTEMUNHO DE SONDAGEM NA DESEMBOCADURA DO RIO CEARÁ-MIRIM, EXTREMOZ/RN

ENVIRONMENTAL ANALYSIS THROUGH SURVEY TESTIMONY AT THE ENVIRONMENT OF THE CEARÁ-MIRIM RIVER, EXTREMOZ/RN

Hudson Victor da Silva Araujo¹

Jefferson Manoel Silva Sales²

Werner Farkatt Tabosa³

Resumo: O rio Ceará – Mirim é um dos principais rios do Rio Grande do Norte, sua nascente é no município de Lages e sua desembocadura que está situada na comunidade de Barra do Rio, município de Extremoz/RN. Sua foz está inserida num ecossistema de manguezal, que é um berçário de espécies de animais

marinhos, utilizada para alimentação e reprodução. O manguezal é uma fonte para comunidades ribeirinhas, como forma de subsistência, todavia, esse processo não ocorre de forma sustentável e muitas vezes são degradados. Além dessas ações, existe a ocupação irregular da área, assim como o desmatamento e o desvio

1 REDE LAUREATE UNIVERSITIES/UNP – Universidade Potiguar

2 REDE LAUREATE UNIVERSITIES/UNP – Universidade Potiguar

3 REDE LAUREATE UNIVERSITIES/UNP – Universidade Potiguar



do curso do rio para estabelecimento de tanques de carcinicultura, agredindo ainda de forma contínua e provocando o aceleração do assoreamento do mesmo, afim de identificar problemas ambientais da região, utilizamos a técnica de testemunho de sondagem para uma avaliação.

Palavras chave: barra do rio, sedimentologia, manguezal.

Abstract: The Ceará – river is one of the main rivers of Rio Grande do Norte, its source is in the municipality of Lages and its mouth that is located in the community of Barra do Rio, municipality of Extremoz / RN. Its mouth is embedded in a mangrove ecosystem, which is a nursery of species of marine animals, used for feeding and reproduction. The mangrove is a source for riparian communities, as a

way of subsistence, however, this process does not occur in a sustainable way and are often degraded. Besides these actions, there is an irregular occupation of the area, as well as deforestation and diversion of the course of the river to establish shrimp farming tanks, which continues to attack and accelerate the sedimentation of the area, in order to identify environmental problems in the region, we used the sounding technique for an evaluation.

Keywords: barra do rio, sedimentology, mangrove.

INTRODUÇÃO

Estudos sistemáticos sobre o litoral oriental potiguar vêm sendo conduzido desde o início do ano de 1960, muito embora, os depósitos holocênicos, bem como suas formas resultan-



tes, sejam de processos costeiros ou neotectônicos, ainda necessitando de estudos mais detalhados (Melo, 2000).

Sabendo disso, é importante salientar que a zona sedimentar costeira do Estado do Rio Grande do Norte (RN) perfaz uma extensão de 410 km de costa, constituída predominantemente por praias arenosas e falésias ativas, sendo em geral subdividida em dois setores distintos: O Litoral Oriental e o Litoral Setentrional (VITAL, 2002).

Acrescenta-se a preocupação com os ecossistemas, de uma forma generalizada, principalmente com os terrestres, entretanto quase que imperceptível e silenciosa as zonas costeiras, marés e oceanos de todo o mundo sofrem de forma gradativa os efeitos da expansão da ocupação e de uso humano sem ter a devida consideração. Como conse-

quências pode ser citado a perda de habitat, devido à conversão de áreas naturais em áreas para aquicultura e devido ao crescimento urbano e industrial; sedimentação em zonas costeiras, causada pelo carreamento de sedimentos provenientes da agricultura, principalmente em virtude do desmatamento da mata ciliar; falta de sedimentos, provocado pelo barramento excessivo dos rios; disseminação de espécies invasoras, por introdução acidental ou deliberada, colocando em perigo a abundância e sobrevivência de espécies nativas (MMA, 2010).

Testemunho de sondagem é um procedimento que consiste em uma amostra coletada durante perfuração de um poço ou sondagem vertical. A amostragem de material da subsuperfície permite extrair informações de suas propriedades, tais como tamanho de grão, composição,



conteúdo fossilífero, estruturas sedimentares, superfícies erosivas, além de uma gama de dados geoquímicos e petrológicos. Estas informações são fundamentais para interpretar o empilhamento estratigráfico, correlacionar dados e explicar a evolução estratigráfica de um sistema ou bacia sedimentar. A desembocadura do rio Ceará-Mirim tem sofrido durante anos com modificações ambientais, sendo elas causadas de formas antrópicas e naturais, por esse motivo faz – se necessário essa análise.

ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do Rio Ceará-Mirim, área objeto deste estudo, apresenta um comprimento aproximado de 120 km. A sua foz no atlântico está situada a 10 km ao norte da Cidade de Natal, capital do Estado

do RN. O estuário do Rio Ceará Mirim (Figura 1), está localizado entre os municípios de Extremoz e Ceará Mirim, no litoral oriental potiguar, com coordenadas 05 26 ' e 05 38' de latitude sul e 35° 14' e 35° 34' longitude oeste (SOARES, 2010).

A bacia do rio Op. Cit, possui um padrão de drenagem indefinido no baixo e médio curso, com rios esparsos e drenagem pouco densa. No alto curso, os rios são mais numerosos. No baixo curso, a maioria dos rios se mostra perene, porém nos alto e médio cursos são intermitentes, passando boa parte do ano sem fluir. (INGUNZA; SILVA, 2001).





METODOLOGIA DO TRABALHO

Coleta de Dados

A ferramenta de pesquisa (FIGURA 1) utilizada consiste no sistema vibracore, equipamento esse que é formado por um motor movido a gasolina 2T, que emite vibrações a 7.000 rotações por minuto, por meio de um cabo

denominado mangote, acoplado a um cabeçote de ferro e firmemente fixado a um tubo de alumínio ou PVC com seis metros de comprimento e com espessura de 1,5 milímetros e diâmetro de 7,5 centímetros.

Para retirar o testemunho, utilizou-se um sistema de tripé, composto por uma torre de ferro galvanizado e uma talha. Como o tubo não penetra todo o substrato em seu total com-



primeto se faz necessário segmentar o excedente, esse tipo de situação ocorre devido o tipo de substrato onde o testemunho é coletado.

Logo após, o tubo foi preenchido com água, fechado com tampa plástica e fita isolante, procedimentos esses utilizados para evitar perda de material por sucção durante a remoção do testemunho.

O testemunho precisa ser mantido com o topo mais alto que a base para que o excedente seja segmentado, afim evitar a escorrimento e a possível mistura de material, posteriormente

a coleta o testemunho foi limpo, vedado e identificado. A identificação ocorre ao longo do tubo e na tampa. O ápice do testemunho é considerado como o nível zero da seção e começando por ele, numera-se a metragem.

Sucessivamente, o testemunho foi segmentado com 1,43m e lacrado nas extremidades. A seção foi destacada com os indicativos: topo e base, esse destaque ocorre tanto no tubo como nas tampas, finalmente são posicionadas no sentido horizontal, continuando assim até sua abertura.

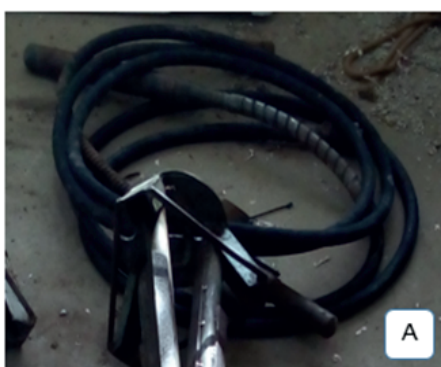




Figura 1: Equipamento pertencente ao Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha e Monitoramento Ambiental da UFRN. (A) Vibrador de imersão acoplado com abraçadeira metálica (B) motor a combustão e (C) tripé utilizado para retirar os testemunhos. Foto: Dados da Pesquisa. (2018)

Descrição do Material

Por se tratar de material de natureza inconsolidada, é aconselhável que os procedimentos de laboratório, entre as fases de abertura, descrição, amostragem, fotografias e radiografia dos

testemunhos, sejam realizados no menor espaço de tempo possível (MELO, 2000).

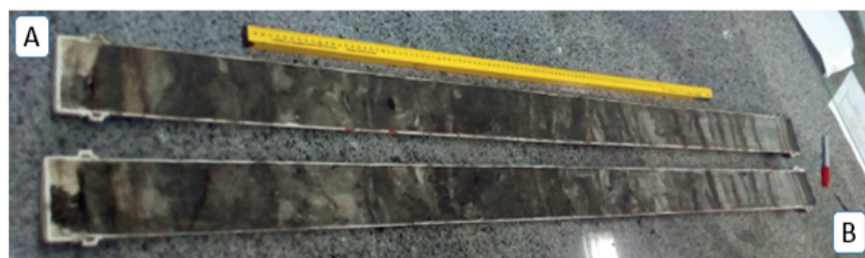


Figura 2: Exemplo de seção longitudinal do testemunho. (A) Início do testemunho e (B) fim do testemunho. Foto: Dados da Pesquisa (2018)

A análise estratigráfica consiste em verificar todos os aspectos visíveis do testemunho

aberto, nesse processo são realizados medição real do testemunho, marcação dos tipos de sedi-



mentos, as cores dos sedimentos e descrição inicial de possíveis materiais orgânicos.

Para obter – se os resultados da análise granulométrica são necessárias duas etapas: lavagem do sedimento e secagem.

A lavagem ocorre de forma manual e envolve alguns passos que precisam ser seguidos, todas as porções foram colocadas em baldes com água, permanecendo 24 horas afim de retirar sal e impurezas por meio de suspensão, foram realizadas 3 trocas de água, para auxiliar no procedimento foi utilizado uma mangueira, após a lavagem todas as amostras foram para secagem na estufa a 60°C onde permaneceram por 72 horas até sua retirada.

Foi retirado amostras de 15 cm de três regiões diferentes do testemunho: topo, centro e base.

Do topo foi retirado a porção 0 – 0,15cm

Do centro foi retirado a porção 0,53 – 0,68cm

Da base foi retirado 128,0 – 143,0cm

O outro processo é o quarteamento e peneiragem, cada uma das porções foi quarteada manualmente, após o quarteamento foram separadas 100 gramas de cada uma das porções e essas passaram pelo peneiramento granulométrico, foram determinados padrões de peneiras com tamanho de malhas diferentes, tendo essas os respectivos tamanhos:



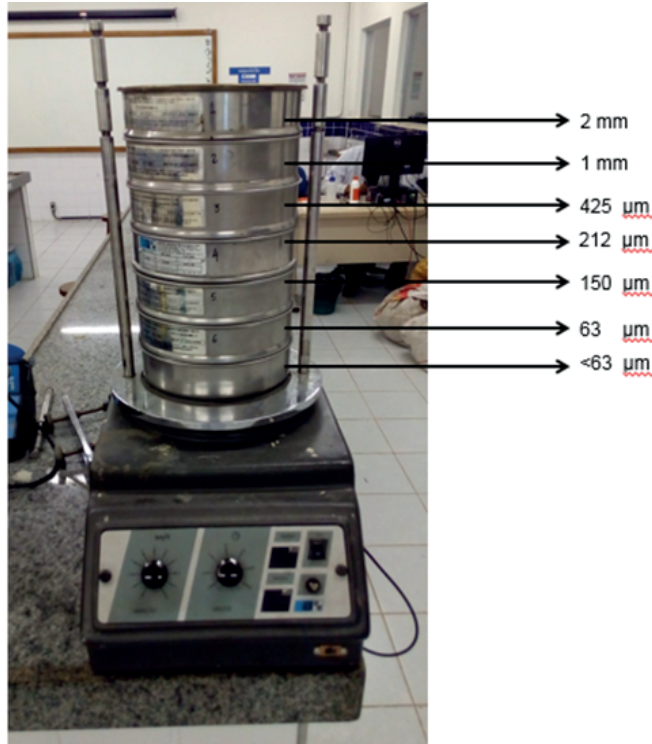


Figura 3: Peneira Granulométrica, Laboratório Mecânica dos Solos – Universidade Potiguar Foto: Dados da Pesquisa (2018)

A Associação Brasileira de Normas e Técnicas (ABNT) determinam na NBR 7217 limites nas frações dos sedimentos, seguindo suas normas, os sedimentos adquiridos encontram – se na classificação de areia grossa, média, fina e silte.

Afim de resultados mais precisos, todos os dados foram pesados e registrados, após isso

foram inseridos e processados no software Sistema de Análises Granulométricas (SAG), desenvolvido pela Universidade Federal Fluminense, contribuindo significativamente com dados mais precisos a respeito dos dados granulométricos.

Esse programa dispõe de resultados baseados em parâmetros de estatística descritiva

(ROGERSON, 2012). A média e a mediana foram realizadas conforme o valor do peso dos sedimentos detidos nas peneiras e alimentados no SAG. As medidas de assimetria e curtose foram realizadas com base em histogramas gerados, além disso, o programa permite a elaboração de gráficos de frequência cumulativa (FERREIRA, 2015).

Para entender o processo da região estudada, foram captadas imagens de satélite para entender o processo de mudanças na região.



Figura 4 Análise multiespectral com imagens orbitais do sistema CNES/Airbus. Imagens: Google Earth (2018)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Descrição Estratigráfica do Testemunho

Tabela 1: Resultados de análise estratigráfica. Fonte: Dados da Pesquisa 2018

0 – 2,5cm	Sedimentação Lamosa.
2,5 – 8,0cm	Sedimentação Areno-Lamosa.
8,0 – 11,5cm	Sedimentação Areno-Lamosa de coloração cinza escura.
11,5 – 20cm	Sedimentação Areno-Lamosa de coloração cinza claro.
20 – 32,5cm	Sedimentação Arenosa com intercalações milimétricas argilosas, presença de conchas.
32,5 – 43,5cm	Sedimentação Arenosa com intercalações lamosas sem um padrão definido, presença de material de origem vegetal em decomposição.
43,5 – 47cm	Sedimentação Arenosa com manchas centimétricas de material lamoso.
47 – 68,5cm	Sedimentação Lamosa com intercalações de sedimentação arenosa, esses níveis encontram-se levemente inclinados aproximadamente 10°.
68,5 – 73,5cm	Sedimentação Arenosa.
73,5 – 78cm	Sedimentação Lamosa.
78 – 86cm	Sedimentação Arenosa com intercalações de lama e areia paralelas entre si.
86 – 94 cm	Sedimentação Arenosa com intercalações de lama e areia, porém apresenta estratificação cruzada.
94 – 128,5cm	Sedimentação Arenosa com intercalações lamosas paralelas, presença de fragmento de corda azulada.
128,5 – 139,5cm	Sedimentação Arenosa.
139,5 – 143,0cm	Sedimentação Lamosa.

Análise Granulométrica



Tabela 2: Resultados de processamento de amostra do topo do testemunho, Fonte: Sistema de Análise Granulométrica (2018)

AVALIAÇÃO SEDIMENTOLÓGICA DE TESTEMUNHO DE SONDAGEM									
Amostra				Projeto				Data	
TOPO				TCC_UnP				02/05/2018	
Peso inicial			Peso final		Profundidade			Percentual de carbonato	
100			99,79		1,43			0,00%	
D(MM)	PHI	Peso	Frequência	Frequência	Parâmetros estatísticos				
			%	Acumulada	Mediana				2,421
2	-1	1,38	1,3829	1,3829	Média				2,442
1	0	1,42	1,423	2,8059	Selecionamento				1,004
0,5	1	4,37	4,3792	7,1851	Assimetria				-0,038
0,25	2	32,96	33,0294	40,2145	Curtose				0,784
0,125	3	23,19	23,2388	63,4533	Curtose (norm)				0,439
0,0625	4	32,08	32,1475	95,6008					
					Classificação pela média				
					=> AREIA FINA <=				
Classificação por frequência simples									
Cascalho				1,383					
Areia muito grossa				1,423					
Areia grossa				4,379					
Areia média				33,029					
Areia fina				23,239					
Areia muito fina				32,148					
Silte				4,399					
Argila				0					

Gráfico 1: Resultados de processamento de amostra do topo do testemunho. Fonte: Sistema de Análise Granulométrica (2018)



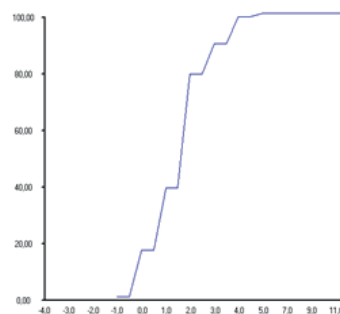
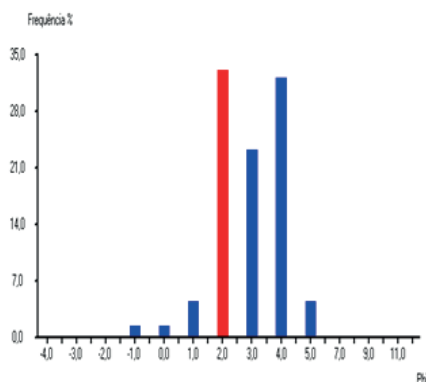


Tabela 3: Resultados de processamento de amostra do centro do teste-munho. Fonte: Sistema de Análise Granulométrica (2018)

AVALIAÇÃO SEDIMENTOLÓGICA DE TESTEMUNHO DE SONDAGEM									
Amostra			Projeto			Data			
CENTRO			TCC_UnP				02/05/2018		
Peso inicial		Peso final		Profundidade		Percentual de carbonato			
100		99,76		1,43		0,00%			
D(MM)	PHI	Peso	Frequência	Frequência	Parâmetros estatísticos				
			%	Acumulada	Mediana				1,97
2	-1	3,87	3,8793	3,8793	Média				1,99
1	0	6,11	6,1247	10,004	Selecionamento				1,336
0,5	1	13,59	13,6227	23,6267	Assimetria				-0,056
0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	Curtose				0,947
0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	Curtose (norm)				0,486
0,0625	4	23,66	23,7169	94,3865					
					Classificação pela média				
					=> AREIA MEDIA <=				
Classificação por frequência simples									
Cascalho			3,879						
Areia muito grossa			6,125						
Areia grossa			13,623						
Areia média			27,195						
Areia fina			19,848						
Areia muito fina			23,717						
Silte			5,613						
Argila			0						

Gráfico 2: Resultados de processamento de amostra do centro do teste-munho. Fonte: Sistema de Análise Granulométrica (2018)

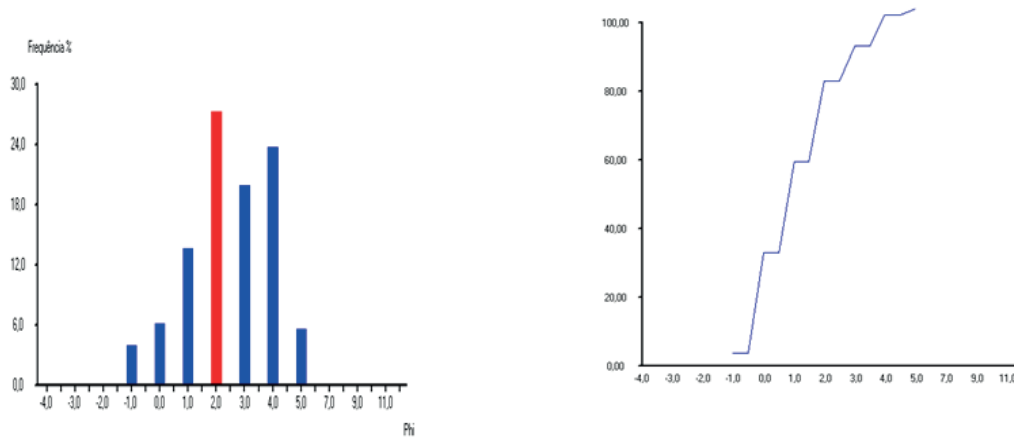
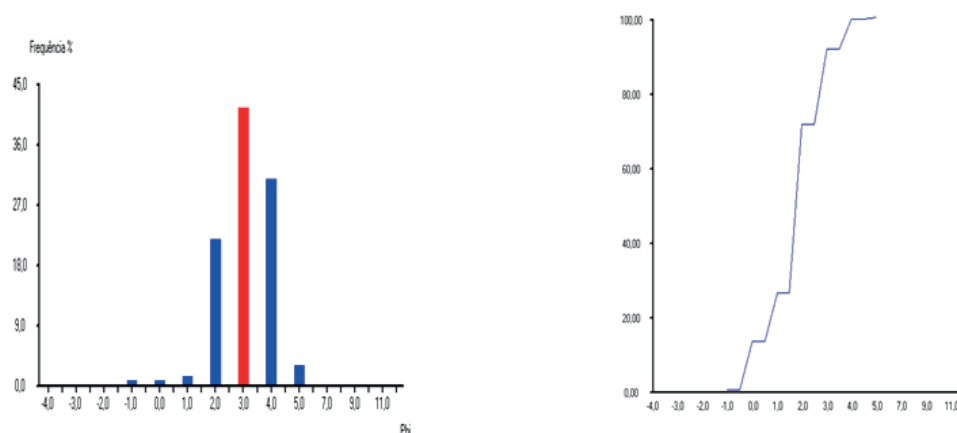


Tabela 4: Resultados de processamento de amostra da base do testemunho. Fonte: Sistema de Análise Granulométrica (2018)

AVALIAÇÃO SEDIMENTOLÓGICA DE TESTEMUNHO DE SONDAGEM									
Amostra				Projeto			Data		
BASE			TCC_UnP				02/05/2018		
Peso inicial			Peso final		Profundidade		Percentual de carbonato		
100			99,88		1,43		0,00%		
D(MM)	PHI	Peso	Frequência	Frequência	Parâmetros estatísticos				
			%	Acumulada	Mediana				2,612
2	-1	0,79	0,7909	0,7909	Média				2,598
1	0	0,69	0,6908	1,4818	Selecionamento				0,848
0,5	1	1,31	1,3116	2,7934	Assimetria				-0,043
0,25	2	21,87	21,8963	24,6896	Curtose				0,907
0,125	3	41,32	41,3696	66,0593	Curtose (norm)				0,476
0,0625	4	30,84	30,8771	96,9363					
		3,06	3,0637	100	Classificação pela média				
					=> AREIA FINA <=				
Classificação por frequência simples									
Cascalho			0,791						
Areia muito grossa			0,691						

Areia média			21,896				
Areia fina			41,37				
Areia muito fina			30,877				
Silte			3,064				

Gráfico 3: Resultados de processamento de amostra da base do testemunho. Fonte: Sistema de Análise Granulométrica (2018)



Com base na análise estratigráfica do testemunho é possível observar o comportamento da deposição da sedimentação no local da coleta, a sedimentação é resumida em Arenos-Lamosa, esse tipo de sedimento é resultado das faixas de lama com intercalações de areia e faixas de areia com intercalações de lama.

Essas intercalações apresentam um padrão definido, que são de ordens milimétricas e

centimétricas para os dois tipos de sedimentação já citado, porém na faixa de sedimento 86 – 94cm a sedimentação apresenta uma estratigrafia cruzada, esse tipo de estratigrafia tem várias origens, mas, em geral, resulta do transporte de sedimentos arenosos de carga de fundo ou da migração de marcas pequenas e grandes ondulações ou preenchimento de canais, é uma característica



útil para determinar a direção de fluxo e identificar o topo e a base dos estratos.

O ecossistema de manguezal é bastante conhecido no seu papel de berçário de espécies, suas plantas servem como dessalinizador natural e seu substrato atua fortemente no processo de composição de matéria orgânica. Na porção 32,5 – 43,5cm foram encontrados materiais orgânicos de origem vegetal em estados iniciais e avançados de decomposição.

Na região é possível encontrar uma diversidade muito grande de espécies faunísticas, na abertura do testemunho foi possível observar a presença de fragmentos de conchas e durante o processo de quarteamento e peneiramento foi visto de forma mais clara conchas inteiras de moluscos bivalves e gastrópodes.

Aproximadamente na

profundidade de 1 metro foi encontrado um fragmento de corda de cor azul, revelando um outro problema, que é a deposição de lixo no ambiente e esse tipo de material demora cerca de 30 anos para se decompor.

De uma forma geral, o estuário do rio Ceará – Mirim constitui um ambiente de grande importância, que sofreu mudanças significativas, em tempos históricos e que se refletem em tempos atuais. Além de fatores naturais que atuam nessa área, deve ser levado em consideração as intervenções antrópicas, dentre elas podemos citar, o assoreamento, que já ocorre de forma natural por tratar – se de uma região próxima de dunas, porém o desmatamento da região por sua vez acelera o processo, além disso, houve a mudança do curso natural do rio para a instalação de tanques de carcinicultura. Sabem-



do que essa atividade é uma das principais fontes de economia para o estado do Rio Grande do Norte, se essas instalações fossem feitas com o foco na sustentabilidade ambiental, evitariam mais problemas na região.

CONCLUSÕES

Pela observação dos aspectos analisados a área escolhida para o desenvolvimento do trabalho é muito rica em biodiversidade, e ela ocorre em todos os âmbitos, seja ele faunístico, florístico ou geológico. Uma das melhores formas de entender o comportamento de uma determinada região, de saber como a morfologia encontra – se atualmente é por meio da observação in loco, entretanto estudando a geologia do local, principalmente por meio de testemunho de sondagem é possível entender de

forma mais clara o passado e esse mesmo estudo pode ajudar com possíveis problemas futuros, bem como atuando nas medidas para resolução desses problemas, de fato, a área foi muito devastada com o passar do tempo, isso tudo pela busca interesses de forma privada, sem levar em consideração o coletivo e o meio ambiente, medidas para amenizar problemas são adotadas, como exemplo pode ser citado o replantio de mudas de mangue, essa simples atitude impacta de forma positiva a região afetada, uma vez que o assoreamento pode ser controlado, com esse controle e o passar do tempo a sedimentação tem uma tendência de ser apenas lamosa, por tratar – se de uma área de manguezal. Durante o trabalho foram encontradas espécies faunísticas e para trabalhos futuros podem ser feitas identificações dessas e tentar estabelecer



uma relação dessas espécies com o ambiente, principalmente por saber que algumas espécies são bioindicadores e podem fornecer mais informações em relação ao ambiente.

Referências Bibliográficas

FERREIRA, Joyce Clara Vieira. Análise da dinâmica deposicional das praias de cacimbinha e do madeiro, Tibau do Sul - RN/Brasil. 2015. 152 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Ufrn, Natal, 2015.1

FICK, Cristiano; BORGES, Ana Luiza de Oliveira; MANICA, Rafael. Sedimentologia e estratigrafia de um depósito deltaico gerado por modelagem física empregando amostragem tipo testemunho. Pesquisas em Geociências, Porto Alegre, v. 44, n. 1, p.79-91, dez. 2016. Disponí-

vel em: <<http://www.seer.ufrgs.br/index.php/PesquisasemGeociencias/article/view/78253&sa=D&source=hangouts&ust=1524694829082000&usg=AFQjCNF5-c5dX7mj-VFrTjj7fkejRbEayQ>>. Acesso em: 24 abr. 2018.

INGUNZA, María del Pilar Durante; SILVA, Franklin Marcel Soares. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL DO RIO CEARÁ-MIRIM. In: 21º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21., 2001, João Pessoa. 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. João Pessoa: Edufrn, 2001. p. 1 - 9. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/brasil21/vi-027.pdf>>. Acesso em: 24 abr. 2018.

MELO, Flávia Taone Lira de.



Aspectos Morfo-Dinâmicos do Complexo Lagunar Nísia Floresta-Papeba-Guaraíras, Região Costeira Sul Oriental do RN. 2000. 71 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2000. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/18748/1/FlaviaTLM DISSERT.pdf>>. Acesso em: 24 abr. 2018.

Ministério do Meio Ambiente (Org.). Panorama da Conservação dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos no Brasil. Brasília: Ana Paula Leite Prates, Marco Antonio Gonçalves e Marcos Reis Rosa, 2010. 148 p. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/205/_publicacao/205_publicacao03022011100749.pdf>. Acesso em: 29 maio 2018.

ROGERSON, Peter A.. Métodos estatística para Geografia: um guia para o estudante. 3ª Ed. Porto Alegre. Bookman. 2012

SOARES, I. A. LINS, J. O. CÂNDIDO, G. A. Diagnóstico ambiental nas áreas de preservação permanente localizadas no estuário do Rio Ceará Mirim/RN com uso de um sistema de indicadores ambientais. Especialização em Gestão Ambiental Urbana, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte. 2010 <http://www.geomorfologia.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo11/041.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2018

VITAL, Helenice (Org.). EROÇÃO E PROGRADAÇÃO DO LITORAL BRASILEIRO | RIO GRANDE DO NORTE. Natal: Edufrn, 2002. Disponível em:



<http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_sigercom/_arquivos/rn_erosao.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2018



SILÍCIO ORGÂNICO NA PRODUÇÃO DE ABOBRINHA ITALIANA

ORGANIC SILICON IN THE PRODUCTION OF ITALIAN ZUCCHINI

Mateus Secco Araujo¹

Resumo: O uso de silício em várias culturas, vem demonstrando-se benéfico pela proteção que faz nas folhas diminuindo o ataque de pragas e doenças, por conta disso tem um aumento significativo na produção de diversas culturas. Objetivou-se avaliar a influência da aplicação de diferentes doses de silício na produção de plantas de abobrinha italiana da cultivar caserta conduzidas em ambiente aberto. Foram avaliadas diferentes doses de silício com o intuito de prevenir e diminuir a incidência de patógenos, elevando a produtividade.

O experimento foi conduzido na horta do Hospital São Roque na cidade de Getúlio Vargas - RS. Foram avaliados peso, circunferência e tamanho dos frutos de abobrinhas. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com seis tratamentos, T1: Testemunha, T2: Tratamento de sementes com silício, T3: Tratamento de sementes com silício + 1 aplicação de silício via foliar (0,5L ha⁻¹), T4: Tratamento de sementes com silício + 2 aplicações de silício via foliar (cada aplicação 0,25L ha⁻¹), T5: 1 aplicação de silício via foliar (0,5L

¹ Engenheiro agrônomo pelo Instituto de Desenvolvimento Educacional do Alto Uruguai



ha-1) e T6: 2 aplicações de silício via foliar (0,25 L ha-1, cada aplicação) para os tratamentos foi utilizado silício orgânico, com 4 repetições cada. As variáveis respostas foram submetidas à análise de variação e ao teste de Duncan a 5% de probabilidade para a comparação de médias. O uso de silício no tratamento de sementes e uma única aplicação via foliar, apresentou redução em circunferência dos frutos, em relação as plantas que não receberam aplicação de silício. Sendo que, estas plantas também apresentaram redução no comprimento de frutos em relação as plantas que receberam Si no tratamento de sementes e duas aplicações foliares, com meia dose cada.

Palavras-chave: Cucurbita pepo L. Silício. Produção

Abstract: The use of silicon in

several crops has been shown to be beneficial because of its protection in the leaves, reducing the attack of pests and diseases, because of which there is a significant increase in the production of various crops. The objective of this study was to evaluate the influence of the application of silicon drench with different application rates on the production of Italian zucchini plants of the Caserta grow crops conducted in an open environment. Different drenches of silicon were evaluated to prevent and reduce the incidence of pathogens, increasing productivity. The experiment was carried out in the garden of the Hospital São Roque in the city of Getúlio Vargas - RS, using the seeds of Italian zucchini of the Caserta grow crops, with different drenches of silicon. Weight, circumference and size of the fruits of zucchini were evalua-



ted. Seed treatment with silicon, T3: Seed treatment with silicon + 1 silicon application via leaf (0.5L ha⁻¹), T4: Seed treatment with silicon, T3: Seed treatment with silicon + 2 applications of foliar silicon (each application 0.25L ha⁻¹), T5: 1 application of foliar silicon (0.5L ha⁻¹) and T6: 2 applications of foliar silicon. The response variables were submitted to the variation analysis and to the Duncan test at 5% of probability for the comparison of averages. the use of silicon in the treatment of seeds and a single foliar application, presented a reduction in fruit circumference, in relation to the plants that did not receive silicon application, being that these plants also presented a reduction in fruit length in relation to plants that received Si in the treatment of seeds and two foliar applications, with half a dose each.

Keywords: Cucurbita pepo L.

Silicon. Yield

INTRODUÇÃO

O consumo de hortaliças vem crescendo anualmente entre os brasileiros, à procura por alimentos frescos e com qualidade, principalmente livres de agrotóxicos faz com que melhorar à procura e a alimentação das pessoas, por isso é importante experimentar métodos diferentes para que se produza mais usando menos agrotóxicos, com isso melhorando o produto final que chega à mesa do consumidor.

O Brasil é um grande produtor de grãos transformando em alimentos e energia, mas a maior parte dessa produção vem de grandes agricultores, quando se fala de hortaliças em geral se refere a maior parte vindo da



agricultura familiar a nível de Brasil, um exemplo dessa produção é a abobrinha italiana que tem grande produção no sudeste brasileiro, mas produzida em todo país, no Rio Grande do Sul é produzida nas estações quentes de setembro à abril.

A abobrinha italiana (*Curcubita pepo*), pertence à família das cucurbitáceas, está entre as hortaliças de maior valor econômico e de maior produção no país. É uma cultura com grande importância econômica para o agronegócio do brasileiro. Tem ciclo que varia entre 50 a 80 dias, podendo ser cultivada fora de casa de vegetação tanto no verão quanto na primavera por que é uma cultura que não tolera geadas por isso é cultivada nessas estações (CAMARGO, 1981). Em estufas, pode-se produzir no outono e inverno, onde o preço é melhor por que é uma época que

diminui a produção, assim pode fazer cultivos o ano todo. Produzir abobrinha italiana em casa de vegetação está em grande expansão crescendo em experimentos últimos anos (LUCIO et al., 2008).

O silício não é estudado intensivamente por não ser considerado essencial às plantas. Mesmo não sendo essencial para as plantas está sendo bastante utilizado em várias culturas, ele é benéfico pela proteção que faz nas folhas diminuindo o ataque de pragas e doenças, por conta disso tem um aumento significativo na produção de diversas culturas, como, por exemplo, o arroz a cana-de-açúcar, outras culturas (EPSTEIN, 1994).

Esse produto está sendo utilizado em algumas hortaliças como alface, rúcula, tomate, testando a resistência à doenças e pragas, por causa do seu modo



de agir e proteger folhas e caules, com o intuito de minimizar ao máximo o uso de produtos químicos para minimizar custos e elevar a qualidade.

Partindo-se das discussões apresentadas anteriormente, este trabalho teve por objetivo avaliar a influência da aplicação de diferentes doses de silício na produção de abobrinha italiana da cultivar caserta conduzidas em ambiente aberto.

REFERENCIAL TEÓRICO

O uso de uma nutrição equilibrada proporciona aumento da resistência das plantas. Muitas vezes, plantas desequilibradas nutricionalmente tem maior chance de infecção por pragas e doenças, pois estas podem permeiar facilmente pela estrutura do vegetal quando esta encontra-se debilitada. A severidade das

doenças pode ser reduzida com o uso de uma nutrição equilibrada.

Desta forma, o aumento da tolerância às doenças em geral é favorecido, aumentando a resistência das plantas às doenças (CULTIVAR, 2001). O silício (Si) é um micronutriente benéfico, que foi aceito pela constituição brasileira somente no ano de 2004 a partir do decreto lei número 4.954, que regulamenta a lei 6. 894 de 16/01/1980, aprovada no dia 14 de janeiro de 2004, e dispõe sobre a produção e comercialização de fertilizantes (BRASIL, 1980).

Produção de hortaliças

As hortaliças em grande parte são cultivadas em sistema de intensivo uso do solo, pois é um cultivo com dois ou três ciclos anuais, requer emprego de fertilizantes e irrigação. O preço das hortaliças varia de forma



sazonal, sendo assim a melhora na qualidade dos produtos, incremento de embalagem comercial são algumas das possibilidades para agregar valor e gerar retorno de investimento. Nos anos 90 o cultivo de hortaliças no Brasil, expandiu 30% em área e 43% em produção, espera-se um aumento ainda na atual década, decorrente da preocupação do consumidor em ter uma dieta mais saudável. Dentre os grupos de olerícolas de elevado consumo encontram-se as cucurbitáceas que incluem 118 gêneros e cerca de 825 espécies, entre eles o gênero *Cucurbita* (abóbora, abobrinha), *Cucumis* (melão, pepino), *Sechium* (chuchu) e *Citrullus* (melancias) (PARIS, 1996).

O gênero *Cucurbita* destaca-se devido as suas espécies serem valorizadas devido ao seu principal produto, o fruto, apresentar elevado teor nutritivo,

podendo ser consumido na forma imatura (abobrinha) cozida, como salada, ou na forma madura (abóbora) cozida com açúcar (doces) ou sal (quibebes), podendo também ser usado em refogados os ponteiros de ramas (cambuquira) e as flores empanadas. Além das sementes deste grupo quando torradas são consideradas suplementos protéicos, contendo entre 30 e 37% de proteína bruta (INFORME AGROPECUÁRIO, 1982).

A produção de cucurbitáceas

A família Cucurbitaceae compreende aproximadamente 118 gêneros e 825 espécies, com distribuição geográfica predominantemente tropical. Deste total, apenas nove gêneros e trinta espécies são considerados cultivos de importância agrônômica em nível mundial



(NUEZ et al., 2000). O gênero *Cucurbita* é nativo do norte da América (Estados Unidos e México). Posteriormente expandiu-se para a Europa, sendo melhorado em termos de precocidade e de produtividade. O continente europeu corresponde a 1/3 da produção mundial de cucurbitas. São espécies de clima quente favorecidas por temperaturas elevadas e tolerantes a temperaturas amenas. A planta depende do fotoperíodo, sendo os dias curtos

favoráveis a floração feminina, em detrimento das flores masculinas, resultando em maior produtividade (FILGUEIRA, 2003)

O fruto das cucurbitáceas é denominado pepônio, origina-se de um ovário ínfero apresentando a camada externa (Figura 1) de coriácea até lenhosa, com pericarpo carnoso e sementes embebidas na polpa (ROBINSON; DECKER-WALTERS, 1997).

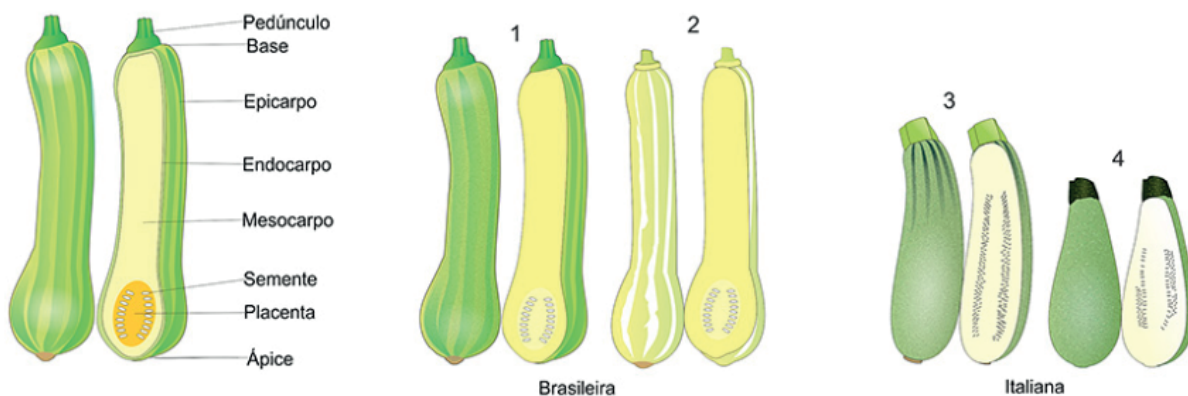


Figura 1: Morfologia da abobrinha, sendo 1 e 2 representação da abobrinha brasileira e 3 e 4 da abobrinha italiana. Ilustração: Bertoldo Borges Filho. FONTE: Hortipédia, 2017.

A produção de abobrinha italiana

A abobrinha (*Cucurbita pepo* L.) é uma planta da família das cucurbitáceas que tem a



região central do México e sul dos Estados Unidos da América como centro de diversidade. No Brasil, também é conhecida como abóbora de moita, abobrinha italiana, caserta, abobrinha de tronco (FILGUEIRA, 2008). O hábito de crescimento da planta é ereto, as hastes são curtas e a planta forma uma típica moita. Adapta-se a espaçamentos redu-

zidos, em relação às cucurbitáceas de ramos longos. A planta é compacta, com folhas bem recortadas, de coloração verde e manchas prateadas (Figura). Apresenta sistema radicular extenso e superficial, concentrando-se na camada de 20 cm de solo, muito embora a raiz principal possa ultrapassar a profundidade de 1 m (FILGUEIRA, 2000).



Figura 2: Estruturas reprodutivas da abóbora *Cucurbita pepo*. A) Flor feminina (pistilada); B) Um indivíduo de *C. pepo* florido; C) Flor masculina (estaminada). Fonte: Torezani, K.R.S, 2015.

A abobrinha apresenta elevada importância econômica, destaca-se entre as dez hortaliças de maior valor econômico, principalmente no centro e sul do Brasil (CARPES et al., 2008). A produtividade média brasileira

situa-se em torno de 8 a 10 t ha⁻¹ (FILGUEIRA, 2008), todavia essa é muito variável em função do nível de tecnologias aplicadas e das características peculiares de cada cultivar (PUIATTI e SILVA, 2005).

A adubação nitrogenada é fundamental para a obtenção de elevada produtividade. A dose adequada de nitrogênio é variável de acordo com os fatores como: a produtividade desejada, técnicas e manejos realizados, cultivar e condições edafoclimáticas. Apesar do destaque econômico e nutricional da abobrinha, poucos são os estudos acerca da relação entre a produtividade e a fertilização da cultura, sobretudo a nitrogenada. Na literatura, a maior parte dos estudos relativos à fertilização aborda outras espécies de cucurbitáceas, de maior valor econômico, tais como melão e melancia. Outra vantagem da cultura é que exige poucos tratamentos culturais, o que a torna uma hortaliça com ótimo custo-benefício (SOUZA et al., 2002).

Em cultivo protegido, pode ser produzida no outono e inverno, quando o preço por

quilo pode triplicar. Com isso, no Rio Grande do Sul, o cultivo da abobrinha-italiana em estufas plásticas é uma alternativa para os produtores aumentarem seus lucros, devido à redução de perdas e ao aumento da produtividade (LUCIO et al, 2008). De acordo com Streck (2002), a produtividade pode alcançar mais que o dobro da relatada por Figueira (2000), que cita um rendimento de cerca de oito toneladas para cultivos a campo, além de apresentar vantagens, principalmente na qualidade superior dos produtos e produção em baixas temperaturas.

A cultivar do tipo italiano caserta, é a mais tradicional representante do grupo Cucurbita pepo L., com frutos de formato cilíndrico/cônico e coloração verde clara com estrias verde escuras. Apresenta um consumo, no Brasil, relativamente



constante ao longo do ano e, segundo o Censo Agropecuário de 1996, foram produzidas cerca de 68.833,91t de abobrinha, sendo a região Sudeste a responsável por cerca de 72% da produção nacional (IBGE, 2001). O Estado de São Paulo é um dos maiores produtores, tendo produzido, em 1999, cerca de 37.140 t do produto numa área cultivada de 3.781 ha, ocupando o quinto lugar em área cultivada dentre os frutos olerícolas naquele ano (CAMARGO FILHO e MAZZEI, 2000).

O início da colheita ocorre normalmente entre 45 e 60 dias após o plantio, podendo prolongar-se por mais 60 dias. A literatura cita vários trabalhos que contabilizam a produção por prazo de, no máximo, 30 dias de colheita (HARTZ et al., 1991; STANSELL e SMITTLE, 1992), embora, também, sejam encontrados outros que adotam perío-

dos maiores (BHELLA & KWO-LEK, 1984; CLOUGH et al., 1992). Isso dificulta a comparação de rendimentos de abobrinha entre trabalhos científicos, quando não se conhece por quantos dias a produção foi colhida, de acordo com SILVA et al. (1988), em Viçosa, MG, obtiveram 18,08 t ha⁻¹, num ciclo de 69 dias. LUNARDI et al. (1999) obtiveram produtividade de 28 t ha⁻¹ para um ciclo de 70 dias nas condições de Botucatu, SP. MAROTO (1995), na Espanha, comentou que, sob condições ótimas de cultivo, podem ser obtidas de 30 a 50 t ha⁻¹. Todavia FILGUEIRA (2000) sugere bons rendimentos entre 10 e 20 t ha⁻¹.

Nutrição mineral com silício

Na indução de resistência às plantas, o silício possibilita modos de auxiliar a defesa



na obtenção de um mecanismo de barreira física, que dispõem a acumulação de Si nos tecidos vegetais (Figura 3). Em sua maior concentração na parede celular da folha, o acúmulo de Si resulta em uma lignificação ou camada mais espessa entre a cutícula e a epiderme da folha, formando um obstáculo para as moléstias. Este efeito permite que a planta tenha

uma proteção estabelecida pelo Si, que quando aplicado via foliar em funcionamento, irá dificultar a penetração das hifas do fungo, perfazendo uma diminuição de severidade às doenças (KORN-DÖRFER, 2015).

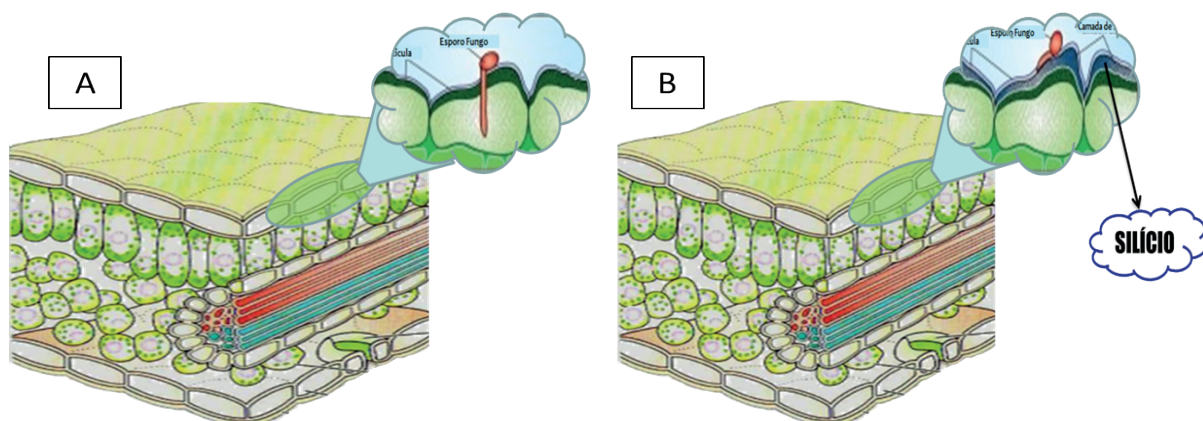


Figura 3: Comportamento do Si na planta: A) Esporo de fungo entrando com facilidade na planta. B) Esporo de fungo sendo impedido pela barreira física feito pelo acúmulo Si.

O silício, também pode ser utilizado como um elicitador para as plantas, que em suma, induz uma resposta em defesa da planta com alterações morfológi-

cas, celulares e fisiológicas. O Si age no tecido hospedeiro (planta), afetando os sinais entre o hospedeiro e o patógeno, resultando na rapidez do acionamento extensi-



vo dos mecanismos de proteção da planta (MONTES; MONTES; RAGA, 2015).

O elemento silício tem um importante efeito na relação planta – ambiente, pois o cultivo pode ser mais resistente às condições climáticas adversas, obtendo um aumento da produção e melhor qualidade dos frutos. A ausência de água ou baixa disponibilidade impossibilita a realização de cultivos ou desenvolvimento das culturas. Nesse contexto, a presença de Si disponível para as plantas, traz benefícios em relação ao déficit hídrico, devido ao acúmulo de sílica na parede celular, reduzindo a perda de água por evapotranspiração, fazendo que a exigência de água pelas plantas seja menor (FILGUEIRAS, 2007).

O silício é um elemento mineral que, quando a planta absorve ele se transforma em

polímero e forma uma proteção da epiderme da folha (JARVIS, 1987). Ele também age na sustentação da planta ajudando o fortalecimento do caule (PLUCKNETT, 1971).

Tratamento de semente

O tratamento de sementes é importante por que quando o produto é adicionado a semente entra em contato direto com o alvo, o patógeno que está presente na semente, não deixando ele se desenvolver na planta ou infectar alguma área que está isento até o momento. Propicia também uma proteção maior na emergência das plântulas (PARISI et al., 2014).

A forma mais eficiente de prevenir o ataque de pragas e doenças na fase inicial da plântula, é via tratamento de semente (NEEGAARD, 1979). Para al-



cançar produtividades elevadas, é necessário adotar o uso de sementes de qualidade, ou seja, boa genética, qualidade física, sanitária e fisiológica, mas ainda pela adoção de técnicas de tratamento de sementes (MENTEN e MORAES, 2010).

O estabelecimento de uma lavoura tem custo elevado, só 0,5% é que corresponde ao tratamento de semente, esse baixo custo traz grandes benefícios para o produtor, protegendo as sementes proporcionando uma garantia adicional na arrancada inicial da cultura (HENNING, 2005). Além disso, assegura um estande desejado e equilibrado ocasionando um aumento de rendimento e atrasando o aparecimento de pragas e doenças (PICCININ et al., 2013).

O tratamento de sementes apresenta um custo relativamente baixo para o produtor

quando confrontado com uma aplicação após a emergência, além disso previne a entrada de patógenos e insetos, ele está utilizando uma baixa quantidade de produto comparado com a aplicação via foliar, pois atua diretamente no sítio alvo e traz benefícios de produção e o uso menor de químicos (FESSEL et al., 2003).

O uso de inseticidas no tratamento de sementes tem uma ação sistêmica, quando entra em contato com a umidade do solo se dissolve sendo absorvido pela raiz da planta criando uma proteção contra o ataque de insetos subterrâneos e de parte aérea (SILVA, 1998). Considerando os riscos para a saúde humana com a manipulação e os danos que podem causar para o meio ambiente, busca-se técnicas de aplicações mais seguras que amortizem os riscos (PEREIRA et al.,



2005)

A tecnologia vem apresentando uma evolução constante no processo de tratamento de sementes, ao mesmo tempo pode-se aplicar diferentes produtos, como inseticidas, fungicidas, nematicidas e micronutrientes. Essas tecnologias podem ser usadas com aditivos que ajudam a espalhar fazendo com que tenha uma uniformidade desejada tanto na aparência como na cobertura total das sementes tratadas (LUDWIG et al., 2011).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na horta do Hospital São Roque na cidade de Getúlio Vargas - RS, na horta experimental da Faculdade Ideau. Tendo o local as seguintes coordenadas: como latitude 27° 53' 00" S e longitude 52° 13' 24" W, e altitude de 640

metros, possui um solo classificado como Latossolo Vermelho Distrófico e clima Cfa, segundo classificação de Köppen.

A temperatura média anual está na média de 18°C. O índice pluviométrico anual é elevado, geralmente entre 1.800 a 2.000 mm. A implantação foi realizada no mês de fevereiro de 2018, sendo utilizado a cultivar híbrida Caserta, que apresenta resistências/tolerâncias à Oídio, ZYMV (Zucchini Yellow Mosaic Virus), WMV (Watermelon mosaic vírus) e CMV (Cucumber mosaic vírus). O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com quatro repetições (Figura), utilizando semeadura manual, com três sementes por cova, espaçadas 1 m x 1 m, conforme indicação para a cultivar.



T6	T5	T4
T3	T2	T1
T4	T6	T2
T1	T3	T5
T5	T4	T3
T2	T1	T6
T6	T5	T4
T3	T2	T1

Figura 4: Croqui da área experimental com delineamento em blocos ao acaso (DBC). Getúlio Vargas-RS, 2018.

O preparo do solo constituiu-se de aração e gradagem, com posterior preparo de canteiros com cinco covas por canteiro, espaçadas de 1,0m x 1,0m. A área experimental apresenta boa drenagem, sendo a mesma corrigida com base na análise de solo realizada pelo laboratório de solo São Francisco Faculdade IDE-AU, Getúlio Vargas – RS.

O teor de matéria orgânica (MO) existente no solo é um indicador da disponibilidade de nitrogênio disponível a planta, tendo como classificação os teo-

res de baixo, médio e alto, considerando que quando se encontrar na faixa de baixo é necessário que se comece a pensar em um manejo mais adequado com culturas que apresentem altos índices de toneladas de matéria seca por hectare para aumentar assim o teor de MO. no solo, quando este teor se encontra na faixa de alto não há a necessidade de um manejo que aumente o teor de M.O. pH da área se encontra no valor de 6,38, não havendo necessidade de calagem, visto que para a cultura da abobrinha a to-



mada de decisão é pH <5,5.

Tanto os teores de fósforo como os de potássio podem ser enquadrados em cinco faixas: muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto. A interpretação do teor de fósforo é dada conforme a classe do teor de argila (neste caso, classe 3) existente no solo, por tanto o teor de fósforo encon-

trado na análise é considerado

como muito alto, >50,0 mg/L. Já o teor de potássio é dado através da CTC existente no solo, sendo assim o teor de potássio é considerado como muito baixo, 16,5 mg/L.

Tabela 1: Acidez e micronutrientes disponíveis na análise de solo

Argila	pH	Índice	P	K	M.O.
(%)	H ₂ O	SMP	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	(%)
50	6,38	6,57	>50,0	16,5	2,9

Fonte: KRUEL, I.B., Faculdades IDEAU – Getúlio Vargas/RS.

Segundo o manual de calagem e adubação (2016), para cultura da abobrinha a saturação por base (Tabela 2), deve estar

apresentado acima de 75%, sendo apresentada na análise de solo próximo a 88%, sendo assim não necessitando de calagem.

Tabela 2: Saturação do Complexo de Troca

Al _{troc.}	Ca _{troc.}	Mg _{troc.}	Al+H	CTC	% SAT da CTC		Relações
cmol _c dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	Bases	AL	Ca/Mg
0,00	12,30	3,02	2,27	18,79	87,92	0,0	4,07



Fonte: KRUEL, I.B., Faculdades IDEAU – Getúlio Vargas/RS

Em micronutrientes (Tabela 3), em altas concentrações encontradas ao solo são considerados altamente tóxicos, onde podem acarretar na diminuição tanto de produção de matéria seca como na biomassa radicular, podendo assim acarretar morte da plântula e inibição do crescimento vegetal (CARNEIRO et al., 2011).

Tabela 3: Micronutrientes compostos na análise de solo

S	Zn	Cu	B	Mn	Fe	Na
mg dm⁻³	mg dm⁻³	mg dm⁻³	mg dm⁻³	mg dm⁻³	mg dm⁻³	mg dm⁻³
5,2	>10,00	10,81	0,78	25,5	-	-

Fonte: KRUEL, I.B., Faculdades IDEAU – Getúlio Vargas/RS.

Os tratamentos utilizados foram: T1: Testemunha, T2: Tratamento de sementes com silício, T3: Tratamento de sementes com silício + 1 aplicação de silício via foliar (dose 0,5L ha⁻¹), T4: Tratamento de sementes com silício + 2 aplicações de silício via foliar (cada aplicação 0,25L ha⁻¹, T5: 1 aplicação de silício via foliar (dose 0,5L ha⁻¹) e T6: 2 aplicações de silício via foliar (dose 0,25L ha⁻¹, cada aplicação) para os tratamentos foi utilizado silício orgânico, (Tabela).



Tabela 4: Tratamentos utilizados, sendo via TS (tratamento de semente com silício) e aplicação de silício via foliar

Tratamentos	Via TS	Via Foliar
T1	Não	Não
T2	Sim	Não
T3	Sim	1 aplicação (dose 0,5 L ha ⁻¹)
T4	Sim	2 aplicações (dose 0,25 L ha ⁻¹ , cada aplicação)
T5	Não	1 aplicação (dose 0,5Lha ⁻¹)
T6	Não	2 aplicações (dose 0,25 L ha ⁻¹ , cada aplicação)

Para o tratamento de sementes, foi utilizado 3,5 ml de silício com concentração de 2,920% (43,8 g/l) de fortific por kg de semente. As avaliações começaram quando as abobrinhas atingiram mais de 17 cm de comprimento, as demais foram feitas semanalmente até o esgotamento da capacidade produtiva das plantas, foram colocados em sacos de papel e identificados, para posterior determinação da massa fresca (g) em balança digital com precisão de um grama, a circunferência do fruto realizado com fita milimetrada (cm) e o compri-

mento do fruto (cm) e número de fruto, todos os frutos produzidos nos tratamentos foram contabilizados e pesados para estimar a produtividade em kg ha⁻¹ contados e os resultados foram expressos em número total de frutos área⁻¹.

As variáveis respostas foram submetidas à análise de variação e ao teste de Duncan a 5% de probabilidade para a comparação de médias. A análise estatística foi efetuada utilizando o programa SASM-Agri - Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas



(CANTERI et al., 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As médias analisadas na circunferência de frutos pelo teste de Duncan obtiveram os resultados significativos estatisticamente, sendo o tratamento T1 (testemunha) superior ao T3 (1

aplicação dose cheia mais tratamento de sementes), sendo que os tratamentos T2, T4, T5, T6, não diferiram entre si e dos demais tratamentos (T1 e T3), sendo assim o uso de silício para a circunferência da abobrinha, não aumentou a circunferência de frutos, não trazendo um resultado favorável para essa variável.

Tabela 5: Análise da circunferência dos frutos de abóbora Caserta.

Tratamento	Circunferência (cm)
T1	31,13 a
T2	28,75 ab
T3	21,00 b
T4	28,88 ab
T5	23,75 ab
T6	26,50 ab
CV (%)	18,77

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan à 5% de probabilidade de erro.

Para o comprimento de frutos, analisados pelo teste de Duncan, o tratamento com silício apresentou resultados em que o tratamento T4 (2 aplicações com doses divididas mais TS) foi superior estatisticamente a T3 (1 aplicação dose cheia mais trata-

mento de sementes), porém os tratamentos T1, T2, T5, T6, não diferiram entre si, nem de T4 e T3, sendo T4 o melhor tratamento, pois obteve uma média maior em relação aos demais (Tabela 6).



Tabela 6: Análise do comprimento dos frutos de abóbora Caserta.

Tratamento	Comprimento (cm)
T1	25,62 ab*
T2	27,00 ab
T3	20,75 b
T4	28,75 a
T5	25,25 ab
T6	25,50 ab
CV (%)	17,78

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan à 5% de probabilidade de erro.

Em relação ao peso de frutos não ocorreu diferença estatística significativa entre os tratamentos (Tabela 7), sendo que neste experimento o uso de silício em abobrinha não incrementou em peso de frutos em relação a testemunha em nenhum dos tratamentos realizados.

(2011), a aplicação de silício via foliar não exerceu influência nas características agrônômicas de rúcula. Ainda de acordo com Ludwig et al. (2015) a aplicação de silício apresentou pouco efeito no aumento da produção de tomate quando aplicado via fertirrigação.

Segundo Gerrero et al.

Tabela 7: Análise do peso dos frutos de abóbora Caserta.

Tratamento	Peso (g)
T1	33,63 ^{*ns}
T2	31,96
T3	21,81
T4	33,94
T5	26,78
T6	30,43
CV (%)	26,36 ¹

*ns: não significativo 1: Resultados transformados através da fórmula: $(x+k)^{1/2}$ com $k = 1$



A abobrinha italiana mesmo quando é manejada de forma correta apresenta uma variação no tamanho dos frutos independentemente do tipo de tratamento isso tudo pode estar relacionado as mudanças climáticas que ocorrem durante seu ciclo, ela alcança seu maior potencial de produção entre a sexta e nona colheita, como ela tem comportamento distintos de pico de produção isso pode afetar os resultados finais de um experimento (SOUZA et al.,2002).

A produtividade de tubérculos de batata (*solanum tuberosum*), com a aplicação de silício via foliar proporcionou folhas mais eretas e maior produtividade de tubérculos (GONÇALVES, 2009).

Um trabalho desenvolvido com silício em tomate foi constatado as médias de produção parecidas mesmo quando foi

utilizado doses maiores, portanto teve uma média de produção de frutos indesejados menor nessas doses, segundo os autores o silício tem efeitos benéficos em resistência mecânica das células (LANA et al.,2003).

E uma pesquisa realizada com rúcula a alta aplicação de silício com um acúmulo elevado pode ter significância no desenvolvimento da planta, com isso teve um desenvolvimento muito lento e desuniforme, com isso teve uma diminuição na estrutura da parede celular das folhas, isso fez com que as plantas tivessem um crescimento lento (KAMENIDOU et al., 2008).

Em um experimento realizado com aplicação de silício em milho onde teve a média pluviométrica superior ao que a cultura exige os resultados não diferenciaram (NETO et al., 2004). Com isso é um motivo que pode



ter interferido nos resultados finais da pesquisa, o silício ajuda mais quando as plantas sofrem com efeitos bióticos ou abióticos (SCHMIDT et al.,1999).

Mais estudos devem ser realizados com o uso de silício nessa cultura, pois os resultados de pesquisas em olerícolas são divergentes quanto a aplicação de silício via semente, solo e foliar.

CONCLUSÃO

O uso de silício no tratamento de sementes e uma única aplicação via foliar, não apresenta efeitos positivos na circunferência dos frutos, em relação as plantas que não receberam aplicação de silício. Sendo que, estas plantas também apresentaram redução no comprimento de frutos em relação as plantas que receberam Si no tratamento de sementes e duas aplicações foliares, com

meia dose cada. O que demonstra que a dose de silício utilizada no tratamento foliar, pode ter sido elevada, ocasionando reduções nos parâmetros analisados.

A concentração do silício utilizado pode não ter influenciado nos resultados pois a cultura da cucurbita pepo pode não responder a essa quantidade de concentração do produto.

O ambiente, e diversos fatores bióticos e abióticos, em que as plantas foram expostas, podem ter alterado os resultados esperados, pois são escassos os trabalhos que analisam o uso de silício em abobrinha italiana, avaliando produção. O silício tem muito a ser estudado pois é um produto que ajuda a inibir a presença de pragas e doenças diminuindo o uso de agrotóxicos. Portanto faz-se necessário estudos mais aprofundados, em que o ambiente seja controlado, para



que os fatores externos possam ser excluídos de influência nos resultados obtidos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. DECRETO Nº 2954.

Aprova o regulamento da lei nº 6894 de 16 de janeiro de 1980, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura, e dá outras providências. Normas jurídicas (Texto Integral) – DEC 004954, p. 27, 2004.

CANTERI, M.G.; ALTHAUS, R.A.; VIRGENS FILHO, J.S.; GIGLIOTI, E.A.; GODOY, C.V. SASM - Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scoft - Knott, Tukey e Duncan. Revista Brasileira de

Agrocomputação. Ponta Grossa, v. 1, n. 2, p. 18-24. 2001.

CAMARGO. L.S. As hortaliças e seu cultivo. Campinas: Fundação Cargill, p. 321, 1981.

CAMARGO FILHO, W.P.; MAZZEI, A.R. Abastecimento de legumes: tendência de preços. Informações Econômicas, v. 30, n. 10, p. 35-49, 2000.

CARPES, R.H.; LÚCIO, A.D.; STORCK, L.; LOPES, S.J.; ZANARDO, B.; PALUDO, A.L. Ausência de frutos colhidos e suas interferências na variabilidade da fitomassa de frutos de abobrinha italiana cultivada em diferentes sistemas de irrigação. Revista Ceres, Viçosa, v. 55, n. 6, p. 590-595, 2008.

CULTIVAR, edição Nº 29, Revista Cultivar Grandes Culturas,



de junho de 2001.

DATNOFF, L.E.; RODRIGUES, F.A.; SEEBOLD, K.W. Silicon and Plant Nutrition. In: Datnoff L.E.; Elmer W.H.; Huber D.M. (Eds.) Mineral Nutrition and Plant Disease. Saint Paul MN. APS Press. p. 233-246, 2007.

EPSTEIN, E. The anomaly of silicon in plant biology. Proc. National Action Science., v. 91, p.11-17, 1994.

LUDWIG, F.; BEHLING, A.; SCHMITZ, J. A. K. Silício na produção e qualidade fitossanitária do tomate (*Lycopersicum esculentum*), 2015.

FESSEL, S. A.; MENDONCA, E. A. F.; CARVALHO, R. V. Efeito do tratamento químico sobre a conservação de semente de milho durante o armazenamen-

to. Revista Brasileira de Sementes, Brasília, v. 25, n. 1, p. 25-28, 2003.

FILGUEIRAS, O. Silicio en la agricultura: El mineral es usado para controlar plagas, incrementar la productividad y mejorar la calidad de productos agrícolas. Pesquisa Fapesp, São Paulo, v. 140, p.1-4, 2007.

FILGUEIRA, F. A. R. Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa – UFV, p. 402, 2000.

FILGUEIRA, F. A.R. Novo Manual de Olericultura - agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças, 2ª ed. Revista ampliada Viçosa: UFV, p. 412, 2003.

FILGUEIRA, F.A.R. Novo ma-



nual de olericultura. 3.ed. Viçosa: Editora UFV, p. 421, 2008.

FANCELLI AL; Neto D (2004) Produção de milho. Guaíba, Agropecuária. 360p.

KAMENIDOU, S. et al. Silicon supplements affect horticultural traits of greenhouse-produced ornamental sunflowers. Horticulture, Alexandria, v. 43, p. 236-239, 2008.

GERRERO, A. C.; BORGES, L. da S.; FERNANDES, D. M. Efeito da aplicação foliar de silício em rúcula cultivada em dois tipos de solos. 2011.

GONÇALVES, M.V. Arquitetura de planta, teores de clorofila e produtividade de batata, cv. Atlantic, sob doses de silicato de potássio via foliar. Dissertação (Mestrado) – Universidade Fede-

ral de Uberlândia, Uberlândia, p. 51, 2009.

HENNING, A. A. Patologia e tratamento de sementes: noções gerais. Londrina, PR. EMBRAPA – CNPSo, p. 52, 2005.

H O R T I P E D I A , 2017. disponível em: <<http://www.hortiescolha.com.br/hortipedia/produto/abobrinha>>. Acesso em 26 de maio de 2018.

KORNDÖRFER, Gaspar H.. Uso do silício na agricultura. 2015. Disponível em: <<http://www.dpv24.iciag.ufu.br/Silicio/Efeitos/Efeitos.htm>>. Acesso em: 25 mar. 2018.

JARVIS, S. C. The uptake and transport of silicon by perennial ryegrass and wheat. Plant soil, Dordrecht, v. 97, n. 3, p. 429-437,



1987.

p.395-406, 2011.

LANA, R.M.Q.; KORNDORFER, G.H.; ZANAO JUNIOR, L.A.; SILVA, A.F.; LANA, A.M.Q. Efeito do silicato de cálcio sobre a produtividade e acumulação de silício no tomateiro. Bioscience Journal, Uberlândia, v.19, p.15-20, 2003.

LÚCIO, A.D. et al. Variância e média da massa de frutos de abobrinha-italiana em múltiplas colheitas. Horticultura Brasileira, v. 26, p.335-341, 2008.

LUDWIG, M.P.; LUCCA FILHO, O.A.; BAUDET, L.; DUTRA, L.M.C.; AVELAR, S.A.G.; CRIZEL, R.L. Qualidade de sementes de soja armazenadas após recobrimento com aminoácido, polímero, fungicida e inseticida. Revista Brasileira de Sementes, Capão de Leão. RS, v.33, n.3,

MENTEN, J. O.; MORAES, M. H. D. Tratamento de sementes: histórico, tipos, características e benefício. Informativo ABRA-TES, v. 20, n. 3, 2010.

MONTES, R. M.; MONTES, S.M.N.M.; RAGA, A. O uso do silício no manejo de pragas. Instituto Biológico - Apta, São Paulo, n. 4, p.1-13, jan. 2015.

NEEGAARD, P. Seed pathology. London: McMillan, v.1, p. 839, 1979.

NUEZ, F; RUIZ, J.J.; VALCÁRCEL, J.V.; CÓRDOVA, P.F. Colección de semillas de calabaza del centro de conservación y mejora de la agrobiodiversidad valenciana. Madrid: INIA, v. 4, p. 158, 2000.



- PARISI, J. J. D.; MEDINA, P. F.; 1971.
Tratamento de sementes. IAC.
Campinas, SP, 2014.
- PEREIRA, C. E.; OLIVEIRA, J. A.; EVANGELISTA, J. R. E. Qualidade fisiológica de sementes de milho tratadas associadas a polímeros durante o armazenamento. *Ciência e Agrotecnologia*. Lavras-MG, v. 29, n. 6, p. 120-128, 2005.
- PICCININ, G.G.; BRACCINI, A.L.; DAN, L.G. de M.; BAZO, G.L.; LIMA, L.H. da S. Influência do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas. *Ambiência*, Guarapuava.PR, v.9 n.2 p. 289 – 298, 2013.
- PLUCKNETT, D. L. The use soluble silicates in Hawaii agriculture. *University of Queensland, Hawaii*, v. 1, n. 6, p. 203-223, 1971.
- PUIATTI M.; SILVA D.J.H. Abóboras e morangas. In: FONTES PCR. *Olericultura: teoria e prática*. Viçosa: DFT - Setor de Olericultura/UFV. p. 279-297. 2005.
- ROBINSON, R.W.; DECKER-WALTERS, D.S. *Cucurbits. Crop Production Science in Horticulture*. New York: CAB International, n. 6, p. 226, 1997.
- SCHMIDT RE, ZHANG X & CHALMERS DR (1999) Response of photosynthesis and superoxide dismutase to silica applied to creeping bentgrass grown under two fertility levels. *Journal of Plant Nutrition*, 22:1763-1773.
- SILVA, M.T.B. Inseticidas na proteção de sementes e plantas. *Pelotas*, n.5, 26-27, 1998.



trado), p. 72, 2015.

SOUZA, M.F.; LÚCIO, A.D.;
STORCK, L.; CARPES, R.H.;
SANTOS, P.M.; SIQUEIRA, L.
F. Tamanho da amostra para peso
da massa de frutos na cultura da
abóbora italiana em estufa plásti-
ca. Revista Brasileira de Agroci-
ência, v. 8, n.2, p.123-128, 2002.

STRECK L. 2002. Determinação
e modelização da evapotranspi-
ração máxima e do coeficiente
de cultura da abóbora italiana em
estufa plástica. Santa Maria: Uni-
versidade Federal de Santa Ma-
ria. (Dissertação de Mestrado), p.
92, 2002.

TOREZANI, K.R.S. Polinização
da aboboreira (*Cucurbita pepo*
L.): um estudo sobre a comunida-
de de abelhas em sistemas orgâni-
cos e convencionais de produção
no Distrito Federal. Universidade
de Brasília. (Dissertação de Mes-



O USO DE AGROTÓXICOS E O IMPACTO NAS POPULAÇÕES DE INSETOS

THE USE OF PESTICIDES AND THE IMPACT ON INSECT POPULATIONS

Eliege Martins Mizael¹

Tatiana de Oliveira Ramos²

Gleycon Velozo da Silva³

Resumo: Nos últimos anos, a agricultura cresceu consideravelmente no Brasil e como consequência, houve significativo aumento da utilização de agrotóxicos nas lavouras. Nesse sentido, estudos vêm apontando que uma das principais causas do desaparecimento de insetos está diretamente relacionada com a utilização de agrotóxicos, que além de ser um produto altamente agressivo para o meio ambien-

te, também é prejudicial à saúde dos indivíduos. Partindo desse pressuposto, o presente trabalho apresenta como principal objetivo realizar um levantamento com os principais trabalhos que descrevem a respeito do efeito da utilização de agrotóxicos na redução dos insetos. Para a realização do estudo, foi utilizada uma pesquisa metodológica baseada em uma revisão bibliográfica com leitura em diversos livros,

1 Bióloga

2 Doutora em Agronomia-Entomologia Agrícola

3 Doutorando em Ecologia INPA, Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia



revistas e artigos científicos. Após o levantamento dos dados, concluiu-se que uso exacerbado de agrotóxicos nas lavouras contribui para a extinção em massa de diversos insetos, inclusive das abelhas, que assumem grande importância para a existência da vida no planeta.

Palavras-chave: Abelhas, declínio, extinção.

Abstract: In recent years, agriculture has grown considerably in Brazil and as a result, there has been a significant increase in the use of pesticides in crops. In this sense, studies have shown that one of the main causes of the disappearance of insects is directly related to the use of pesticides, which in addition to being a highly aggressive product for the environment, are also harmful to the health of individuals. Based

on this assumption, the present work has as main objective to carry out a survey with the main works that describe about the effect of the use of pesticides in the reduction of insects. To carry out the study, a methodological research was used based on a literature review with reading in several books, magazines and scientific articles. After collecting the data, it was concluded that the exacerbated use of pesticides in crops contributes to the mass extinction of several insects, including bees, which are of great importance for the existence of life on the planet.

Keywords: Bees, decline, extinction.

INTRODUÇÃO

Os insetos são animais mais diversos do planeta,



representam 70% de todas as espécies de animais e embora tenham um pequeno tamanho, encontram-se em todos os ecossistemas naturais e modificados. São fundamentais na ciclagem de nutrientes, na decomposição, polinização, predação, dispersão das sementes e na regulação das populações das plantas, ou seja, prestam serviços ecológicos imprescindíveis aos ecossistemas e aos agroecossistemas (Souza et al., 2018; Oliveira et al., 2014)

Apesar do sucesso evolutivo alcançado, a população de insetos está diminuindo em todo o mundo devido ao uso de agrotóxicos com um efeito catastrófico, onde mais de 40% das espécies de insetos podem se extinguir do planeta nas próximas décadas (Pan, 2000). Nos últimos anos, as abelhas que são um dos principais insetos importantes na polinização das plantas, têm

apresentado um declínio na sua população. Pesquisadores relataram o desaparecimento das populações de abelhas que se deve principalmente ao uso excessivo de agrotóxicos (Gussoni; Ribeiro, 2016; Fletcher; Barnett, 2003).

O agrotóxico pode ser caracterizado como qualquer composto químico utilizado no controle, destruição ou prevenção de agentes patogênicos para plantas e animais (Lopes; Albuquerque, 2018). No Brasil nos últimos três anos a aprovação de novos produtos cresceu significativamente, onde o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária e o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente, registraram mais de 31 agrotóxicos, o que preocupam ambientalistas e profissionais da saúde (Moura, 2019).

Partindo desse pressu-



posto, objetivou-se realizar um levantamento dos principais trabalhos que relatam a relação do uso de agrotóxicos e o impacto na população de insetos.

DESENVOLVIMENTO

O uso indiscriminado dos agrotóxicos nas lavouras

De acordo com Siqueira e Kruse (2008), o termo defensivo agrícola foi substituído pela palavra agrotóxico, para referenciar os venenos agrícolas utilizados em lavouras brasileiras. Essa mudança ocorreu devido às movimentações da sociedade, e a nova terminologia coloca em evidência o alto risco desse produto para a população e para o meio ambiente.

O uso de agrotóxicos na agricultura brasileira vem aumentando de maneira considerá-

vel. Estudos apontam que o país possui uma média de 300.000 toneladas de consumo de agrotóxicos, com um crescimento, de 700% nos últimos 40 anos (Gussoni e Ribeiro, 2016). Nos últimos anos, o Brasil expandiu cerca de 90% no consumo de agrotóxicos. Essa informação torna-se, ainda mais, preocupante quando comparado com o crescimento global, que apresentou um aumento de 93%. Dessa forma, considera-se que a agricultura brasileira ocupa o primeiro lugar no ranking mundial, desde 2008, sendo o país que mais utiliza agrotóxicos (Rigoto; Vasconcelos; Rocha, 2014).

Entre os estados brasileiros a região Sul é a responsável por cerca de 30% do consumo de agrotóxico, onde o estado do Paraná se sobressai em comparação aos demais estados, utilizando 12 quilos por hectare/ano, enquanto



a média brasileira é de 4 quilos por hectare/ano (Lopes; Albuquerque, 2018).

O uso de agrotóxico no Brasil teve início por volta de 1960 e foi impulsionado no ano de 1970, quando começou o Programa Nacional de Defensivos Agrícolas (PNDA), que foi incentivado pelo Estado que concedia crédito aos agricultores (Lopes; Albuquerque, 2018). Apesar da utilização de agrotóxicos ser regulamentada pela Lei nº 7.802, de 1989, sua determinação não é cumprida de forma correta pelos fornecedores e produtores rurais que fazem misturas e usam em grande quantidade (Gussoni; Ribeiro, 2016).

Desde o início, a aplicação de agrotóxicos no Brasil ganha força por conta da pressão das indústrias de agroquímicas. Mesmo com o resultado de várias pesquisas e com o avanço

dos problemas ambientais e na saúde, o governo brasileiro sempre tomou várias medidas contra essas evidências, uma delas é a isenção de impostos, a paralisação de fiscalização nas indústrias e a flexibilização do uso de agrotóxicos no território nacional, que acarretou a liberação de 474 novos produtos em 2019, onde 22 dos 50 produtos mais usados possuem ingredientes proibidos pela União Europeia (Frota; Siqueira, 2021).

Os agrotóxicos são os produtos mais utilizados nos cultivos agrícolas para recuperar a perda da produção, controlar doenças e para matar os insetos que em grandes populações são chamados de pragas. Há vários anos, esses produtos vêm sendo utilizados de forma desenfreada e inadequada e causam inúmeros problemas de saúde atingindo pessoas de diferentes idades,



e no meio ambiente, afetando os animais vertebrados e invertebrados (Veiga, 2007). Além dos problemas já citados, o uso frequente e incorreto dos agrotóxicos, pode causar contaminação dos solos, da atmosfera, das águas superficiais e subterrâneas, contaminação dos alimentos que compramos em mercados e feiras, e o risco de intoxicação dos trabalhadores rurais que ficam em contato direto com os agrotóxicos durante as aplicações que muitas vezes são realizadas sem proteção (Spadotto, 2006, apud Mendes et al., 2014).

Contudo, mesmo sendo aplicado de forma correta, cumprindo o seu papel de combater as pragas, podem oferecer grandes riscos aos insetos benéficos como os inimigos naturais que são denominados amigos da natureza e as abelhas que estão presentes no meio ambiente contribuindo para

seu equilíbrio (Spadotto, 2006 apud Mendes et al., 2014).

Declínio das populações de insetos

O Brasil é um país que apresenta uma das maiores riquezas do planeta, são quase 94.000 artrópodes descritos, sendo a maior parte de insetos com cerca de 83.000 espécies descritas no Brasil (ICMBio, 2018). Os insetos são componentes essenciais do meio ambiente e apresentam como principais funções arejar o solo, cavar túneis que permitem a passagem da água, polinizam as flores, são importantes na produção de alimento, controlam insetos pragas, são necrófagos e alimentam-se de animais mortos, auxiliam na decomposição da matéria orgânica, beneficiando o crescimento das plantas. Além disso, produzem substâncias



como o mel, laca e seda que apresentam uma enorme importância econômica, possuindo uma grande concentração de proteínas, vitaminas de alta qualidade que complementa o cardápio de aproximadamente dois bilhões de pessoas no mundo (Gallo et al., 2002; Scudder, 2017; Fao, 2015).

O que é interessante salientar é que embora apresentem importância para o meio ambiente, mais de 40% das espécies de insetos estão ameaçados de extinção, onde as ordens Lepidoptera, Hymenoptera e Coleoptera são os mais ameaçados, enquanto que em ambiente aquático as ordens Odonata, Plecoptera, Trichoptera e Ephemeroptera apresentam redução de indivíduos na sua população. Um estudo realizado em 2019, indica que a perda de habitat para conversão para a agricultura é o principal fator de declínio na população de insetos,

enquanto que, os poluentes químicos, a ocorrência de espécies invasoras e as mudanças climáticas são causas adicionais (Bayo; Wyckhuys, 2019).

No Brasil, de acordo com o livro vermelho de espécies ameaçadas de extinção a ordem Lepidoptera apresenta 25 espécies criticamente em perigo, 26 espécies em perigo e 12 espécies vulneráveis. A ordem Hymenoptera apresenta duas espécies criticamente em perigo, nove espécies em perigo e sete espécies vulneráveis. Os insetos da ordem Coleoptera apresentam sete espécies criticamente em perigo, oito espécies em perigo e 14 espécies vulneráveis. Enquanto que as ordens Ephemeroptera e Odonata apresentam respectivamente nove e 18 espécies ameaçadas. A presença dessas ordens no livro vermelho de espécies ameaçadas de extinção considera que



a atividade a antrópica devido ao crescimento populacional é o principal fator que afeta os insetos, contudo estudos indicam que deve-se levar em consideração a ecologia de cada espécie que pode representar um aumento na sua vulnerabilidade (IcmBio, 2018).

A ausência de insetos no meio ambiente tem efeitos devastadores para a vida do homem, afetando a produção de alimentos, ocasionando perda de habitat, tornando o ambiente cada vez mais escasso de recursos, comprometendo a sobrevivência dos animais polinizadores (Souza et al., 2017). O declínio na população de insetos compromete a população dos vertebrados como na população de muitos pássaros, répteis, anfíbios e peixes que se alimentam de insetos e na ausência dessa fonte alimentar, todos esses animais morrerão de fome

(Bayo; Wyckhuys, 2019).

As borboletas e mariposas são consideradas bons indicadores dos níveis de impacto do meio ambiente, são essenciais na polinização e servem de alimento para morcegos, contudo, um estudo realizado na Holanda revelou que 11 de 20 borboletas estudadas diminuíram sua população entre os anos de 1992 a 2007 (Dyck et al., 2009).

Abelhas e vespas são insetos importantes no ambiente e suas variações espaciais e temporais de sua abundância e riqueza têm demonstrado correlações importantes com as alterações na estrutura do ambiente e com a diversidade de outros organismos (Oliveira et al., 2014). Considerando os ecossistemas, as abelhas são caracterizadas como as principais polinizadores do mundo, são fundamentais na reprodução de espécies vegetais nativas



e no aumento da produtividade de plantas cultivadas (Rosa et al., 2017).

Na Amazônia, a população do besouro rola-bosta caiu para um terço do total após o EL Niño registrado de 2014 a 2016. De acordo com a pesquisa, esse dado demonstra um cenário alarmante chamado de “Apocalipse dos insetos” que se devem às condições climáticas extremas, atividade humana, degradação florestal, incêndios e desmatamento que estão causando o declínio da população de insetos. O besouro rola-bosta desempenha um importante papel ambiental ao espalhar sementes e nutrientes das fezes dos animais pela floresta, contudo essa atividade que apresentou uma redução de 67% para 22% o que é considerado um risco para a vida da floresta (Veiga, 2020).

De acordo com ecólo-

gos, a Mata Atlântica já deve ter perdido entre 15 mil a 38 mil espécies de insetos, o que torna o Bioma a sexta área do mundo em perda dessas espécies. O estudo ainda ressalta que é essencial a criação de programas de conservação que deem mais atenção à população de insetos, que em comparação com mamíferos, répteis e aves, ficam esquecidos (Fapesp, 2009).

Segundo a literatura, muitos fatores contribuem para o declínio na população de insetos, contudo, o aumento da agricultura nos últimos anos, indicam que a utilização de agrotóxicos nos cultivos agrícolas teve um aumento e vem, acarretando consideráveis prejuízos na saúde humana e no meio ambiente. Esse aumento é uma das causas mais importantes para a diminuição da diversidade nos ecossistemas, uma vez que o uso de agrotóxicos em cultivos



agrícolas afeta, de maneira direta a população de insetos (Gussoni; Ribeiro, 2016; Souza et al., 2018). De acordo com o IcmBio (2018) a poluição pelo uso de agrotóxicos, a fragmentação e a diminuição da qualidade do habitat devido à atividade agropecuária, são ameaças que mais afetam as espécies de invertebrados.

Os agrotóxicos são aplicados sobre as plantas a fim de eliminar a presença de insetos que estão em alta população e causam danos nos cultivos agrícolas. Contudo, as aplicações de agrotóxicos entram em contato com os insetos pragas e também com os insetos benéficos presentes nos cultivos agrícolas, como as abelhas (Pimentel, 1997). Um exemplo a ser seguido refere-se ao governo alemão, que em fevereiro de 2021, apresentou a lei que restringe o uso de agrotóxicos perto de curso d'água e em

áreas protegidas para conter o desaparecimento em massa dos insetos. De acordo com Svenja Schulze, ministra do meio ambiente da Alemanha, a morte dos insetos deve ser contida e produtos químicos a base de glifosato não serão mais utilizados até 2023 (Afp, 2021).

Garibaldi et al. (2011) apud Pires et al. (2016) chegou a especificar algumas práticas para diminuir os impactos causados pelos agrotóxicos no desaparecimento de abelhas, como conservar a vegetação nativa, evitar a aplicação dos agrotóxicos durante o florescimento das culturas; realizar trabalhos de educação ambiental com a população no geral sobre a importância dos insetos para o meio ambiente.

De acordo com biólogos e demais pesquisadores, a biodiversidade dos insetos está ameaçada em todo o mundo e, a me-



nos que mudemos nossa forma de produzir alimento, os insetos desaparecerão em algumas décadas e uma nova forma de produzir alimento é provavelmente a maneira mais correta que impedirá o declínio. Torna-se necessário repensar nas práticas agrícolas atuais e principalmente no registro e aplicações de novos agrotóxicos, substituindo por práticas sustentáveis, o que permitirá a recuperação das populações de insetos e seus serviços essenciais no ecossistema (Bayo; Wyckhuys, 2019; Dudley et al., 2017).

CONCLUSÃO

Este estudo revelou que os agrotóxicos causam a morte dos insetos, porém, não é o principal responsável. Os agrotóxicos, em conjunto com fatores como o crescimento populacio-

nal, perda de habitat, mudanças climáticas, degradação florestal, incêndios, desmatamentos, são os principais responsáveis pelo declínio na população dos insetos. Frente à situação atual, trabalhos de educação ambiental devem ser realizados afim de que ocorra uma mudança na forma de produção de alimentos e recuperação da vida dos insetos.

REFERÊNCIAS

Afp. (2021). Alemanha restringe uso de pesticidas para conter morte em massa de insetos. Folha de Pernambuco. Disponível em: <https://www.folhape.com.br/noticias/alemanha-restringe-uso-de-pesticidas-para-conter-morte-em-massa-de/172204/>. Acesso em: 10 fev. 2021.

Bayo, F. S.; Wyckhuys, K. A. (2019). Declínio mundial da en-



tofauna: uma revisão de seus fatores. *Conservação Biológica*, v. 232. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.020>. Acesso em: 21 fev. 2021.

Dudley, N. et al. (2017). Attwood. Howshould conservationists respond to pesticides as a driver of biodiversity loss in agroecosystems? *Biol. Conserv.*

Fao-Food and agriculture organization of the united nations. (2015). *A Contribuição dos Insetos para a Segurança Alimentar, Subsistência e Meio Ambiente*, 2015. Disponível em: <http://www.fao.org/documents/card/en/c/7f94e9b2-9479-4c04-8dc6-5dcfeb8199e3/>. Acesso em: 10 fev. 2020.

Fapesp. (2009). *Extinção quase invisível*. Ed. 165, *Revista Pesquisa Fapesp*. Disponível em:

<https://revistapesquisa.fapesp.br/extincao-quase-invisivel/>. Acesso: 13 fev. 2021

Fletcher, M; Barnett, L. (2003). Bee poisoning incidents in the United Kingdom. *Bulletin of Insectology. Bologna*. v. 56, n. 1, p. 141-145.

Frota, M. T. B. A.; Siqueira, C. E. (2021). *Agrotóxicos: os venenos ocultos na nossa mesa*. *Caderno Saúde Publica*. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00004321>. Acesso em: 03 mar. 2021.

GALLO, D.; et al. (2002). *Entomologia agrícola*. Piracicaba: FEALQ.

Guazzelli, M. J.; Sperb, M. (2013). *AGROTÓXICOS: Guerra química contra a saúde e o meio ambiente*. São Paulo: Fundação



CEPEMA.

- Gussoni, W. J.; Ribeiro, G. S. (2016). Abelhas x Agrotóxicos. Informativo aos apicultores e meliponicultores. 2 ed. Apoio: Federação Baiana de Apicultura e Meliponicultura – Febamel. Setor de Apicultura e Meliponicultura da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB.
- Icmibio. (2018). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume I / -- 1. ed. Brasília, DF: ICMBio/MMA.
- Lopes, C. V. A.; Albuquerque, G. S. C. de. (2018). Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. Saúde Debate, v. 42, n. 117. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/sdeb/v42n117/0103-1104-sdeb-42-117-0518.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2020.
- Moura, T. (2019). Governo libera uso de mais 31 agrotóxicos são 169 registrados em 2019. Correio Braziliense.
- Mendes, E. do N. et al. (2014). O uso de agrotóxicos por agricultores no município de Tianguá-Ce. Agropecuária Científica no Semi-Árido, v.10, n.1, p 07-13. Disponível em: <http://150.165.111.246/ojs-patos/index.php/ACSA>. Acesso em: 30 ago. 2020.
- Oliveira, M. A. de. et al. (2014). Bioindicadores ambientais: insetos como um instrumento desta avaliação. Revista Ceres, v. 61, Viçosa. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0034-737x201461000005>. Acesso em: 05 jan. 2021.
- Pimentel, D., Greiner, A. (1997). Environmental and socio-econo-



mic costs of pesticide use. In: Pimentel, D. (Ed.), *Techniques for Reducing Pesticide Use: Economic and Environmental Benefits*. In John Wiley & Sons, Chichester, UK.

Pires, S. S. et al. (2016). Enfraquecimento e perda de colônias de abelhas no Brasil: há casos de CCD? *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 51, n. 5. Disponível em: [10.1590/S0100-204X2016000500003](https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000500003). Acesso em: 22 dez. 2020.

Rosa, J. M. da. et al. (2017). Polinizadores em perigo: por que nossas abelhas estão desaparecendo? *IV Simpósio Internacional Ciência, Saúde e Território*, 2017.

Rigotto, R. M.; Vasconcelos, D. P.; Rocha, M. M. (2014). Uso de agrotóxicos no Brasil e proble-

mas para a saúde pública. *Caderno Saúde Pública*, v. 30, n. 7, p.1-3. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-311X-PE020714>. Acesso em: 20 mar. 2021.

Scudder, G. G. E. (2017). The Importance of Insects. In *Insect Biodiversity* (eds R.G. Foottit and P.H. Adler). Disponível em: <https://doi.org/10.1002/9781118945568.ch2>. Acesso em: 12 fev. 2021.

Siqueira, S. L. de; Kruse, M. H. L. (2008). Agrotóxicos e saúde humana: contribuição dos profissionais do campo da saúde. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, v. 42, n. 3. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0080-62342008000300024>. Acesso em: 15 dez. 2020.

Veiga, M. M. (2007). Agrotóxicos: eficiência econômica e in-



justiça socioambiental. Ciência
Saúde Coletiva, v. 12, n. 1, p. 145-
152.

Veiga, E. (2020). Pesquisa apon-
ta redução drástica de besouros
na Amazônia. Meio Ambien-
te. Disponível em: <https://p.dw.com/p/3XjdY>. Acesso: 12 de fev.
2021.



ENTOMOLOGIA FORENSE: A IMPORTÂNCIA DOS INSETOS NA INVESTIGAÇÃO CRIMINAL

FORENSE ENTOMOLOGY: THE IMPORTANCE OF INSECTS IN CRIMINAL INVESTIGATION

Camila Diovani Aquino¹

Tatiana de Oliveira Ramos²

Gleycon Velozo da Silva³

Resumo: No contexto entomológico forense, o estudo de artrópodes e insetos, vinculados a mecanismos periciais, tem como finalidade levantar referências e evidências que possam ter aproveitamento ou finalização de um inquérito investigativo, demonstrando o quão proficiente pode ser a associação da ciência com o meio legal. Nos últimos anos, com o avanço da ciência e a valorização dos meios investigativos,

por meio de séries televisivas, os profissionais entomologistas e a Entomologia Forense começaram a ganhar visibilidade acadêmica e científica. Os insetos conhecidos como necrófagos se alimentam de matéria orgânica em decomposição, isso, porque quando os tecidos animais entram em estado de putrefação, atraem uma enorme quantidade de espécies que procuram tal substrato como fonte alimentícia

1 Bióloga

2 Doutora em Entomologia Agrícola

3 Doutorando em Ecologia INPA, Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia



ou para garantir a sobrevivência de sua prole, sendo assim, os insetos necrófagos fazem parte da fauna-cadáverica, quando não há nenhum impedimento do processo natural. Predisposto o interesse contínuo em consonância com esta área do conhecimento, serão abordados, nesse contexto, através de uma revisão bibliográfica, os avanços e as funcionalidades da Entomologia Forense, na esfera científica, legal e na prática pericial, em busca de produzir instrumentos de investigação criminal, possibilitando à identificação de cadáveres, mesmo em estados avançados de decomposição e bem como estimar o intervalo pós-morte do indivíduo, contribuindo, assim, para auxiliar e sustentar o trabalho judiciário em respeito à vida. Segundo os dados coletados foi possível descobrir os fatores que influenciam na identificação do cadá-

ver, bem como a localidade onde o fato aconteceu e a relevância do uso de insetos como fundamento para elucidar e sustentar uma investigação criminal. Dessa forma, o estudo sobre o ciclo biológico, biologia, ecologia e taxonomia da fauna cadavérica é indispensável para a validação do laudo pericial e cumprimento da justiça pelo poder judiciário.

Palavras-chave: Coleoptera. Crimes. Diptera. Intervalo pós-morte.

Abstract: In the forensic entomological context, the study of arthropods and insects, linked to expert mechanisms aims to raise references and evidence that can be used or finalized by an inquiry investigation, demonstrating how proficient the association of Science with the legal environment can be. In recent years, with



the advancement of Science and the enhancement of investigative means through television series, professional entomologists and Forensic Entomology have begun to again academic and scientific visibility. The insects known as scavengers feed on decomposing organic matter, this is because when the animal tissues enter into a state of putrefaction, it attracts an enormous number of species that seek such substrate as a food source or to guarantee the survival of their offspring, therefore, necrophagous insects are part of the cadaverous fauna, when there is no impediment to the natural process. Predisposed to the continued interest in line with this area of knowledge, through a bibliographic review, the advances and functionalities of Forensic Entomology in the scientific, legal and expert practice spheres will be addressed

in the context, in search of producing instruments of criminal investigation, enabling the identification of corpses even in advanced states of decomposition, as well as estimating the individual's after death interval, thus contributing to assist and sustain the judicial work in respect of life. According to the data collected, it is was possible to discover the factors that influence the identification of the corpse, as well as the location where the fact happened and the relevance of using insects as a basis elucidate abd support a criminal investigation. Thus, the study of the biological cicle, biology, ecology and taxonomy of cadaverous fauna is indispensable for de validation of the expert report and compliance with justice by the judiciary.

Keywords: Coleoptera. Crimes.



Diptera. Postmortem interval

INTRODUÇÃO

Entomologia é a ciência que estuda os insetos e a sua relação com o homem e o meio ambiente. Esses invertebrados são os mais numerosos, que evoluíram, de tal forma, que são encontrados em vários ecossistemas do planeta. Pertencem à classe Insecta, e formam o grupo mais diversificado do Filo Arthropoda, possuindo três pares de pernas, dois pares de asas, um par de antenas e um corpo dividido em três regiões (Byrd et al., 2010). O sucesso evolutivo alcançado por esse grupo é medido pelo revestimento quitinoso do corpo que evita a dessecação, em decorrência do ciclo de vida, geralmente, curto e a alta capacidade de dispersão que facilita a reprodução. Tais características fizeram com

que esses animais pudessem desenvolver-se de forma evolutiva rápida e adaptativa a quase todos os tipos de ambientes (Hickman et al., 2016)

Os insetos apresentam papel fundamental na natureza, como polinizadores de plantas, realizam a ciclagem de nutrientes, controlam a população de pragas, reduzindo a utilização de inseticidas, servem de alimento para muitos animais e o homem, auxiliam em pesquisas e são fundamentais em investigações, na área criminal, solucionando diversos casos de mortes (Gallo et al., 2002).

A ciência que aplica os insetos na investigação criminal é denominada de Entomologia Forense, área que soluciona casos de mortes que envolvem humanos, insetos e outros artrópodes. Após a morte, com a decomposição dos corpos, os insetos colo-



cam seus ovos sobre os cadáveres, de onde nascem as larvas, as quais se alimentam do material biológico em decomposição. Na Entomologia Forense, a observação das diferentes fases dos insetos pode esclarecer a identidade do cadáver e desvendar as causas da morte, auxiliando no trabalho da perícia médica legal (Oliveira, 2003).

Devido a essas características, são considerados animais persuasivos ao propiciar dados fundamentais à solução de crimes, em situações onde não há testemunhas humanas. Sua ocorrência em determinada vegetação ou sazonalidade, possibilita a descoberta de onde o indivíduo foi assassinado (Campobasso et al., 2001) e as fases de desenvolvimento de larva a adulto mostram a quantidade de tempo e horas que o sujeito foi a óbito (Oliveira, 2011).

No Brasil, apesar da grande importância da Entomologia Forense essa ciência criminal não é largamente empregada em virtude da carência de profissionais e instituições especializadas (Gomes et al., 2006). Contudo, técnicos e peritos forenses vêm adquirindo destaque em decorrência da divulgação em séries forenses e o avanço da ciência que auxiliam a prática investigativa, incentivam a procura e aceitação dos indivíduos (Nucci, 2011). Dessa forma, objetivou-se realizar uma revisão bibliográfica dos principais trabalhos publicados sobre o uso e avanços da Entomologia Forense aplicada na solução de mortes suspeitas, tendo como referência o ciclo biológico dos insetos na investigação criminal.

MATERIAIS E MÉTODOS



Para o levantamento de dados da Entomologia Forense, foram realizadas buscas de artigos científicos em periódicos nacional e internacional, utilizando como palavras-chave os indicadores: Entomologia Forense, Investigação criminal a partir do uso de insetos, fauna cadavérica, perícia criminal, insetos necrófagos e entomofauna. A pesquisa foi realizada no banco de dados das plataformas digitais do Google Acadêmico, Scielo e na Revista Brasileira de Entomologia.

ENTOMOLOGIA FORENSE

A Entomologia Forense é um ramo da Biologia que estuda os invertebrados da classe Insecta em processos criminais, onde, por meio de suas fases biológicas, pesquisadores estabelecem aspectos relacionados à morte de indivíduos, isto é, com a associa-

ção de procedimentos periciais, analisam e descobrem informações indispensáveis para a investigação criminal (Smith, 1986). Nesta ciência, utilizam-se dados de desenvolvimento e aspectos ecológicos de insetos que se alimentam de corpos em decomposição, com o objetivo de auxiliar as investigações criminais em suas mais variadas vertentes, incluindo a busca por soluções capazes de nortear os trabalhos de apuração de diversos tipos de delito (Thyssen, 2008).

O conhecimento entomológico auxilia no modo e localização de óbito do indivíduo, permitindo estimar o intervalo pós-morte, além de determinar o local onde o corpo foi encontrado. A discrepância entre a composição da entomofauna presente em um corpo e daquela observada, na região geográfica, onde o corpo foi descoberto,



pode fornecer evidências de que a vítima fora deslocada, já que o transporte do ponto onde se deu o óbito, frequentemente, resulta na condução da fauna adquirida no mesmo local (Hall, 1990). Essa área ainda abrange o estudo da morte de humanos em processo de decomposição e busca informações que podem ser usadas em julgamento de suspeitos, esclarecimento de dúvidas referentes ao local de crime, das mortes suspeitas, elucidação de fatos por meio de relatórios entomológicos colocados nos laudos periciais.

A Entomologia Forense pode ser aplicada em assuntos relacionados a morte violenta, maus tratos, investigação de tráfico de entorpecentes e outros casos de cunho judicial (Santana et al., 2012). Os primeiros relatos da utilização da metodologia forense são datados de 1235, porém passou a ser reconhecida e utili-

zada nas últimas décadas, destacando suas aplicações e utilidades que são de grande valor para a perícia e investigação criminal (Baltazar et al., 2011).

Um dos primeiros casos da Entomologia Forense refere-se ao homicídio de um lavrador que apareceu degolado por um instrumento corto-cortundente, relatado no manual Chinês de Medicina Legal do século XIII (Costa et al., 2017). Procurando evidências, investigadores encontraram uma foice onde moscas sobrevoavam o material. A polícia investigou os suspeitos que poderiam ser o dono da foice e, após um trabalhador ser pressionado, confirmou o crime, caso desvendado que recebeu o nome de “The washing away of wrongs” (Tz’u, 1981).

Em 1894, a publicação do livro “La Faune des cadáveres” de Mégnin, no qual cita re-



latos de casos relacionados a entomologia levou a Entomologia Forense a ser mais reconhecida. Após a publicação a primeira estimativa de intervalo pós-morte, baseada em insetos, foi realizada por um médico francês conhecido como Bergeret em 1855. Tais estudos, ainda hoje, são utilizados como padrão para os achados de insetos cadavéricos que se sucedem de modo previsível no processo de decomposição (Costa, 2008; Pujol Luz et al., 2008).

Em 1908, Oscar Freire, deu início aos estudos de Entomologia Forense, no Brasil, quando apresentou a Sociedade Médica da Bahia a coleção de insetos necrófagos e os resultados de suas investigações, por meio de estudo de cadáveres humanos e carcaças de pequenos animais (Freire, 1923). No Brasil, ainda se destacam os trabalhos de Roquette (1908), no Rio de Janeiro,

Freire (1914), na Bahia, nos quais registraram a diversidade da fauna de insetos necrófilos em levantamentos feitos em carcaças e em cadáveres humanos. E as pesquisas de Luederwaldt (1911) e Pessoa et al. (1941), que descreveram a fauna de coleópteros necrófilos do estado de São Paulo.

A fauna entomológica cadavérica estuda os insetos que são encontrados em carcaças, onde o processo de decomposição apresenta condições favoráveis ao ciclo biológico. O grupo de insetos de maior interesse são as moscas da ordem Díptera, que apresentam ampla ocorrência em regiões tropicais e atratividade por matéria orgânica em decomposição. Os dípteros necrófagos são os primeiros seres a colonizar cadáveres e carcaças de animais, considerados os principais consumidores de carcaças seguidos pelos besouros da Ordem Cole-



optera, que se alimentam de tecidos em decomposição e também da fauna associada (Carvalho et al., 2008).

Na ordem Díptera, as famílias Calliphoridae e Sarcophagidae destacam-se por sua abundância na forma como decompõem os cadáveres, sendo atraídos pelos gases soltos da decomposição e pela comunidade microbiana presente, no corpo, poucos minutos após a morte. O comportamento das moscas classifica-os como ferramentas na Entomologia Forense, sendo de extrema importância para descobrir o intervalo pós-morte - IPM (Oliveira, 2011).

O segundo grupo de insetos de interesse forense são os besouros da ordem Coleoptera, encontrados na fase larval e adulta na matéria orgânica em decomposição que auxiliam na determinação do intervalo de

pós-morte. Os besouros na área forense auxiliam na elucidação de crimes, utilizados para determinar a causa da morte, local e tempo de crime, por meio da fauna cadavérica (Costa, 2011). São encontrados nos cadáveres, decorrente de sua alimentação ser baseada em restos orgânicos em decomposição, além de serem encontrados em meio natural, junto com outros animais que fazem a reciclagem ecológica (Cruz et al., 2006).

O IPM é a sigla de intervalo pós-morte, fator fundamental para averiguar a cena de crime sem testemunhas. Esse fator é medido, por meio do intervalo entre a morte de um indivíduo e sua descoberta. A aplicação de IPM, por meio da Entomologia Forense é utilizada quando a precisão do exercício do médico legista não pode ser mais aplicável, geralmente 72 horas após o óbi-



to. Tais informações conseguem estimular a quantidade de tempo de morte, por meio das fases do ciclo biológico dos insetos encontrados nos cadáveres. Para realizar o cálculo de IPM, deve-se ter o último estágio larval do inseto obtido na cena de crime, uma vez que, corresponderá às primeiras atividades de postura do inseto, fator este que indica o tempo mínimo de exposição do cadáver (Oliveira, 2011).

No IPM é imprescindível informações sobre a larva de primeira geração que foi encontrada no corpo, pois sua fase de desenvolvimento indica o limite mínimo de intervalo pós-morte. Com essa informação o tempo será usado como estimativa de base, nos períodos iniciais de decomposição. Em casos de mortes em ambientes fechados, os insetos necrófagos são impedidos de colonizar o indivíduo, ou seja,

o atraso da chegada dos insetos pode interferir no cálculo do IPM. Como no caso de cadáveres em ambientes fechados ou enroscados em tecidos onde os insetos não conseguem chegar, fator que interfere no cálculo do IPM (Aubernon et al., 2015; Oliveira, 2011).

O cálculo do IPM pode ainda ser realizado por meio da sucessão entomológica da natureza cadavérica, recurso utilizado quando o corpo está em estado avançado de decomposição, onde encontra-se na cena de crime pupas, que se referem ao desenvolvimento pós-larval, no qual a metodologia não será mais plausível, pois serão encontrados mais de um ciclo no corpo do indivíduo. Neste estudo as moscas da Família Calliphoridae são primordiais para determinar o IPM, em razão de sua abundância na natureza e pelas informações



quanto a sua biologia e o comportamento.

Alguns fatores podem interferir no intervalo pós-morte como a presença de substâncias tóxicas (Aubernon et al., 2015), alteração da temperatura podem retardar a decomposição do cadáver, inibindo os agentes microbiotas e modificando o desenvolvimento dos insetos (Campobasso et al., 2001). Em estudos com espécies de moscas em temperatura menor que 0°C, as larvas na parte externa do organismo morreram, as larvas e ovos que estão no interior do indivíduo conseguiram sobreviver, enquanto que na temperatura for maior que 5°C algumas moscas permaneceram ativas (Pinheiro et al., 2012).

Em locais onde há exposição direta ao sol, a decomposição é beneficiada por causa do aumento da temperatura, o que

explica o fato de corpos encontrados nessas condições chegarem cerca de duas semanas antes ao estágio de esqueletização comparado com carcaças presentes em áreas sombreadas. Dessa forma, é essencial o conhecimento da temperatura do local, uma vez que, a taxa de desenvolvimento do inseto depende desse fator que é importante na investigação criminal (Anderson, 2000; Pinheiro et al., 2012).

Outro fator que deve ser levado em consideração é o tipo de roupa do cadáver, que pode alterar a taxa de putrefação do cadáver e afetar a colonização dos insetos, como no caso de indivíduos que após a morte foram embrulhados em algum material. Todavia, cadáveres com vestimentas corriqueiras não atrapalham a colonização dos insetos, sendo um ambiente ideal para a reprodução, em decorrência da



temperatura e umidade ideais que favorecem o desenvolvimento larval, e rapidez do processo de decomposição (Campobasso, 2001).

Embora essa área tenha grande avanço e seja valorizada em muitos países, a maior parte dos estudos de Entomologia Forense no Brasil são feitos em carcaças de animais e faltam profissionais capacitados na área. A maior parte dos estudos concentram-se nos grupos de insetos com importância agrícola e médico-veterinário e para trabalhar com Entomologia Forense, o profissional necessita de habilidades em taxonomia, sistemática, entomologia geral, ecologia, biologia dos insetos e conhecimento em perícia criminal (Pujol Luz et al., 2008).

Em cidades onde não há o serviço da Entomologia Forense, informações sobre a hora da

morte e o deslocamento do cadáver ficam sem confirmações e as informações coletadas não são confiáveis, por não seguir os princípios da Medicina Legal, que levam como possibilidades a rigidez do corpo que ajuda a determinar o horário da morte, então o deslocamento da vítima até outra sazonalidade é considerado inviável. Tais informações ressaltam que desenvolver estudos entomológicos forense é um dos maiores desafios nessa área do conhecimento (Amendt et al., 2004).

Apesar da importância do estudo entomológico, para desvendar vários casos, a atuação do entomologista forense ainda é pouco valorizada. Isso se deve à falta de profissionais capacitados e qualificados para exercerem a função e reconhecimento da importância dessa área biológica. Embora o entomologista forneça



informações importantes para a decorrência do laudo cadavérico, o profissional não recebe informações da identidade do indivíduo e não tem acesso aos resultados do seu laudo investigativo, uma vez que, essas informações são apenas etapas da perícia criminal (Gomes et al., 2006).

Observa-se, cada vez mais, a necessidade da atuação do entomologista forense, seu investimento e dedicação nos estudos de ecologia e desenvolvimento dos insetos necrófagos, que resultará em avanços na Biologia, bem como a aplicação dessas informações na perícia criminal para realizar seu trabalho no cumprimento da justiça. Com o avanço dessa área foi criado o site “eafe.org” que contém informações de especialistas do mundo inteiro, nele podem-se encontrar referenciais bibliográficos, artigos, publicações recen-

tes, novidades e interação com os principais pesquisadores da área entomológica. O site permite o avanço de pesquisas, além da transmissão de informações para a sociedade e comunidade científica. A página é considerado uma ferramenta acessível e fundamental para área civil e justiça criminal, em favor da valorização da Ciência e aplicações de práticas forenses que podem melhorar os estudos dos insetos necrófagos (Gomes et al., 2006).

INSETOS DE IMPORTÂNCIA FORENSE

Após a morte de uma pessoa, o corpo entra em fase de decomposição, logo depois é colonizado por insetos que usa-o como local para depositar seus ovos e desenvolvimento das fases imaturas. O corpo em decomposição serve de fonte proteica para



os insetos que aceleram a putrefação e degradação e, em razão disso são chamados de insetos necrófagos (Oliveira, 2011).

A fauna cadavérica é classificada em quatro categorias, de acordo com os autores Lord et al. (1986), a primeira é representada pelos insetos necrófagos que colonizam o indivíduo e alimentam-se dos tecidos em decomposição, a segunda é formada pelos insetos onívoros, que se alimentam do material em decomposição e da fauna associada. Segundo os mesmos autores, o terceiro grupo de insetos necrófagos é formado por insetos parasitas e predadores que se alimentam de outros insetos, habitam o corpo ou utilizam as reservas do cadáver em putrefação para o seu desenvolvimento biológico, sendo o último grupo formado pelos insetos denominados de acidentais que usam o cadáver de forma

espontânea.

Na América do Sul, a colonização das carcaças é feita por uma grande variedade de espécies de insetos, segundo Carvalho et al. (2008), as principais famílias de dípteros, frequentemente encontrados em animais cadavéricos são os insetos das famílias Stratiomyidae, Phoridae, Anthomyiidae, Fanniidae, Sphaeroceridae, Drosophilidae, Sepsidae, Ulidiidae, Piophilidae, Muscidae, Sarcophagidae e Calliphoridae.

Na região tropical, são reconhecidas mais de 31 mil espécies, sendo 8,7 mil somente no Brasil. As características morfológicas mais evidentes são os dois pares de asas anteriores desenvolvidas, asas posteriores reduzidas a balancins, aparelho bucal sugador nos adultos e olhos bem desenvolvidos (Carvalho et al., 2008).



Contudo, a família de dípteros que mais se destaca é a família Calliphoridae, conhecida por abrigar insetos colonizadores primários da sucessão cadavérica. A família Sarcophagidae, destaca-se como a segunda de maior importância que, ao entrar em contato com o cadáver, deposita as larvas e começa a sua alimentação e a família Muscidae que é atraída por dejetos humanos e matéria em decomposição tanto animal quanto vegetal. De todos os insetos as moscas varejeiras da família Calliphoridae, são consideradas as colonizadoras pioneiras, importantes, quando o corpo está em estágio inicial de decomposição. Mesmo a grandes distâncias, são fortemente atraídas por voláteis ricos em enxofre produzidos poucos minutos depois da morte e, durante a decomposição, além disso, é o grupo que apresenta grande nú-

mero de informações na área forense (Amendt, 2004; Gredilha et al., 2007; Oliveira, 2003).

Segundo Cherix et al. (2012), em investigações de mortes ocorridas na Suíça, entre 1993 e 2008, foram encontradas espécies de insetos dípteros da família Sarcophagidae, em 33 de 160 casos. Os autores citam que a espécie de *Sarcophaga argyrostoma* (Robineu-Desvoidy, 1830) era a mais comum e, de acordo com informações do ciclo biológico, a espécie coloniza os cadáveres no mesmo dia que as espécies da família Calliphoridae, sendo assim, o conjunto dessas informações puderam ser utilizadas, na estimativa do intervalo pós-morte em diversos casos.

A ordem Coleoptera é considerada a maior com cerca de 350 mil espécies descritas, e 28 mil espécies em 105 famílias catalogadas no Brasil. Apresen-



tam élitros enrijecidos, aparelho bucal mastigador com mandíbulas bem desenvolvidos, ocorrem em quase todos os ambientes e possuem diferentes hábitos alimentares (Marinone et al., 2001).

Para Mello Patiu (2008), os besouros são insetos relevantes no estudo da Entomologia Forense, uma vez que, seus representantes necrófagos, se alimentam de tecidos em taxa de decomposição, os predadores e parasitas se nutrem de larvas, pupas e adultos presentes, e os onívoros se nutrem do corpo e da fauna associada, acelerando a decomposição do cadáver. Alguns besouros da família Dermestidae, evitam a competição com as moscas encontrando-se em carcaças de estágios menos úmidos. Porém, alguns coleópteros predadores conseguem chegar mais rápido, antes que as larvas das moscas tenham abandonado a carcaça.

Os coleópteros são as principais evidências entomológica para que se possa determinar o intervalo pós-morte, principalmente quando as vítimas estão em estado avançado de decomposição, ou seja, em fase seca. As maiores quantidades da fauna de besouros ocorrem, geralmente, na fase de esqueletização da decomposição do corpo. Isso acontece, pelo fato de os dípteros colonizarem a carcaça, pioneiramente, e em grande abundância, desfavorecendo, competitivamente, a presença dos besouros nos estágios iniciais (Mello Patiu, 2008). Segundo Byrd et al. (2010) e Smith (1986), as vantagens dos besouros necrófagos deve-se ao sistema sensorial e locomotor bem desenvolvido das larvas e a habilidade de escavar dos insetos adultos, que permitem selecionar áreas e hábitos de forrageio favoráveis. Além disso, algumas



famílias de besouros são capazes de utilizar o aparelho bucal mastigador e adaptações do trato digestório o que ajuda a processar partes duras e secas do corpo em decomposição.

Dentre os besouros necrófagos, destacam-se as famílias Dermestidae, Cleridae, Trogidae e ou predadores e parasitas, Staphylinidae, Histeridae e Silphidae, onde os insetos adultos são onívoros, enquanto as larvas são necrófagas e apresentam grande importância para a ciência forense. A família Dermestidae é composta por besouros necrófagos, com adultos e larvas que se alimentam de carcaças de partes mais secas, em cadáveres esqueletizados. São encontrados, em sua maioria, no crânio e articulações, como a espécie *Dermestes maculatus* (De Geer, 1774) que ocorre em cadáveres humanos e carcaça animal em todo o território

brasileiro e em outros países (Carvalho et al., 2000).

De acordo com Cruz et al. (2006) e Marinoni et al. 2001, na família Trogidae, as larvas e adultos possuem hábitos necrofágicos e são atraídos por carcaças de animais secos e enterrados sob carcaças e corpos em estágios avançados de decomposição. Os insetos adultos podem ser encontrados imóveis e cobertos de areia, lama ou tecidos animais, caso que dificulta sua observação e coleta.

Para Peck et al. (1985), na família Silphidae a maioria das espécies são necrófagas encontradas em carcaças de animais. As larvas dessa família são necrófagas e os adultos onívoros, predando moscas, o que dificulta a análise e cálculo de IPM. Importantes contribuições da coleóptero-fauna associadas a carcaças foram desenvolvidas



por meio de estudos nos últimos anos, refletindo de maneira positiva a importância dos estudos relacionados à fauna dos insetos citados.

Segundo Smith (1986), de qualquer maneira, durante o processo de decomposição, é perceptível uma sucessão dos insetos, cujas espécies possuem preferência por determinada etapa de decomposição do cadáver, aquela na qual propicia as condições fundamentais para seu desenvolvimento. A análise da sucessão de insetos em uma carcaça da entomofauna é uma ferramenta importante para se conseguir a determinação de (IPMmin). As moscas oferecem importantes características de dados para cálculo de IPM, quando as carcaças estão em estágio inicial de decomposição, fato esse que não é muito utilizado quando os esqueletos secos de humanos são

encontrados, sendo fundamental a análise de besouros em padrão de sucessão, que refere ao padrão máximo de sucessão (IPMmax).

De acordo com Meira (2016) apud SMITH, (1986), nas fases iniciais da decomposição, a estimativa do IPM é realizada com base no estágio de desenvolvimento mais adiantado dos insetos encontrados no cadáver. Em casos isolados, é possível determinar o (IPMmin), por meio da observação de desenvolvimento de algumas espécies de besouros, podendo corroborar com a taxa de IPM das moscas. Além disso, em casos de mumificação, mesmo em ambientes não ventilados, os besouros, podem aumentar o processo de esqueletização.

Existem ainda outras aplicações que a Entomologia Forense oferece esclarecimentos, segundo Thyssen (2008) e Lord et al. (1986), como no caso de maus



tratos a crianças, sendo possível identificar a quantidade de dias que a criança ficou sem cuidados de higiene pessoal, determinado por larvas encontradas em suas vestes. Em relação ao tráfico de drogas, é possível saber a origem de onde a mercadoria foi oriunda, pela identificação de insetos que ficaram presos nos pacotes, durante a prensagem, sendo fundamental para descobrir a rota do tráfico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o referencial analisado, a utilidade da Entomologia Forense como fonte de recursos para a perícia criminal depende de alguns coeficientes. Sendo, primeiro, o reconhecimento dos insetos, na localidade do crime, o conhecimento dos policiais e peritos criminais que

frequentam esses locais, o discernimento sobre o que coletar, como preservar e quais os tipos de informações podem ser fundamentais para o laudo pericial e a investigação. Para que a aplicabilidade da Entomologia seja eficaz é necessário buscar a verdade real, para que possa garantir que as normas jurídicas sejam aplicadas com justiça, sendo indispensável à análise dos fatos coletados na cena.

A divulgação da Entomologia Forense, no trabalho policial, é quase nula, muitas dessas vezes, elementos valiosos são perdidos ou ignorados, sendo analisados somente dados macroscópicos com o auxílio da perícia médico-legal. Assim, fatos imprescindíveis para elucidação de crimes são perdidos por não haver análise e coletas de insetos que poderiam auxiliar no fechamento de caso de morte suspeita.



Segundo Barros et al. (2008) e Pujol-Luz (2008), ressaltam que o conhecimento das espécies envolvidas no processo de decomposição é o primeiro passo para a utilização dos insetos como ferramenta para resolução de crime. Os dípteros e coleópteros costumam ser os principais indivíduos coletados nas cenas de crime, por utilizar a carcaça como substrato de deposição de ovos e fonte de nutrientes para sua alimentação. Segundo Pujol-Luz (2008), os dípteros se destacam como agentes biotafonômicos, nas fases iniciais do processo de decomposição e os principais consumidores das partes moles, enquanto os coleópteros chegam ao cadáver, geralmente, em fases secas.

Conciliado à ação dos insetos, de acordo com Romana et al. (2012), os fatores bióticos e abióticos apresentam importân-

cia, destacando-se a temperatura, a umidade e a luminosidade que influenciam na decomposição dos cadáveres, enquanto os fatores bióticos, como ciclo de vida e a diversidade biológica da fauna associada apresentam dados importantes na resolução dos casos.

No Brasil, a composição da fauna necrófaga sofreu influência, em decorrência da introdução de espécies exóticas do gênero *Chrysomya* há mais de trinta anos (Guimarães et al., 1978). A espécie exótica adaptou-se, facilmente, às novas condições do ambiente, determinando modificações em sua fauna, criando hábitos de visitar depósitos de lixo, aterros sanitários e carcaças de animais, ao mesmo tempo em que se aproximam de habitações humanas (Lima et al, 1991). Segundo Vianna et al. (1998), no sul do Brasil, *Chrysomya megacephala* (Fabricius) tem pre-



ferência por ambientes urbanos, enquanto *Chrysomya albiceps* (Wiedemann) não apresenta preferência em relação a ambientes, sendo que, de maneira geral, os Calliphoridae apresentam preferência por ambientes urbanizados. De acordo com Galindo (2009), as espécies do gênero *Chrysomya* invasoras, no Brasil, interferem significativamente nos níveis populacionais da fauna necrófaga brasileira.

A presença de moscas em corpos encontrados em ambientes fechados não é incomum, e sob determinadas condições ambientais pode ser vantajoso para os insetos, visto que o ambiente exibe condições mais estáveis de temperatura, muitas vezes, influenciando a taxa de desenvolvimento (Oliva, 2001). Segundo Silva et al. (2012), os coleópteros são as principais evidências entomológicas, para que

seja determinado o IPM, principalmente, quando são encontrados em esqueletos, já na fase seca da decomposição. Por isso, quando o estágio da decomposição já se encontra avançado, quem são os principais visitantes são os coleópteros, apesar de também serem encontrados nas fases iniciais da decomposição (Correa, 2010).

Apesar da grande importância da Entomologia Forense, há falta de especialistas na área, pouca colaboração entre a polícia científica, universidades e, consequentemente, pouca informação sobre as espécies, incluindo a morfologia externa, que, geralmente, não é suficiente para fins de identificação, sendo possível somente, por meio da genitália masculina (Vairo et al., 2011; Vairo et al., 2015).

Na opinião de Reis (2011), o laudo pericial tem a fi-



nalidade de demonstrar ao juiz a realidade sobre o crime, portanto, é ferramenta crucial da perícia criminal. Nesse sentido, o laudo pericial é um dos itens mais importantes no estudo da criminalística, pois é por meio dele que os exames são expressos e que a prova material do crime é manifestada. Conforme destaca Nucci (2011), os materiais que são colhidos pelos peritos criminais não são normalmente vistos por qualquer indivíduo, sendo que os peritos necessitam de conhecimento específico sobre a matéria analisada, por isso mesmo, os peritos criminais contam com a ajuda das Ciências Biológicas, no sentido de encontrar provas que não seriam possíveis sem o seu auxílio. Entretanto, há necessidade de ampliação e melhoramento das técnicas entomológicas forenses brasileiras, para que, cada vez mais, a Entomologia Forense

seja reconhecida como prática eficaz na elucidação de crimes.

CONCLUSÕES

O conjunto de informações sobre biologia, ecologia, taxonomia da fauna cadavérica e o ciclo biológico dos insetos são primordiais para relacionar e sustentar evidências em casos de mortes suspeitas. Apesar da publicação de vários trabalhos, torna-se, cada vez mais necessário, a ampliação do conhecimento em espécies necrófagas do Brasil devido à diversidade de insetos.

Tais avanços são importantes para que a Entomologia Forense tenha maior interesse entre as entidades acadêmicas e a polícia técnico-científica e que, por meio dessa união, peritos e entomólogos colem informações necessárias para a verificação e embasamento do laudo



pericial, propiciando o cumprimento da justiça perante as leis do homem em respeito à vida.

REREFÊNCIAS

Aubernon, C. Devigne, C.; Hedouin, V.; Gosset, D.; Damien, C. (2015). In vitro effects of household products on calliphoridae larva e development: implication for forensic entomology. *Journal of Forensic Sciences*, v. 60, n. 1, p. 226-232.

Amendt, J.; Krettek, R.; Zehner, R. (2004). Forensic entomology. *Natur Wissensch Aften*, v. 91, n. 2, p. 51-65.

Anderson, G. S. (2000). Minimum and maximum development rates of some forensic ally importante Calliphoridae (Diptera). *Journal of Forensic Sciences*, v. 45, n. 4, p. 824-832.

Baltazar, F. N.; Cavallari, M. L.; Carvalho, E.; Tolezano, J. E.; Muñoz, D. R. (2011). Entomologia forense e saúde pública: relevância e aplicabilidade. BEPA. *Boletim Epidemiológico Paulista*, v. 8, n. 87, p. 14-25.

Barros, R. M.; Mello-Patiu, C. A.; Pujol-Luz, J. R. (2008). Sarcophagidae (Insecta, Diptera) à associados decomposição de carcaças de *Sus scrofa* Linnaeus (Suidae) em área de Cerrado do Distrito Federal, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 52, n. 4, p. 606-609.

Byrd, J. H.; Castner, J. L. (2010). Insects of forensic importance. In: BYRD, J. H.; CASTNER, J. L. *Forensic entomology: the utility of arthropods in legal investigations*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, p. 39-126.



- Campobasso, C. P.; Vella, G. D.; Introna, F. (2001). Factors affecting decomposition and Diptera colonization. *Forensic Science International*, v. 120, n. 15, p. 18-27.
- Carvalho, C. J. B.; Mello-Patiu, C. A. (2008). Key to the adults of the most common forensic species of Diptera in South America. *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 52, n. 3, p. 390-406.
- Carvalho, L. M. L.; Thyssen, P. J.; Linhares, A. X.; Palhares, F. A.B. (2000). A checklist of arthropods associated with pig carion and human corpses in Southern Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 95, n. 1, p. 135-138.
- Cherix, D.; Wyss, C.; Pape, T. (2012). Occurrences of flesh flies (Diptera: Sarcophagidae) on human cadavers in Switzerland, and their importance as forensic indicators. *Forensic Science International*, v. 220, n. 1, p. 158-163.
- Correa, C. R. (2010). Análise da fauna de Coleoptera (Insecta) associada a carcaças enterradas de coelhos, *Oryctologus cuniculus* (L., 1758) (Lagomorpha, Leporidae) em Curitiba, Paraná. 2010. 53f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- COSTA, J. O. (2008). Entomologia forense: quando os insetos são vestígios. 2. ed. São Paulo: Millennium. 420p.
- Costa, J. O. (2011). Entomologia Forense: quando os insetos são vestígios. 3. ed. Campinas, SP: Millennium. 520 p.



Costa, V. C.; Pavolak, P. H.; Tozzo, R. A. (2017). Coleópteros de interesse na entomologia forense no Brasil, com ênfase nas principais famílias. *Revista F@pciência*, v. 11, n. 6, p. 35-43.

Cruz, T. M.; Vasconcelos, S. D. (2006). Entomofauna de solo associada à decomposição de carcaça de suíno em um fragmento de mata atlântica de Pernambuco, Brasil. *Biociências*, v. 14, n. 2, p. 193-201.

Freire, O. (1914). Algumas notas para o estudo da fauna cadavérica da Bahia. *Gazeta Médica da Bahia*, v. 46, p. 110-125.

Freire, O. (1923). Fauna cadavérica brasileira. *Revista de Medicina*. n.3, v. 4, p.15-40.

Galindo, L. A. (2009). Intera-

ções interespecíficas e comportamentais entre moscas-varejeiras: abordagens ecológicas e médico-legais envolvendo populações naturais. 2009. 74 f. Tese (Doutorado em Biologia Geral e Aplicada) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

Gallo, D.; Nakano, O.; Silveira Neto, S.; Carvalho, R. P. L.; Batista, G. C.; Berti Filho, E.; Parra, J. R. P.; Zucchi, R. A.; Alves, S. B.; Vendramin, J. D.; Marchini, L. C.; Lopes, J. R. S.; Omoto, C. (2002). *Entomologia agrícola*. Piracicaba: FEALQ. 920 p.

Gomes, L.; Von Zuben, C. J. (2006). Forensic entomology and main challenges in Brazil. *Neotropical Entomology*, v. 35, n. 1, p. 1-11.

Gredilha, R.; Paradela, E. R.; Fi-



gueiredo, A. L. S. (2007). Entomologia forense – insetos aliados da lei. Revista Jus Navegandi, v. 12, n. 1537.

Guimarães, J. H.; Prado, A. P.; Linhares, A. X. (1978). Three new ly introduced blow fly species in Southern Brazil (Diptera: Calliphoridae). Revista Brasileira de Entomologia, v. 22, n. 4, p. 53-60.

Hall, R. D. (1990). Medico criminal entomology. In: CATTS, E. P.; HASKELL, N. H. Entomology & death: a procedural guide. Clemson: Forensic Entomology Associates, p. 1-8.

Hickman Junior, C. P.; Roberts, L. S.; Keen, S.; Einsenhour, D. J.; Larson, A.; Anson, H. (2016). Princípios integrados de zoologia. 16. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 937 p.

Lima, M. L. P. S.; LUZ, E. (1991). Espécies exóticas de Chrysomya como veiculadoras de enterobactérias patogênicas em Curitiba, Paraná, Brasil. Acta Biológica Paranaense, v. 20, p. 61-83.

Lord, W. D.; Stevenson, J. R. (1986). Directory of forensic entomologists. 2nd ed. Washington, D. C: Armed Professional Entomology. 42 p.

Luederwaldt, H. (1911). Os insetos necrófagos paulistas. Revista do Museu Paulista, v. 8, p. 414–433.

Marinoni, R. C.; Ganho, N. G.; Monne, M. L.; Mermudes, J. R. M. (2001). Hábitos alimentares em Coleoptera (Insecta). Ribeirão Preto: Holos. 63p.

Meira, K. T. R.; Barros, R. M.



- (2016). Padrões de sucessão da fauna cadavérica no Brasil, uma contribuição para a prática forense. *Acta de Ciências e Saúde*, v. 1, n. 1, p. 1-37.
- Mello-Patiu, C. A.; Silva, K. P. (2008). Noções de dipterologia. In: OLIVEIRA-COSTA, J. *Entomologia Forense: quando os insetos são vestígios*. 2. ed. São Paulo: Millenium, cap. 4, p. 52-64.
- Nucci, G. S. (2011). Código de processo penal comentado. 10. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais. 1310 p.
- Oliva, A. (2001). Insects of forensic significance in Argentina. *Forensic Science International*, v. 120, n. 1, p. 145-154.
- Oliveira, C. J. (2011). *Entomologia Forense: quando os insetos são vestígios*. 3. ed. São Paulo: Millenium. 502 p.
- Oliveira C. J. (2003). *Entomologia Forense: quando os insetos são vestígios*. São Paulo: Millenium. 257 p.
- Peck, S. B.; Anderson, R. S. (1985). Taxonomy, Phylogeny and Biogeography of the carrion beetles of Latin America (Coleoptera: Silphidae). *Quaestiones Entomologicae*, v. 21, n. 3, p. 247-317.
- Pessôa, S. B.; Lane, F. (1941). *Coleopteros necrophagos de interesse médico-legal. Ensaio monográfico sobre a família Scarabaeidae de São Paulo e regiões vizinhas*. Arquivos de Zoologia do Estado de São Paulo, v. 2, p. 389-504.
- Pinheiro, D. S.; Reis, A. A. S.; Jesuíno, R. S. A.; Silva, H. M. V.



- (2012). Variáveis na estimativa do intervalo pós-morte por métodos de entomologia forense. *Revista Enciclopédia Biosfera*, v. 8, n. 14, p. 1442-1457.
- Pujol-Luz, J. R.; Arantes, L. C.; Constantino, R. (2008). Cem anos da Entomologia Forense no Brasil (1908-2008). *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 52, n. 4, p. 485-492.
- Reis, A. B. (2011). *Metodologia científica em perícia criminal*. 2. ed. São Paulo: Millennium. 256 p.
- Romana, A.; Nivea, Y.; Carvalho, R.; Reis, B.; Ribeiro, D.; Pires, A. (2012). A importância da entomologia forense nas investigações criminais. In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 7, 2012, Palmas. Anais, Palmas: IFTO, 2012.
- Roquette, P. E. (1908). Nota sobre a fauna cadavérica do Rio de Janeiro. *A Tribuna Médica*, v. 21, p. 413-417.
- Santana, C. S.; Vilas Boas, D. S. (2012). Entomologia forense: insetos auxiliando a lei. *Revista Ceciliana*, v. 4, n. 2, p. 31-34.
- Silva, C. R.; Santos, E. W. (2012). Fauna de Coleoptera associada a carcaças de coelhos expostas em uma área urbana no sul do Brasil. *Entomo Brasilis*, v. 5, n. 3, p. 185-189.
- Smith, K. G. V. (1986). *A manual of forensic entomology*. Ithaca: Cornell University Press. 205 p.
- Thyssen, P. J. (2008). As aplicações do DNA na entomologia forense e no contexto legal. *Biológico*, v. 70, n. 2, p. 49-50.



- Tz'u, S. (1981). The washing away of wrongs: forensic medicine in thirteenth-century China. Michigan: Center for Chinese Studies. 196 p.
- Vairo, K. P. E.; Mello-Patiu, C. A.; Carvalho, C. J. B. (2011). Pictorial identification key for species of Sarcophagidae (Diptera) of potential forensic importance in Southern Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 55, n. 3, p. 333-347.
- Vairo, K. P.; Moura, M. O.; Mello-Patiu, C. A. (2015). Comparative morphology and identification key for females of nine Sarcophagidae species (Diptera) with forensic importance in Southern Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 59, n. 3, p. 177-187.
- Vianna, E. E. S. Brum, J. G. W.; Ribeiro, P. B.; Berne, M. E. A.; Silveira-J. R, P. (1998). Synanthropy of Calliphoridae (Diptera) in Pelotas, Rio Grande do Sul State, Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 7, n. 2, p. 141-147.



AGRICULTURA SUSTENTÁVEL DESAFIOS E VANTAGENS NAS PROPRIEDADES RURAIS

SUSTAINABLE AGRICULTURE CHALLENGES AND ADVANTAGES IN RURAL PROPERTIES

Tamara Marmidt¹

Resumo: O objetivo deste artigo foi analisar a percepção dos agricultores familiares brasileiros sobre o tema sustentabilidade em pequenas propriedades rurais. A questão central é como manter pessoas no meio rural estimulando o uso racional de recursos naturais e provocando o menor impacto ambiental possível com suas práticas produtivas sem que as questões sobre sustentabilidade sejam discutidas. A problemática reside na sustentabilidade das pequenas propriedades rurais que utilizam

mão de obra familiar, nas quais o processo produtivo, em geral, é artesanal e a escala de produção é pequena. O referencial teórico contempla o tema com base nos fundamentos da nova ruralidade, da diversificação produtiva, da pluriatividade e da multifuncionalidade. Os resultados indicam que os agricultores familiares das pequenas propriedades rurais não consideram a adoção de práticas de produção que utilizem de forma racional os recursos naturais e/ou que provoquem menor impacto

¹ Bacharel em Ciências Biológicas e Especialista em Gestão, auditoria e Licenciamento Ambiental



ambiental possível. A lógica da ação é capitalista, orientada pelas práticas que geram renda suficiente para manter os membros da família, reproduzidas a partir das práticas observadas em grandes produtores rurais. A definição teórica de sustentabilidade rural está dissociada da prática realizada nas pequenas propriedades rurais, as quais são justificadas, principalmente, pela ausência de mão de obra familiar e pela baixa rentabilidade nas atividades produtivas que contemplam a diversificação produtiva e a escala de produção.

Palavras-chave: agricultura, propriedade rural, sustentabilidade, social, econômico, ambiental.

Abstract: The aim of this article was to analyze the perception of Brazilian family farmers on the topic of sustainability in small

rural properties. The central issue is how to keep people in the rural environment, stimulating the rational use of natural resources and causing the least possible environmental impact with their production practices without discussing sustainability issues. The problem lies in the sustainability of small rural properties that use family labor, in which the production process, in general, is artisanal and the production scale is small. The theoretical framework contemplates the theme based on the foundations of the new rurality, productive diversification, pluriactivity and multifunctionality. The results indicate that family farmers on small rural properties do not consider the adoption of production practices that rationally use natural resources and/or that cause the least possible environmental impact. The action logic is capitalist,



guided by practices that generate enough income to keep family members, reproduced from the practices observed in large rural producers. The theoretical definition of rural sustainability is dissociated from the practice carried out in small rural properties, which are mainly justified by the absence of family labor and the low profitability of productive activities that include productive diversification and the scale of production.

Keywords: agriculture, rural property, sustainability, social, economic, environmental.

Introdução

O tema sustentabilidade rural é um campo de investigação em construção e provoca inquietações en-

tre os pesquisadores sobre como estudá-lo, tendo em vista que os modelos teóricos propõem abordagens com base em três dimensões (econômica, ambiental, social) (ELKINGTON, 2012). Porém, os estudos brasileiros em nível de teses e dissertações trabalham com maior frequência a dimensão ambiental, enquanto que os artigos possuem maior foco nas dimensões econômica e social (SERAMIM; LAGO, 2016).

O termo sustentabilidade dá espaço para diversas interpretações (CAVALCANTI, 2003; BUAINAIN; GARCIA; VIEIRA, 2016), mas trata-se da possibilidade de se obter continuamente condições iguais ou superiores de vida para as pessoas e seus sucessores. Sua origem está no relatório elaborado pelo CMMAD/ONU (1991) e tem sido discutida em diferen-



tes campos do saber, mas é tema emergente como sustentabilidade rural (WANDERLEY, 2000).

Neste artigo, sustentabilidade rural é considerada modelo de gestão de pequenas propriedades rurais que contempla o desenvolvimento de atividades produtivas/agropecuárias com mão de obra familiar, adoção de técnicas que preservam e/ou geram o menor impacto possível nos recursos naturais e, ao mesmo tempo, produzam resultados econômico - financeiros ao proprietário da terra e à sua família, otimização da produção das culturas, satisfação das necessidades humanas de alimentos e das necessidades sociais da família rural e da comunidade local.

O objetivo do artigo é analisar a percepção dos agricultores familiares brasileiros sobre sustentabilidade em pequenas

propriedades rurais com vistas ao desenvolvimento de estudos mais aprofundados, considerando um olhar a partir dos atores sociais, quais sejam, os agricultores, pois a visão contextualizada do pesquisador pode obscurecer aspectos importantes da realidade vivida pelo agricultor. Com esse olhar paradigmático sobre o fenômeno no contexto das pequenas propriedades rurais, é preciso reconhecer que há um limite para o uso dos recursos naturais, já amplamente descrito na literatura sobre recursos naturais não renováveis.

A questão central é focada em como manter pessoas no meio rural, exigir que utilizem de forma racional recursos naturais e que provoquem o menor impacto ambiental possível com suas práticas produtivas sem que as questões



sobre sustentabilidade sejam discutidas.

A problemática reside na sustentabilidade das pequenas propriedades rurais, que utilizam mão de obra familiar, onde o processo produtivo, em geral, é artesanal, e a escala de produção é pequena. As grandes propriedades rurais não enfrentam as mesmas condições, pois encontram amparo nas leis do mercado para comercializar seus produtos, no uso intensivo das diferentes tecnologias, sejam elas genéticas ou de produção, e o consequente aumento da produtividade, bem como a disponibilidade da mão de obra assalariada.

As primeiras formas de agricultura surgiram em torno de 10 mil anos atrás, no período da pré-história denominado NEOLÍTICO.

Nesse período, ocorreram as primeiras formas de

domesticação de espécies de vegetais e animais e o clima foi se tornando mais ameno e adequado ao cultivo de alimentos. O uso de técnicas, mesmo que inicialmente rudimentares, passou a fazer parte do cotidiano dos primeiros aglomerados humanos. Destaca-se o uso do fogo e de algumas ferramentas, assim como do esterco animal.

Entre os anos de 8 mil e 6 mil a.C., a agricultura foi se desenvolvendo de forma diferente e independente nas diversas partes do mundo, provavelmente nos vales fluviais habitados por antigas civilizações. O ser humano não necessitava mais coletar seu alimento na natureza (frutos, raízes e folhas). No Oriente Médio e na Europa desenvolveu-se, principalmente, o trigo e a cevada; no continente americano, o milho, o feijão e a batata; na Ásia, o arroz.

Foi somente no século



18, com o advento da agricultura moderna, que a produção em maior escala começou, caracterizando a Primeira Revolução Agrícola, que ainda mantinha as seguintes características: A integração da produção agrícola e pecuária; O domínio sobre as técnicas de produção em maior escala e A intensificação do uso de rotação de culturas com plantas forrageiras.

Em meados do século 19, até o início do século XX, a Segunda Revolução Agrícola marcou uma série de descobertas científicas e avanços tecnológicos. Suas principais características são: O melhoramento genético das plantas e o uso de fertilizantes químicos; O distanciamento da produção vegetal, da produção animal e a prática da monocultura.

Aliadas a outras práticas agrícolas, como o uso de va-

riedades melhoradas, irrigação, uso intensivo de insumos industriais, sobretudo os fertilizantes químicos e os agrotóxicos, e uso intensivo de máquinas agrícolas no preparo do solo caracterizaram a chamada “Revolução Verde”. Este modelo produtivo que vem sendo praticado nas últimas décadas é, também, chamado de agricultura convencional.

A Revolução Verde teve seus méritos: aumentou a produção mundial de alimentos e diminuiu os custos de produção (benefícios repassados aos consumidores). Contudo, os resultados ambientais e sociais não foram os melhores: Degradação dos solos pela ocorrência de erosão, acidificação, salinização e compactação; Desmatamentos ilegais; Erosão genética e perda da biodiversidade pela especialização da produção; Contaminação da água, solos e dos ali-



mentos pelo uso inadequado de adubos químicos e agrotóxicos; Intoxicação de agricultores, trabalhadores rurais e consumidores pelo uso indevido de agrotóxicos; Aparecimento de novas pragas e surgimento de pragas resistente-tes; Concentração de renda e exclusão social.

Em resposta a esses impactos, surgiram diversos movimentos em prol de uma agricultura mais sustentável, ambiental e socialmente. Os diversos movimentos, cada um com suas especificidades, se voltaram para práticas agrícolas que respeitavam os recursos naturais e o conhecimento tradicional. Podemos destacar os movimentos orgânico, biodinâmico, natural, regenerativo, permacultura, dentre outros.

As discussões sobre os impactos ambientais e sociais da agricultura convencional, em meados dos anos 80, juntaram-se

às questões ambientais globais (destruição de florestas, chuvas ácidas, acidentes ambientais, efeito estufa), saindo do ambiente agrônômico e das instituições e atingindo os consumidores. Preocupados com a qualidade dos produtos que estão ingerindo e os danos ambientais causados pelo modelo convencional agrícola, os consumidores passaram a interferir no sistema de produção, por meio da demanda por produtos saudáveis, que fossem produzidos respeitando o meio ambiente e a saúde dos trabalhadores.

Surgiu, então, o termo “agricultura sustentável”. Neste contexto, o Relatório de Brundtland foi fundamental para que o conceito de sustentabilidade, antes restrito a outros ramos da economia, fosse estendido para a agricultura. Também intitulado “Nosso Futuro Comum”, foi elaborado em 1987 pela CMMAD



- Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento e aponta para a incompatibilidade entre desenvolvimento sustentável e os padrões de produção e consumo vigentes.

A palavra sustentável é originada do latim: *sustener* e significa “sustentar, suportar ou manter”. É utilizada, na Língua Inglesa, desde o século 13, mas somente a partir dos anos 80 o termo “sustentável” começou a ser empregado com maior frequência.

O Desenvolvimento Sustentável possui basicamente duas vertentes: Uma que privilegia o aspecto econômico e as relações que as atividades econômicas têm com o consumo crescente de energia e recursos naturais e outra que considera os aspectos econômicos, sociais e ambientais, estabelecendo desafios importantes para muitas áreas

do conhecimento, implicando em mudanças nos padrões de consumo e do nível de conscientização.

De acordo com o “Alternative Treaty on Sustainable Agriculture” o desenvolvimento sustentável é um modelo social e econômico de organização baseado na visão equitativa e participativa do desenvolvimento e dos recursos naturais, como fundamentos para a atividade econômica”.

As críticas ao modelo de produção convencional já haviam surgido, como a publicação, em 1962, do livro *Primavera Silenciosa*, da pesquisadora Rachel Carson, nos EUA.

A publicação mostrou como se dava a contaminação da cadeia alimentar pelo inseticida DDT (sigla de Dicloro-Difenil-Tricloroetano). Ao ser utilizado como inseticida, o DDT mostrou



a vulnerabilidade do ambiente à ação humana, pois este se acumulava nos tecidos gordurosos do homem e dos animais, com sérios riscos à saúde e ao meio ambiente. O livro também questionava a confiança cega da humanidade no progresso tecnológico, tornando-se uma das maiores referências para o movimento ambientalista e aumentando a conscientização da população sobre o perigo no uso dos pesticidas.

A preocupação com os problemas ambientais gerou uma série de encontros internacionais a partir do final da década de 1960. A evolução dos conceitos de desenvolvimento sustentável e os principais eventos ambientais internacionais, como Clube de Roma (1968), a Conferência de Estocolmo (1972), Relatório Brundtland (1987), Conferência do Rio (1992).

O conceito de sustenta-

bilidade na agricultura, a partir dos anos 70, ganha interesse de profissionais, pesquisadores e produtores, fazendo surgir uma infinidade de definições sobre o tema.

De um modo geral, ao analisar as inúmeras definições de Agricultura Sustentável, as elaboradas pela FAO (Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação) e NCR (National Research Council) se complementam e, apesar de ainda não haver um consenso, dado a complexidade do assunto, são as mais aceitas internacionalmente: “A agricultura sustentável não constitui algum conjunto de práticas especiais, mas sim um objetivo: alcançar um sistema produtivo de alimento e fibras que: aumente a produtividade dos recursos naturais e dos sistemas agrícolas, permitindo que os produtores respondam aos níveis



de demanda engendrados pelo crescimento populacional e pelo desenvolvimento econômico; produza alimentos saudáveis, integrais e nutritivos que permitam o bem-estar humano; garanta uma renda líquida suficiente para que os agricultores tenham um nível de vida aceitável e possam investir no aumento da produtividade do solo, da água e de outros recursos; e corresponda às normas e expectativas da comunidade.

Agricultura sustentável é o manejo e a conservação da base de recursos naturais e a orientação tecnológica e institucional, de maneira a assegurar a obtenção e a satisfação contínua das necessidades humanas para as gerações presentes e futuras. Tal desenvolvimento sustentável (agricultura, exploração florestal e pesca) resulta na conservação do solo, da água e dos recursos genéticos animais e vegetais,

além de não degradar o ambiente, ser tecnicamente apropriado, economicamente viável e socialmente aceitável.

Pode-se dizer que praticamente todas as definições expressam a necessidade de se estabelecer outro padrão produtivo que utilize, de forma mais racional, os recursos naturais e mantenha a capacidade produtiva no longo prazo.

Atualmente a palavra “sustentabilidade” é mundialmente conhecida e cada vez mais utilizada em todos os setores da economia. No entanto, não há um consenso quanto ao seu real conceito. O significado é distinto para diferentes pessoas e revela valores e percepções muitas vezes conflitantes sobre a utilização dos recursos naturais e o desenvolvimento econômico e social.

Portanto, uma definição única e de consenso global,



sobre os termos “Sustentabilidade”, “desenvolvimento sustentável” ou “agricultura sustentável” é inadequada. No Brasil, alguns pesquisadores deixaram grandes contribuições ao desenvolvimento da agricultura sustentável, uma vez que contestaram o modelo vigente e apresentaram propostas de um novo padrão produtivo.

Destacam-se os trabalhos de Adilson Paschoal, Ana Maria Primavesi e José Lutzemberger. Em 1976, José Lutzemberger lançou o Manifesto ecológico brasileiro: fim do futuro?

Como tinha grandes conhecimentos no setor de agrotóxicos, pois havia trabalhado durante 15 anos na área, o pesquisador fez severas críticas à agricultura convencional e propôs uma agricultura mais ecológica.

Em 1979, Adilson Paschoal publicou *Pragas, praguicidas e crise ambiental*, que rece-

beu o Prêmio Ipês de Ecologia, concedido pela Fundação Getúlio Vargas, para trabalhos sobre ecologia no Brasil. O livro mostrou que o aumento do consumo de agrotóxicos vinha provocando o aumento do número de pragas nas lavouras, por eliminar também grande parte dos inimigos naturais e por proliferar pragas resistentes às aplicações.

Nos anos 1980, Ana Maria Primavesi lançou o livro *Manejo Ecológico do Solo*, destacando a importância do manejo adequado dos recursos naturais na agricultura tropical. Mas, a importância de Primavesi extrapola a área técnica. Considerada a mãe da agricultura sustentável, deu grande contribuição para a base científica da Agricultura Sustentável e para o movimento agroecológico brasileiro.

No Brasil, as organizações não governamentais –



ONGs, como representantes dos anseios da sociedade, exerceram papel fundamental no desenvolvimento da agricultura sustentável em suas diferentes vertentes, sendo responsáveis pela pressão para que haja políticas públicas no setor.

Ainda na década de 80, surgiram várias ONGs voltadas para a “agricultura alternativa”, termo que foi substituído numa fase seguinte por “agricultura ecológica”. Atualmente, o termo “agricultura orgânica” é comumente utilizado de forma abrangente, para designar as diferentes vertentes.

Esses trabalhos e eventos despertaram, de um lado, o interesse da opinião pública para as questões ambientais, e de outro, o interesse de agricultores para a adoção de tecnologias mais sustentáveis, fortalecendo o movimento agroecológico no

país.

A adesão de pesquisadores ao movimento alternativo teve desdobramentos importantes para a ciência e tecnologia, sobretudo na busca por fundamentação científica para as propostas técnicas do sistema agroecológico.

Durante muito tempo a prática da agricultura buscou o crescimento econômico, sem medir as consequências que tal ação poderia causar para o meio ambiente ou para a sociedade (WANDERLEY, 2009). Nas pequenas propriedades rurais, a herança do crescimento econômico não se traduz em alternativa para a sobrevivência e sustentabilidade, invocando a favorecidas propostas da nova ruralidade (KAGEYAMA, 2008; WANDERLEY, 2009).

O conceito “nova ruralidade” foi introduzido na agri-



cultura na metade dos anos 1990 (ESCHER et al., 2014), sendo tema emergente nos estudos sobre agricultura familiar. Assim estabelecem-se reflexões que enfatizam as emergentes formas de organização territorial, revitalização do espaço rural quase exclusivamente agrícola, novas formações econômicas e sociais do “rurbano” (GRAZIANO DA SILVA, 2001), numa lógica que evidencia traços da (ir)racionalidade produtiva; é uma tentativa de superação do rural que se opõe à modernidade, por tantas vezes considerado sinônimo de atraso (FERREIRA et al., 2007).

A dotação desse modelo nas pequenas propriedades rurais, com novos propósitos como a produção de bens públicos; a valorização de economias de escopo; a busca de sinergias com os ecossistemas locais que orientar, a criação de novos produtos, ser-

viços e tecnologias com o escopo de diminuir custos e a abertura de mercados (VAN DER PLOEG et al., 2000).

Dessa forma, a agricultura passa a ser vista não apenas suplantada em seus estabelecimentos, mas imersa de importância na economia rural e na construção de um desenvolvimento territorial mais justo, bem como pretendendo ser “uma saída para as limitações e falta de perspectiva intrínseca ao paradigma da modernização e ao acelerado aumento de escala e industrialização que ele impõe” (VAN DER PLOEG et al., 2000, p. 395).

Num debate específico no campo sociológico, as pequenas propriedades rurais forma particular de reprodução da dinâmica família-produção-trabalho que internaliza e aproximam-se os espaços urbanos e rurais (rurbano).



Por um lado, o rural passa por processo de mercantilização e externalização e, por outro lado, o urbano absorve o excedente da produção rural (VAN DER PLOEG, 2006) por meio de “feiras de produtores” e outros espaços de comercialização. Na pequena propriedade rural, há geração de alimentos para o autoconsumo da família rural numa dinâmica de “reprodução relativamente autônoma” e garantindo uma base de recursos autocontrolada (VAN DER

PLOEG, 2006). Nesse contexto se inserem os debates teóricos de Amartya Sen sobre liberdades substantivas e justiça social (SEN, 2010).

No cenário rural, é possível identificar uma “multiplicidade de espaços” (KAGEYAMA, 2008) numa mesma área geográfica, cada um com seus atores, suas instituições e ideo-

logias. Trabalhar esses espaços para a sustentabilidade e a resolução de problemas sociais, como o êxodo rural, implica a discussão e a análise desvariáveis.

Então, uma das proposições da sustentabilidade, no contexto da nova ruralidade, é a interação de três variáveis, que condizem com diferentes formas de produção e gestão da propriedade. Nesse sentido, a diversificação produtiva, a pluriatividade e a multifuncionalidade são modos de produção que auxiliam a inserção econômica, a representação social e as questões ambientais das pequenas propriedades rurais familiares, envolvendo (ir) racionalidades produtivas ao contemplar os saberes e as capacidades inovativas e empreendedoras dos agricultores familiares das pequenas propriedades rurais, decorrentes da exploração e da vivência nos espaços pelos vários



atores que o compõe (TEDESCO, 1999; CARNEIRO, 2001; VEIGA, 2000; SCHNEIDER, 2003; WANDERLEY, 2004; ABRA-MOVAY, 1992; KAGEYAMA, 2008; CAMARGO; OLIVEIRA, 2012; ESCHER et al., 2014).

Diversificação da produção “diz respeito aos incentivos a todo tipo de atividades e iniciativas levadas a termo pelo agricultor e seus familiares no seio da exploração ou fora dela” (SACCO DOS ANJOS, 2003). Essa estratégia de produção contribui para a viabilidade econômica da pequena propriedade rural. Enquanto a especialização produtiva gera dependência e instabilidade, a diversificação corresponde à autonomia da propriedade, que não se mantém refém de apenas um cultivar (KAGEYAMA, 2008).

Na dimensão econômica da sustentabilidade, o dinamismo

da diversificação produtiva gera crescimento econômico, com efeitos positivos no PIB per capita, no IDH, e impacto na disponibilidade de renda da população rural e melhoria da qualidade de vida da família rural por compartilharem relações sociais diversas (RATHMANN et al., 2008).

Nesse sentido, a diversificação produtiva apresenta-se como um aporte para a sustentabilidade rural, elencando aspectos naturais, físicos, humanos, financeiros e sociais com a capacidade de adaptar-se com vistas à sobrevivência (ELLIS, 2000) e à superação dos gargalos relativos à produção agrícola (AZEVEDO, 2000; BUAINAIN; GARCIA; VIEIRA, 2016).

Além da diversidade produtiva, a pluriatividade é uma das variáveis que influenciaram as mudanças socioeconômicas e estruturais da agricultura fami-



liar.

Estudos em torno do tema consideram que a pluriatividade é composta por atividades agrícolas e não agrícolas que os membros da propriedade exercem, sendo consideradas atividades agrícolas aquelas desempenhadas na agricultura, e atividades não agrícolas englobam qualquer tipo de atividade remunerada fora do estabelecimento agrícola (TEDESCO, 1999; SCHNEIDER, 2003; CAMARGO; OLIVEIRA, 2012; ESCHER et al., 2014).

Essa relação entre as atividades evidencia o aspecto da racionalidade e do capitalismo, provocando um dualismo entre o “saber” técnico e o “saber” camponês (TEDESCO, 1999).

A diversificação das atividades laborais e econômicas (ESCHER et al., 2014) e a multiplicidade de enfoques que a plu-

riatividade apresenta interliga-se com a dinâmica dos territórios e do mercado de trabalho, propondo uma trajetória analítica e particular que resulte em fontes de receita e qualidade de vida para os agricultores familiares (CRUZ, 2012).

Contudo, a concepção de pluriatividade provoca críticas entre os intelectuais, pois credita-se sua identificação direta com o capitalismo à “precarização e à instabilidade nas relações de trabalho” (CRUZ, 2012), generalizando e comercializando as relações por meio do assalariamento (KAUTSKY, 1980; LENIN 1982; MARX, 1982).

Em contrapartida, a pluriatividade preenche uma lacuna ocasionada por problemas sociais decorrentes do alto grau de urbanização (TEDESCO, 2003). Na interpretação de Cruz (2012), para que ocorra mudança efetiva



na estrutura econômica/social familiar, é necessário ampliar o escopo das políticas públicas compensatórias contemplando o pequeno produtor rural. Explícitamente, significa dizer que é preciso estimular a geração de serviços para que o agricultor seja empregável em atividades não agrícolas.

Frente a esse contexto relacional mais abrangente, a multifuncionalidade agrega significado, pois reconhece que o espaço agrícola pode servir para outras funções que não envolvam o cultivo da terra, mas que traduzam as formas sustentáveis de existência. Como significado dessa variável, em linhas gerais, aponta-se o turismo rural e as agroindústrias (CAMARGO; OLIVEIRA, 2012). A utilização dessas variáveis conduz a um novo formato de ação e de conhecimento, diante da nova ruralida-

de que se apresenta. Pequenas propriedades rurais familiares que eram consideradas “superfluas” e sem “valor”, passam a vislumbrar um novo horizonte (KAGEYAMA, 2008).

Configurar a agricultura sob o padrão de homogeneização mercantilista contrapõe a ideia de reprodução/preservação das condições das famílias rurais e desintegra a identidade de território rural (CARNEIRO; MALUF, 2003). A agricultura não representa apenas um ambiente comercial, pautado em práticas capitalistas e em produção intensiva. Contempla, sim, a diversidade e dinâmicas próprias de um território, na concepção de Milton Santos (1978), bem como a legitimação de funções que respaldam o desenvolvimento.

Essas variáveis referem-se às formas de produção e gestão sustentáveis da pequena pro-



priedade rural que conduzem a um “novo formato” de gestão dos recursos dessa propriedade e de fora dela também, para manter-se inserido na economia globalizada e no mundo capitalista.

Duarte (1998), discutindo o desenvolvimento agrícola, destaca que no Brasil a globalização e a modernização da agricultura trouxeram como correlatos do desenvolvimento econômico e tecnológico, a degradação e o esgotamento dos recursos naturais, bem como a concentração fundiária e de renda e, consequentemente, a exclusão e a violência no setor rural.

Os cinco produtos agrícolas mais importantes que contribuem para as exportações (67% em 2002 e 60% em 2003) são produzidos por meio de práticas agrícolas, em geral, altamente sensíveis às relações entre meio ambiente, agricultura e o

desenvolvimento (rural e nacional), pois estão, de uma forma ou de outra, associadas ao desmatamento, à erosão e à contaminação dos solos e dos mananciais hídricos.

Embora a sustentabilidade da agricultura seja defendida e almejada por diferentes setores produtivos e por diferentes segmentos sociais, ela ainda se apresenta utópica. As alternativas de manejo agrícola sustentável, que permitem a minimização de danos ambientais, esbarram muitas vezes em interesses econômicos distintos.

Além disso, mesmo quando se observa uma melhoria na relação agricultura e ambiente, por meio de tecnologias consideradas menos agressivas, está nem sempre está associada a uma sustentabilidade social. Ou seja, a sustentabilidade está se impondo muito mais pelo aporte



da questão ambiental do que pelo lado da justiça social.

Constata-se, pois, que a atividade agrícola, reconhecidamente essencial para a produção de alimentos e de produtos de primeira necessidade para o bem-estar humano (fibras, couros etc.), gera inúmeros desafios. De maneira geral, esses desafios são colocados tanto para governos e sociedade como para os agricultores e podem ser considerados a partir de cinco vertentes básicas:

a) desafio ambiental-considerando que a agricultura é uma atividade que causa impactos ambientais, decorrentes da substituição de uma vegetação naturalmente adaptada por outra que exige a contenção do processo de sucessão natural, visando ganhos econômicos, o desafio consiste em buscar sistemas de produção agrícola adaptados ao ambiente de tal forma que a de-

pendência de insumos externos e de recursos naturais não-renováveis seja mínima;

b) desafio econômico-considerando que a agricultura é uma atividade capaz de gerar, a curto, médio e longo prazos, produtos de valor comercial tanto maior quanto maior for o valor agregado, o desafio consiste em adotar sistemas de produção e de cultivo que minimizem perdas e desperdícios, que apresentem produtividade compatível com os investimentos feitos, e em estabelecer mecanismos que assegurem a competitividade do produto agrícola no mercado interno e/ou externo, garantindo a economicidade da cadeia produtiva e a qualidade do produto;

c) desafio social-considerando a capacidade da agricultura de gerar empregos diretos e indiretos, e de contribuir para a contenção de fluxos migratórios,



que favorecem a urbanização acelerada e desorganizada, esse desafio consiste em adotar sistemas de produção que assegurem geração de renda para o trabalhador rural e que este disponha de condições dignas de trabalho com remuneração compatível com sua importância no processo de produção. Considerando o número de famintos no planeta, e particularmente no Brasil, é necessário que a produção de agrícola contribua para a segurança alimentar e nutricional. Considerando ainda que o contexto social não é uma externalidade de curto prazo do processo produtivo e, portanto, do desenvolvimento, é necessário construir novos padrões de organização social da produção agrícola por meio da implantação de reforma agrária compatível com as necessidades locais e da gestão de novas formas de estruturas produtivas;

d) desafio territorial – considerando que a agricultura é potencialmente uma atividade capaz de integrar-se a outras atividades rurais, esse desafio consiste em buscar a viabilização de uma efetiva integração agrícola com o espaço rural, por meio da pluriatividade e da multifuncionalidade desses espaços;

e) desafio tecnológico – considerando que a agricultura é fortemente dependente de tecnologias para o aumento da produção e da produtividade, e que muitas das tecnologias, sobretudo aquelas intensivas em capital, são causadoras de impactos ao ambiente, urge que se desenvolvam novos processos produtivos onde as tecnologias sejam menos agressivas ambientalmente, mantendo uma adequada relação produção/produtividade.

Esses desafios são tan-



to maiores e mais complexos quanto maior o número de limitações impostas pelo ambiente e, para superá-los, é necessário um profundo conhecimento sobre o meio, tanto em seus aspectos físicos e biológicos quanto em seus aspectos humanos.

É necessária uma nova (agri)cultura que concilie processos biológicos (base do crescimento de plantas e animais) e processos geoquímicos e físicos (base do funcionamento de solos que sustentam a produção agrícola) com os processos produtivos, que envolvem componentes sociais, políticos, econômicos e culturais.

Essa abordagem deve se basear no conhecimento que se tem hoje do funcionamento dos ecossistemas terrestres: i) o equilíbrio da natureza é extremamente delicado (e instável) e o homem pode modificá-lo de ma-

neira irreversível, pelo menos em termos de escala de vida humana; ii) a Terra não é um reservatório ilimitado de recursos, iii) no longo prazo, a sociedade jamais é indenizada pelos danos ambientais e pelos desperdícios de recursos naturais, nem em termos econômicos, nem em termos sociais; e iv) o fictício bem-estar de alguns segmentos sociais se dá à custa da exploração real e atual de excluídos, que não usufruem vantagens econômicas e sociais mínimas, e pelo comprometimento das novas gerações, que tendem a se deparar com problemas sociais e econômicos cada vez mais complexo.

Como tornar a agricultura brasileira mais sustentável, garantindo os ganhos de produtividade agrícola atuais? Esta parece constituir uma questão de peso, sobre a qual todos interessados no desenvolvimento devem



se debruçar. Várias tentativas de resposta já foram ensaiadas nos últimos anos, constituindo um movimento que originalmente se chamou de “agricultura alternativa” (década de 1970) e que hoje se agrupa em torno das iniciativas de “agricultura ecológica”.

As preocupações com as consequências da agricultura industrial implantada com a Revolução Verde começaram a surgir no Brasil a partir de meados da década de 1970, tendo assumido uma expressão mais visível no início da década de 1990, onde diferentes iniciativas pretensamente mitigadoras de problemas socioambientais daquela agricultura começaram a apresentar alguns resultados. Neste período, a sensibilidade ecológica surge sob a forma de uma tomada de consciência sobre a destruição do capital genético do planeta e da alteração dos equilíbrios próprios

aos ecossistemas existentes.

Desde seus primórdios, as iniciativas em prol de uma agricultura mais sustentável reservam um lugar importante à tecnologia, aos processos e métodos de produção. A grande mutação que engendrou o processo de modernização da agricultura em curso nas últimas quatro décadas desempenhou um papel na extensão da crítica feita à técnica e aos processos produtivos.

A agricultura sustentável (AS) é uma noção nova, frequentemente associada, no debate social atual, à de desenvolvimento (rural) sustentável, tendo uma incidência em espaços geográficos e sociais mais ou menos restritos, apesar da difusão desta noção.

No entanto, mesmo que se tenha intensificado o debate em torno do tema, a AS até agora foi superficialmente definida.



Dependendo da posição social do agente social que a define, têm-se compreensões ou entendimentos diferentes a respeito.

As posições assumidas nesse debate têm se restringido, geralmente, ao uso normativo e ampliado da noção, ou seja, através de grandes contornos de definição. No geral, incorporam idéias ambientais (ecológicas, preservacionistas/conservacionistas do meio ambiente) e de sentimento social acerca da agricultura, o que implica um conjunto de elementos ou componentes sobre a sociedade e a produção agrícola que extrapola os limites do campo da agricultura.

Essa amplitude da noção traz, às vezes, alguns problemas, na medida, por exemplo, que confunde os instrumentos técnico-científicos da AS com o processo ou as políticas de desenvolvimento.

Nesse sentido, é marcante o grau de abrangência das concepções, indo do técnico-produtivo à “construção de novas relações sociais entre os homens”, passando pela agricultura familiar e pelo desenvolvimento sustentável.

Do ponto de vista metodológico, ainda não se conseguiu operacionalizar a noção de AS. Esta compõe um sistema heterogêneo de intervenções, de variáveis, de elementos que precisam ser privilegiados a todo momento.

Não se consegue, dentro de um sistema de produção, intervir em todas as variáveis. Deve-se ter bem claro, então, que, ao interferir numa variável, num elemento ou mesmo na linha de produção (do sistema de cultivo ou de criação), ou numa tecnologia qualquer dentro de um sistema, se está interferindo no



seu conjunto, e isso é algo muito importante a ser considerado.

Mesmo que ainda não se saiba muito bem como interferir nos sistemas, pelo menos alguns agentes (individuais e coletivos) parecem demonstrar, do ponto de vista geral e discursivo, como se deve idealmente fazê-lo. Falta, contudo, um maior domínio teórico e prático sobre o funcionamento desses sistemas.

A capacidade teórico-prática e a formação, ao longo dos anos, dos técnicos parecem ainda não ter sido adequadas e suficientes para atender a essas exigências. A estrutura de seu referencial teórico ainda não está montada; falta à AS propor seus próprios paradigmas. Uma grande lacuna, portanto, é observada nesse campo.

A demora em responder a esses desafios teóricos e metodológicos pode consolidar a per-

cepção de que esta pro posição é incapaz de transformar seus princípios em ação.

É forçoso é reconhecer que as propostas de agricultura sustentável ainda são minoritárias e incipientes em certos contextos sociais da produção agrícola brasileira, até mesmo marginalizada, mesmo se reconhecendo que em algumas regiões tem-se avançado consideravelmente na implementação de algumas políticas públicas (de extensão e assistência técnica, de pesquisa agrícola, de aporte de recursos financeiros em programas específicos para a produção agrícola sustentável, dentre outras).

A massificação/generalização dessa proposta passa por várias questões que ainda não estão sendo trabalhadas em espaços onde não se tem o poder suficiente para intervir. Mas, por



menores ou ínfimas que sejam as intervenções atuais, deve-se ter a compreensão de que elas fazem parte de um processo educativo e de uma ação coletiva concertada necessários à construção de um processo movimento social mais amplo.

As tecnologias defendidas/propostas pelo movimento de agricultura sustentável supõem uma certa ruptura com as técnicas ditas convencionais ou “modernas” de produção agrícola, de gestão e de acesso às matérias e recursos primários.

Na maior 10 parte do tempo, essas tecnologias valorizam os meios mais adaptados técnica, econômica e socialmente aos agricultores/produtores, situando-se numa gama de técnicas e práticas que vão desde as destinadas à subsistência até as tecnologias mais avançadas.

Neste contexto, pode-se

considerar algumas grandes correntes de pensamento que se estruturam essencialmente a partir da concepção de uma tecnologia agrícola mais sustentável, recebendo denominações como agricultura ecológica, agroecologia, agricultura biodinâmica, orgânica, regenerativa, permacultura, entre outras.

Essas correntes vão sustentar e subsidiar as críticas que tendem a redefinir os objetivos e as opções tecnológicas, assim como os sistemas de produção. Convém destacar que na maioria das concepções a tecnologia não é vista como um simples conjunto de procedimentos próprios a uma ciência particular, mas como um conjunto de meios colocados à disposição dos indivíduos a fim de organizar e aplicar os conhecimentos visando objetivos específicos.

A abordagem energéti-



ca da agricultura, por exemplo, é uma concepção que começa a ser desenvolvida a partir do aporte de conhecimentos científicos e da experimentação agrícola, podendo ajudar a estabelecer as bases científicas da agricultura sustentável. Ela pode ser utilizada como importante via alternativa, situada entre duas correntes polares no debate social atual: uma, que busca uma certa maquiagem ecológica da agricultura “moderna”, oriunda da Revolução Verde, e outra que visa difundir e implementar os princípios de funcionamento de uma agricultura tradicional, não modernizada.

A primeira corrente não conseguiu ainda abandonar a visão “de produto” e a perspectiva setorial da agricultura, tendendo a beneficiar as cadeias produtivas e seus mercados em detrimento da perspectiva de conjunto da agricultura. A segunda aborda-

gem tem dificuldades em promover uma maior generalização de suas proposições, visto que se encontra circunscrita a espaços restritos de experimentação, ainda sem um aporte científico capaz de consolidá-la, apesar de sua recente abertura ao campo científico.

A abordagem energética da agricultura surge com possibilidades de unificar, do ponto de vista técnico-científico, alguns princípios elementares da AS, podendo potencialmente ajudar a: i) quebrar algumas resistências ideológicas da intervenção técnica e social mais geral que se estabeleceram ao longo dos anos com as proposições ditas “alternativas”, assim como aumentar o diálogo e intercâmbio entre agentes sociais (individuais e coletivos) que atuam na mesma área, que trabalham com os mesmos objetos e, muitas vezes, enfrentam os



mesmos problemas; ii) diminuir os gargalos tecnológicos, ou seja, os limites ou problemas que ainda não são bem solucionados nas práticas de agricultura sustentável; e iii) fornecer bases para uma capacitação profissional para o enfrentamento da complexidade dos sistemas produtivos.

A origem e a trajetória política e social, nos últimos 20 anos, dos principais agentes que defendem a agricultura sustentável, nas suas distintas formas e ações mais contestadoras, forjaram um discurso e uma ação coerente com os princípios de crítica à sociedade industrial, influenciados também por segmentos progressistas da Igreja Católica e pelos partidos de esquerda, politicamente bastante atuantes nesse período.

Isso leva à hipótese de existência de um “vínculo genético”, que explicaria a forte mar-

ca ideológica observada até hoje no grande movimento por uma agricultura mais sustentável, sobretudo naquelas vertentes de cunho “ecológico”.

Mas essa histórica e explícita vinculação com o campo político-ideológico trouxe problemas de relacionamento e de afirmação para algumas proposições sustentáveis, na medida em que a tentativa de sua universalização parece ter sido prejudicada, pois foi identificada com um ideário político-partidário ou com grupos políticos específicos.

Até mesmo o entrosamento e a estreita relação a serem estabelecidos entre os agentes de uma AS foram, ao longo do tempo, afetados, na medida em que persistiram algumas diferenças de caráter político mais geral e, por conseguinte, de condução das principais ações e iniciativas no seio de diversos grupos.



Conclusão

Do ponto de vista das tecnologias de base para uma agricultura sustentável, constata-se frequentemente dois tipos de obstáculos. O primeiro diz respeito às tecnologias propriamente ditas, que, embora por vezes conhecida e testada com base científica, não são devidamente inseridas nos sistemas produtivos, seja por falta de difusão tecnológica apropriada, seja por desarticulação entre pesquisa e extensão rural com segmentos produtivos que poderiam se beneficiar dessas tecnologias. Outro obstáculo diz respeito à dificuldade, mais ou menos generalizada, de aprofundamento do conhecimento sobre os sistemas agrícolas ou da falta de clareza a respeito de suas dinâmicas.

Em relação à capacita-

ção dos agentes de AS, está ainda se mostra deficiente de maneira geral. Pela dificuldade de penetração nos espaços acadêmicos mais consolidados, a proposta fica se reciclando entre um número reduzido e permanente de técnicos reconhecidos por sua alta contribuição ao tema.

A intensificação e a diversificação dessa capacitação dos agentes certamente deverão permitir uma intervenção mais qualificada na prática, servindo-se das sistematizações que as diferentes equipes deverão realizar, aportando, assim, elementos de conhecimento para atender aos desafios tecnológicos crescentes. Em virtude da pouca sistematização das experiências até agora, fica bastante prejudicada a aferição dos impactos das tecnologias e das práticas agrícolas sustentáveis preconizadas, a avaliação/constatação empírica das poucas



experiências não permitindo uma verificação fidedigna.

Além de seu potencial unificador e técnico-científico, a mencionada abordagem energética da agricultura pode se mostrar capaz de aglutinar forças para propor e implementar novas políticas públicas, a fim de promover a mudança do padrão tecnológico altamente impactante e desagregador da agricultura atual.

Essas políticas, alicerçadas em uma base tecnológica consistente e experimentada, poderão atender aos desafios antes mencionados, trazendo maior inclusão social, garantindo os patamares produtivos já conquistados (e em alguns casos até mesmo potencializando-os), promovendo maior proteção ambiental e melhorando a distribuição da renda gerada na agricultura.

Mas, para isso, não é suficiente um padrão tecnológi-

co definido, fazendo falta a agricultura sustentável se constituir enquanto um movimento social *stricto sensu*, ou seja, numa ação social organizada contra a hegemonia do modo de desenvolvimento agrícola atual. Por enquanto, a agricultura sustentável é a expressão de iniciativas de grupos ou agentes sociais mais ou menos isolados, ainda pouco orgânicos, com resultados técnicos e sociais em diferentes amplitudes, agentes estes que poderão vir a integrar um movimento social, mas que, atualmente, não constituem e não representam um movimento social.

No atual contexto sociopolítico brasileiro, o movimento pela agricultura sustentável parece indicar três vias possíveis de concretização, três etapas de desenvolvimento identificáveis no plano analítico, a saber: uma, concebida como sendo a institu-



cionalização da marginalização da agricultura alternativa ou ecológica; outra, uma segunda que corresponde a uma certa “ecologização” da agricultura moderna ou 12 convencional; e uma última, onde em que a agricultura ecológica poderá ser apreendida enquanto uma verdadeira alternativa técnico-científica global.

No curto prazo, as diferentes proposições de agricultura sustentável podem ser bem apreendidas por um certo tipo de agricultores, de pequeno porte e de cunho familiar, enfrentando “dificuldades”, situados em regiões onde faltam recursos materiais, físicos e financeiros, e produzindo, antes de tudo, para assegurar sua subsistência. A médio e longo prazos, o segundo cenário aparece de forma muito plausível.

De fato, em se tratando de uma agricultura convencional

de maneira específica e de sua “ecologização”, certos fatos já se manifestam de forma visível através de práticas mais voltadas para a conservação ambiental, como, por exemplo, o uso da compostagem, da adubação verde, enfim, do manejo ecológico dos solos, do recurso à luta biológica integrada contra pragas e doenças, que implica no abandono de produtos e práticas consideradas nocivas para as pessoas e para o ambiente.

No que se refere ao cenário de apreensão da agricultura sustentável ou ecológica como alternativa técnico-produtiva global, é necessário escapar da lógica de ação puramente contestadora, bem como do seu enclausuramento no interior de espaços morais e socioculturais específicos.

Além disso, é necessário que grupos e agentes de agri-



cultura ecológica sejam capazes de mostrar capacidade renovada para abrir novas vias de afirmação no domínio das maneiras de produzir e de viver. Essa proposta, enquanto projeto político, passa, necessariamente, por sua afirmação como “nova ciência”, a qual, desde já, se propõe.

É, portanto, também no espaço social configurado pelo campo científico que essas proposições devem se afirmar. Para isso, devem disputar “objetos científicos”, buscando legitimidade científica capaz de subsidiar/sustentar a luta no campo político e social mais amplo, incorporando (e fazendo incorporar) conceitos, valores e técnicas capazes de serem compartilhados por determinada comunidade científica e utilizados para definir problemas e soluções.

Não é, pois, simplesmente negando a “velha ciência”

e recusando-se ao jogo político no campo científico que as diferentes formas de agricultura sustentável em pauta chegarão a se afirmar ou a se generalizar.

Em qualquer dos dois últimos cenários apresentados a agricultura sustentável deverá garantir que, no mínimo: os frutos (produtos e renda) sejam repartidos de forma mais igualitária entre a população; sejam mantidos ou potencializados os ganhos produtivos obtidos nos últimos anos, o que tornou a agricultura peça-chave do desenvolvimento do País; sejam ampliados os mercados agrícolas, especialmente aqueles da demanda interna; e se vise a uma melhor proteção do meio ambiente.

Enfim, o futuro do Brasil está ligado à sua terra. O manejo de seus solos é a chave mágica para prosperidade e bem estar geral. A natureza em seus capri-



chos e mistérios condensa pequenas coisas o poder de dirigir as grandes, nas sutís, a potência de dominar as mais grosseiras, nas coisas mais simples, a capacidade de reger as complexas. (Ana Maria Primavesi).

Bibliografia

Barros, G.S.C. & Silva, S.F. O saldo comercial do agronegócio e o crescimento da economia brasileira. http://www.cepea.esalq.usp.br/pdf/saldo_cresc.pdf Consulta em 19.06.2004.

Buainain, A.M.; Souza Filho, H.M.; Silveira, J.M. Inovação tecnológica na agricultura e a agricultura familiar. In: Lima, D. M. A. e Wilkinson, J. (org.). Inovação nas tradições da agricultura familiar. Brasília: CNPq/Paralelo15, 2002. p. 4781.

CAVALCANTI, C. Sustentabilidade da economia: paradigmas alternativos de realização econômica. In: Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável. São Paulo: Cortez, 2003.

CNA/CEPEA-USP. A evolução do PIB do Agronegócio no Brasil 1994 –2001, 2002 (cepea.esalq.usp.br/pib/zip/artigo%20PIB.pdf). Consulta em 15.07.2004.

CNA/CEPEA-USP. PIB do Agronegócio: de janeiro a dezembro de 2002, 2003. <http://cepea.esalq.usp.br/> de 12/03/2003. Consulta em 15.07.2004.

CNA, 2003. Confederação Nacional de Agricultura -Indicadores Rurais. Edição Janeiro/Fevereiro 2003.<http://www.cna.org.br/IndicadoresRurais/2003/JanFev/>



PIB.htmConsulta em 10.06.2004.

Delfin Neto, Antonio, citando dados do Mapa/Secex, 2004, em Carta Capital, 12.05.2004, p.35.

Diamond, op. cit; Olson, op. cit.

ELKINGTON, J. Sustentabilidade, canibais com garfo e faca. São Paulo: Makron Books, 2012.

EHLERS, E. Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma. 2. ed. São Paulo: Agropecuária, 1999.

Guanziroli, C.E e Cardim, S.E.C.S. (coord.). Relatório de Cooperação Técnica INCRA/FAO. Brasília: INCRA. 1999. 89p.

Guanziroli, C.E e Cardim, S.E.C.S. (coord.).Op.cit.

Mazoyer, Marcel e Roudart, Laurence. Histoire des agricultures du monde, Paris, Seuil, 1997; Diamond, Jared. Armas, germes e aço. Rio de Janeiro, Record, 2003; Olson, Steve. A história da humanidade. Rio de Janeiro, Editora Campus, 2003.

Medeiros, J.X.; Wilkinson, J.; Lima, D.M.A. O desenvolvimento científico e tecnológico e a agricultura familiar. In: Lima, D. M. A. e Wilkinson, J. (org.). op. cit. p. 23-38

Presidência da República -Casa Civil -Secretaria de Estado de Comunicação de Governo, 2002.13

SERAMIM, R. J.; LAGO, S. M. S. Estudo das publicações sobre sustentabilidade em pequenas propriedades rurais no período de 2005 a 2015. Estudos Socieda-



de e Agricultura, Rio de Janeiro,
n. 24, v. 1, abr. 2016, p. 113-141.

WANDERLEY, M. N. B. A
emergência de uma nova rurali-
dade nas sociedades modernas
avançadas: o “rural” como espa-
ço singular e ator coletivo. Estu-
dos Sociedade e Agricultura, Rio
de Janeiro, n.15, out. 2000, p. 87-
145.



MÉTODOS DE TROCA DE ÁGUA DE LASTRO A BORDO DE NAVIOS

SHIP BALLAST WATER EXCHANGE METHODS ON BOARD SHIPS

Marcelo Muniz Santos¹

José Lucena da Rocha Neto²

Resumo: A IMO estabeleceu regras para procedimentos de troca da água de lastro, a serem efetuadas em regiões oceânicas. Existem três métodos conhecidos: - Método sequencial; - Método do transbordamento ou fluxo contínuo; - Método de diluição Brasileiro. Todos os três não apresentam uma eficiência de 100%. Sabe-se que os mesmos apresentam problemas estruturais ao navio, e mesmo assim não garantem uma total eficácia na eliminação de espécies exóticas.

Além destes métodos, já encontram-se em fase de testes outros tipos de métodos em Universidades Americanas. O presente trabalho apresenta estudos aprofundados acerca dos procedimentos de troca da água de lastro.

Palavras-chave: Lastro. Métodos de troca de água de lastro.

Abstract: The IMO established rules for ballast water exchange procedures to be carried out in oceanic regions. There are three

1 Centro de Instrução Almirante Graça Aranha (CIAGA)

2 Petrobras



known methods: - Sequential method; - Overflow or continuous flow method; - Brazilian dilution method. All three are not 100% efficient. It is known that they present structural problems to the ship, and even so they do not guarantee total effectiveness in the elimination of exotic species. In addition to these methods, other types of methods are already being tested at American Universities. The present work presents in-depth studies on ballast water exchange procedures.

Keywords: Ballast. Ballast water exchange methods.

Introdução

Segundo as definições do Programa nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), a Zona Costeira e Marinha (ZCM) inclui, em sua definição original,

além da zona costeira propriamente dita, que compreende uma faixa de 8.698 km de extensão, uma área de 388 mil km², correspondente ao mar territorial brasileiro, com largura de 12 mil milhas náuticas a partir da linha de costa. Estima-se que a área total da ZCM brasileira gire em torno de 3 milhões de km². O litoral brasileiro é composto por águas frias nas costas sul e sudeste e águas quentes no norte e nordeste, dando suporte a uma série de ecossistemas que incluem manguezais, recifes de corais, dunas, restingas, praias arenosas, costões rochosos, lagoas e estuários, abrigando diversas espécies de flora e fauna, muitas delas endêmicas e ameaçadas de extinção (MMA, 2011).

Mas não é apenas o Brasil que sofre com o problema da poluição marítima por água de lastro. Com o movimento da



água de lastro pelos mares a introdução de espécies aquáticas invasoras em diferentes habitats passa a ser um problema de dimensões globais, “transfronteiriço”, nos dizeres de Tiago Vinicius Zanella, pois a bioinvasão pode ocorrer no estuário de um país e acabar alastrando-se e afetando outros. Se um país recebe a água de lastro “contaminada” e a espécie exótica acaba se reproduzindo e disseminando de forma descontrolada, essa bioinvasão pode afetar os demais estados vizinhos, pois uma espécie pode avançar sobre um grande território, já que no mar não há fronteiras físicas que impeçam esta dispersão. [...] uma espécie pode ser introduzida na Argentina e abacar-se alastrando para o Brasil e Paraguai, pois é muito difícil conter esse tipo de avanço marítimo (ZANELLA, 2010, p.70).

A primeira menção à in-

trodução de organismos exóticos, via água de lastro, foi feita por Ostenfeld, no ano de 1908 depois de ocorrências de uma floração da alga diatomácea *Odontella sinensis* no mar do Norte, endêmica da costa tropical subtropical do Indo-Pacífico. Porém, somente setenta anos mais tarde um navio foi estudado com amostragem de água de lastro (MEDCOT, 1975).

Para que o eventual dano ambiental causado pela água de lastro possa ocorrer, basta que o invasor seja pequeno o suficiente para passar através dos filtros da rede e das bombas de lastro – como ocorre com micróbios, bactérias, ovos, cistos, larvas e até pequenos invertebrados de diversas espécies – situação que gera séria preocupação sanitária, devido à possibilidade de que a água de lastro seja importante meio propagador de vetores causadores de doenças epidêmicas.



Felizmente, a maioria destes organismos transportados pelos mares do planeta não sobrevive à viagem. Contudo, algumas espécies resistem, multiplicam-se e causam, além dos supracitados problemas sanitários e à saúde humana, também alterações no equilíbrio ecológico local, obstrução de redes de água potável em máquinas e equipamentos e até a interferência na navegação, o que gera sérios problemas econômicos. A transferência e a introdução de organismos marinhos exóticos em novos ambientes, trazidos por navios, na água de lastro, também chamada de bioinvasão, ameaça a conservação e a utilização sustentável da diversidade biológica e é tida como uma das maiores ameaças aos oceanos na atualidade.

Não se pode negar que houve avanços em relação à indústria marítima, ao longo da

história, devido à necessidade de melhor transportar uma quantidade cada vez maior de carga entre os extremos do planeta.

Em 1990, a organização Marítima Internacional (IMO) instituiu, junto ao Comitê de Proteção do Meio ambiente Marinho (MEPC), um Grupo de Trabalho para tratar especificamente da água de lastro. em 1991, através da Resolução MEPC 50(31), foram publicadas as primeiras diretrizes internacionais para o gerenciamento da água de lastro pelos navios, cujo cumprimento tinha caráter voluntário. nos anos seguintes a MEPC aprimorou essas diretrizes e adotou outras duas resoluções sobre o assunto, a Resolução a.774(18) de 1993 e a Resolução IMO, A.868(20) de 1997 (ANTAQ, 2011).

Problemas ambientais advindos da água de lastro



Apesar do esforço existente para produzir informações sobre o problema das bioinvasões nas águas brasileiras, a maioria das publicações sobre as invasões nos ecossistemas aquáticos corresponde às ocorrências na América do Norte e Europa; em contrapartida, a África, o Oceano Índico, o sudoeste do Oceano Pacífico e a América Latina estão, ainda, pobremente documentados (PYSEK, et al., 2008). No Brasil, a introdução de organismos é comum há muito tempo. A história desse processo está intimamente relacionada aos avanços tecnológicos, dessa forma, um histórico das bioinvasões aquáticas no Brasil pode ser dividido em três fases: do Descobrimento até o final do século XIX; o século XX; e a partir do século XXI.

A primeira fase refe-

re-se à época da colonização e tráfico de escravos e se caracteriza pela chegada de navios originários do continente europeu e da África. Desde essa época, a incrustação em cascos de navios já era responsável por um grande número de introduções marinhas no litoral brasileiro. Três espécies foram consideradas introduzidas nesse período: o mexilhão *Perna perna* (SOUZA, FERNANDES E SILVA, 2003; SOUZA, FERNANDES E SILVA, 2004; SOUZA, FERNANDES E SILVA, 2005), o vibrião da cólera *Vibrio cholerae* e a ascídia *Styela plicata* (RIVERA, et al., 2003; SOUZA, FERREIRA E PEREIRA, 2009). O século XX é a segunda fase, marcada por grandes avanços econômicos e tecnológicos no país e no mundo. Nesse século, houve uma intensificação do comércio marítimo e a água de lastro passou a ser largamen-



te utilizada nos tanques dos navios, agravando o transporte que já era efetuado via incrustação na transferência de espécies. A terceira fase inicia-se no século passado e vem até os dias atuais, caracterizando-se pela intensificação das pesquisas científicas e pelo aumento dos registros das espécies exóticas introduzidas no Brasil. As invasões biológicas passaram, então, a ser analisadas com uma visão mais ampla e multidisciplinar. O conhecimento da biologia e biogeografia das espécies, bem como as relações inter e intraespecíficas e o monitoramento do ambiente marinho tornaram-se fundamentais para o gerenciamento do problema da bioinvasão, surgindo a necessidade de se investir nos procedimentos de prevenção e controle.

Um estudo acerca da água de lastro realizado pela Agência Nacional de Vigilância

Sanitária (ANVISA), denominado “Brasil – Água de Lastro – Projeto GGPAF 2002” foi realizado a partir de 99 coletas, em 09 portos brasileiros e trouxe dados alarmantes sobre o problema da bioinvasão causada por água de lastro: no estudo realizado pela ANVISA foram detectados todos os indicadores microbiológicos pesquisados, tendo os resultados comprovado a presença de bactérias marinhas cultiváveis em 71% das amostras de água de lastro analisadas, variando de 1000 a 5,4 milhões de bactérias por litro da amostra. Também foi evidenciado transporte de vibrios (31%), coliformes fecais (13%), escherichia coli (5%), esterococos fecais (22%), Clostridium perfringens (15%), colifagos (29%), Vibrio colerae o1 (7%) e de V. colerae não-o1 (23%) em amostras de água de lastro e (21%) em amostras de plâncton. 12 cepas em 7



amostras foram identificadas como V. C. ol-eL ToR, sendo 2 toxigênicas. (ANVISA, 2011).

O Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO) promoveu a execução de cinco subprojetos destinados ao levantamento de informações biológicas e ecológicas relacionadas às espécies introduzidas no país (IBAMA, 2006). Dois desses subprojetos produziram informes com o levantamento dos organismos que afetam as águas brasileiras. Foram inventariadas 66 espécies exóticas invasoras que afetam o ambiente marinho. Considerando as quatro categorias de situação populacional (contida, detectada, estabelecida e invasora), essas espécies estão divididas nos subgrupos: fitoplâncton (3 espécies, 5%), macroalgas (10 espécies, 15%), zooplâncton (10 espécies,

15%), zoobentos (38 espécies, 57%), peixes (4 espécies, 6%) e bactéria pelágica (1 espécie, 2%).

Destas, 43% foram consideradas detectadas em ambiente natural, 24% estabelecidas, 18% contidas e 15% invasoras. Para os ambientes aquáticos continentais do Brasil, o subprojeto avançou com uma avaliação das informações compiladas na literatura e também do contato com as diferentes instituições relacionadas ao tema. Foram identificadas, nesse subprojeto, 49 espécies exóticas invasoras que afetam as águas continentais, envolvendo crustáceos (1 espécie); macrófitas aquáticas (6 espécies); microrganismos (1 espécie); moluscos (4 espécies); e peixes (37 espécies).

Os resultados confirmaram o risco inicialmente suspeito de que a água de lastro é um veiculador de organismos patogênicos que podem causar graves



danos à saúde pública. Na década de 1990, no Brasil, houve mais de 1.2 milhões de casos de cólera, com 12 mil mortes. O estudo da ANVISA que ora se destaca deixa claras “evidências científicas que os primeiros casos de cólera surgiram nas regiões costeiras dos portos, o que sugere que os surtos e epidemias poderiam ter sido provocados pela água de lastro de navios provenientes de áreas endêmicas” (ANVISA, 2011). Outro dado espantoso deste estudo ANVISA é o de que “62% das embarcações cujos comandantes declararam ter efetuado a substituição da água de lastro em área oceânica, conforme orientação da IMO, provavelmente não o fizeram ou fizeram de forma parcial, por possuírem água de lastro com salinidade inferior a 35”. (ANVISA, 2011).

Os peixes que se alimentam de organismos planctô-

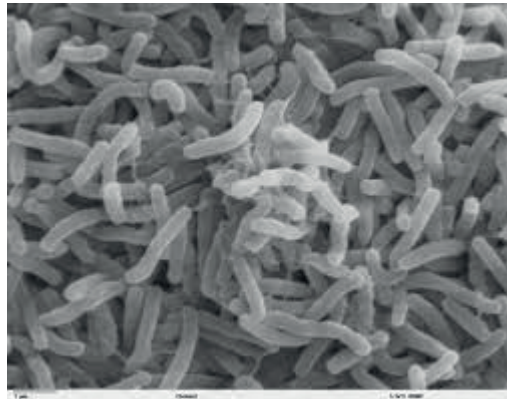
nicos e/ou bentônicos, absorvem a contaminação contida nesses organismos e podem ir bioacumulando essa contaminação ao longo do tempo, magnificando-a em seus tecidos. Assim, dejetos tóxicos podem retornar aos seres humanos via cadeia trófica marinha. Por isso, não podemos nos esquecer da complexa estrutura da cadeia alimentar ao analisarmos essas questões. (SOUZA, 2011, p.61).

Casos de bioinvasão e espécies invasoras

Serão apresentadas a seguir, algumas espécies identificadas.

Vibrio cholerae



Figura 1 – Ilustração do *Vibrio cholerae*

Fonte: Disponível em: en.wikipedia.org. Acesso em: 25 ago. 2019

Estudos sugerem que bactérias como o *Vibrio cholerae* (vulgarmente conhecida como Cólera) e a *Salmonella* spp (conhecida somente como *Salmonella*), responsáveis, respectivamente, por surtos de cólera e de salmonelose podem estar circulando na área do entorno portuário (presentes na água, bivalves, plâncton) devido à intensa atividade antrópica, que piora o saneamento dessas áreas. Surtos de cólera, principalmente, têm sido muito associados à água de lastro dos navios, sendo esse um dos parâmetros utilizados para verifi-

car a eficácia de um tratamento de água de lastro.

No Brasil, foi demonstrado o transporte do agente da cólera através da água de lastro de navio, em um estudo pioneiro que ocorreu em 2001, constatando-se a presença de até 5,4 milhões de bactérias por litro de água de lastro de navios que atracaram no Brasil, sendo que em onze, de 105 amostras foi identificado o agente da cólera.

O *Vibrio cholerae* é considerada uma bactéria exótica do ecossistema aquático, podendo ser encontrado em águas ma-

rinhas, estuarinas e dulcícolas, bem como associados na superfície e conteúdo intestinal de animais vertebrados e invertebrados (plâncton, moluscos bivalves, peixes, água e larvas de crustáceos), facilitando sua disseminação e transporte via água de lastro.

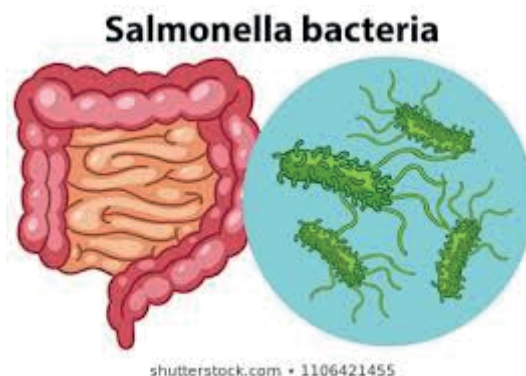
Quanto à epidemiologia, o *Vibrio cholerae* tem ocorrido de forma endêmica no subcontinente indiano durante séculos. A primeira disseminação da cólera para a Europa e Américas data de 1817, e a partir de então, sua trajetória pode ser dividida em seis grandes pandemias. A Sétima, e mais recente Pandemia, teve início em 1961, quando o emergente biótipo El Tor surgiu na Indonésia, espalhando-se rapidamente pela Ásia e Oriente Médio, atingindo a América Latina em 1991, tempo em que atingiu o Brasil, pelo rio Solimões e, posteriormente, pelo rio Amazonas.

Em abril de 1999, chegou ao município de Paranaguá, sendo esse episódio fortemente associado à água de lastro dos navios que atracaram no porto durante aquele período.

É muito difícil garantir que o navio não esteja portando em seu interior alguma espécie patogênica; neste caso, o mais importante é ter a certeza de que o navio não vai despejar a água de lastro sem nenhum tipo de controle. Também não é possível garantir que não havia nenhum surto, mas cabe à autoridade sanitária local informar aos comandantes dos navios sobre os riscos, bem como ter procedimentos específicos para a captação de água nestas condições.

Salmonella



Figura 2 – Ilustração do Salmonella

Fonte: Disponível em: [shutterstock.com](https://www.shutterstock.com). Acesso em: 25 ago. 2019

A Salmonella é uma infecção por bactéria que causa vômitos e diarreias, dentre outros sintomas. Atualmente, as salmoneloses ocupam uma das posições mais destacadas no campo da saúde pública, devido às suas características de endemicidade, morbidade e, em particular, pela dificuldade de serem controladas.

No Brasil, foram registrados pelo Ministério da Saúde cerca de 186.776 surtos causados por Salmonella não tifóide entre 1999 e 2004. Em 2000, o CDC estimava a ocorrência anual de aproximadamente 1.4 milhão

de casos. Num estudo realizado entre 2002 e 2003, em sete áreas portuárias brasileiras (Belém, PA; Fortaleza, CE; Recife, PE; Itaguaí, RJ; Santos, SP; Paranaguá, PR; e Rio Grande, RS), foram selecionados seis pontos de coleta para água, e seis áreas foram avaliadas para que se pudesse checar a qualidade da água do entorno e o perigo microbiológico do consumo “in natura” dos bivalves.

A presença da subespécie de Salmonella foi observada em 20% (18/90) das amostras de água (Belém, PA; Recife, PE;

Santos, SP e Paranaguá, PR) e em 19% (04/21) dos bivalves coletados em bancos naturais de proliferação próximos às regiões portuárias de Santos e Recife. Através de ferramentas moleculares de caracterização sorológica, 93,6% (89/214) das cepas isoladas no estudo revelaram sequências genéticas análogas aos principais sorogrupos de relevância clínica nos surtos causados por salmonelose.

A presença de sorovares de *Salmonella* comprovadamente envolvidos em surtos clínicos da salmonelose humana e/ou animal, em quatro das sete regiões portuárias brasileiras pesquisadas, comprova o perigo microbiológico e sanitário do eventual transporte pela captação da água de lastro dos navios, que, atracados em regiões com a presença de microorganismos patogênicos, serão carregados até áreas onde a

água é utilizada para fins de recreação ou, até mesmo, para áreas portuárias sem contaminação desses microorganismos nocivos.

Problemas advindos da bioinvasão

As consequências deste problema e os custos que ele tem gerado para o sistema brasileiro são: a) Redução na eficiência das bombas e consequentemente aumento no consumo de energia para conseguir um funcionamento normal dos sistemas; b) Aumento na corrosão de encanamentos pela proliferação de outros agentes biológicos indesejáveis (bactérias, fungos etc.); c) Paralisação do sistema para limpeza ou substituição de tubulações, válvulas, filtros etc. Por outro lado, as empresas de aquicultura têm sido afetadas pelas algas tóxicas que são lan-



çadas, juntamente com a água de lastros, em áreas próximas ao cultivo. Os cistos de dinoflagelados, encontrando condições favoráveis, germinam e se reproduzem de forma intensa e formam manchas coloridas, denominadas marés vermelhas. As toxinas produzidas contaminam os organismos cultivados, que além de muitos morrerem, tornam-se impróprios para o consumo humano, por certo período, o que causa grande prejuízo ao aquicultor. (SEELIGER E COSTA, 2003) afirmam que água de lastro e a incrustação nos cascos de mais de 3500 embarcações que circulam a bacia Patos-Mirim são responsáveis pela proliferação de algas que podem contribuir para o aparecimento de marés vermelhas. Alguns copépodes (grupo de crustáceos) marinhos foram observados no zooplâncton nos Estados do Paraná, de São Paulo,

do Rio de Janeiro e do Espírito Santo. Na Cidade de Arraial do Cabo, no Estado do Rio de Janeiro, um coral mole tem chamado a atenção de cientistas e mergulhadores. Na Cidade de Angra dos Reis, também no Estado do Rio de Janeiro, alguns corais exóticos também já foram observados. Até hoje, ainda não se percebeu nenhum dano ambiental ou econômico causado por essas espécies. Entretanto, outras espécies introduzidas, tanto em água doce como no mar, têm causado prejuízos econômicos, ecológicos e sanitários.

A Austrália, que sofre com a invasão da estrela-do-mar do pacífico do norte (*Asterias amurensis*) e com o mexilhão zebra (*Mytilopsis sallei*) (HEWITT, EVERETT e PARKER, 2009, p. 343), e a Nova Zelândia, que sofre com invasões de uma alga marrom asiática (*Undaria pin-*



natífida) (HAYDEN, INGLIS e SCHIEL, 2009, p. 413), um caranguejo europeu (Musculista senhousia), a mesma estrela-do-mar do pacífico do norte (MINISTRY OF PRIMARY INDUSTRIES – NEW ZELAND, 2014), que ocorre na Austrália, dentre outras espécies.

A Austrália, por exemplo, conta com um Sistema Nacional de Prevenção e Gerenciamento de Espécies Exóticas Invasoras, responsável por lidar com todos os possíveis vetores de introdução de espécies marinhas via avaliações de risco, bem como por estabelecer planos de prevenção, planos de respostas emergenciais e promover o controle contínuo das espécies exóticas invasoras (AUSTRALIAN GOVERNMENT, DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 2014a). O Sistema é coordenado por um grupo do qual fazem

parte uma ampla gama de interessados (estados australianos, o Território do Norte, a indústria naval, os grupos de preservação ambiental e os membros da academia). As medidas de prevenção englobam tanto as introduções vindas de fora para a Austrália, quanto as introduções ente regiões da própria Austrália (AUSTRALIAN GOVERNMENT, DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 2014b).

Para o gerenciamento interno da bioincrustação uma série de guias voluntários estão sendo desenvolvidos para cada um dos setores envolvidos (pesca, barcos de recreação, transporte, etc.). Planos de emergência e de resposta com definição de responsáveis e suas responsabilidades também estão sendo construídos. Além disso, quando a erradicação imediata falha, segue-se o gerenciamento



e controle das espécies invasoras. São desenvolvidos protocolos específicos para as espécies chave (HEWITT, EVERETT e PARKER, 2009, p. 343). Instrumentos de monitoramento também subsidiam as ações do Sistema Nacional. O estabelecimento de programas de monitoramento para espécies de alto risco e locais de alto risco, por sua vez, é subsidiado por uma extensa base de pesquisas (HEWITT, EVERETT e PARKER, 2009, p. 344). Interessante é o protocolo criado para lidar com incrustação em embarcações de pequeno porte, isto é, com menos de 25 metros. Nestes casos, tão logo a embarcação chegue à costa australiana, deve realizar uma limpeza ou ser levada a uma área de docagem previamente aprovada, com contenção de resíduos, para a limpeza apropriada (AUSTRALIAN GOVERNMENT, DEPART-

MENT OF AGRICULTURE, 2014c).

A Nova Zelândia, através do seu “Biosecurity Act”, de 1993, é um dos poucos países que já possui uma legislação focada na prevenção e no gerenciamento das espécies exóticas invasoras. O “Biosecurity Act” é orientado para a minimização da introdução de espécies exóticas invasoras por vias não intencionais, seja por meio da quarentena, realizada na fronteira, seja por meio de repostas às invasões já em curso, como o manejo contínuo das espécies exóticas. Tem-se, assim, um amplo sistema de segurança biológica marinha. Este sistema encontra-se dividido em três grupos funcionais: Pré-admissional, anterior à inspeção de quarentena; Pós-admissional, posterior à inspeção de quarentena; e o desenvolvimento de políticas públicas (HEWITT, EVERETT e



PARKER, 2009, p. 343-345).

Durante um primeiro momento é possível, inclusive, negar a entrada de uma embarcação na Nova Zelândia, muito embora esta medida seja raramente utilizada, preferindo-se seu deslocamento até um local seco para a realização da limpeza, ou mesmo a limpeza subaquática (HOPKINS e FORREST 2008, p. 811). Já as atividades pós-admissionais incluem sistemas de monitoramento voltados para detectar novas invasões e/ou mudanças na distribuição e abundância das espécies invasoras já presentes no território neozelandês, assim como promover incursões de resposta às invasões e realizar controles de longa duração destas populações. O monitoramento foca na detecção precoce das espécies alvo, dentre elas: *Eriocheir sinensis*, *Sabella spallanzanii*, *Asterias amurens*,

Carcinus maenas, *Potamocorbula amurens* e *Caulerpa taxifolia* (MINISTRY OF PRIMARY INDUSTRIES – NEW ZEALAND, 2013). Por fim, o gerenciamento das espécies exóticas na Nova Zelândia também considera o transporte doméstico, isto é, entre regiões dentro do próprio país, como uma importante rota de dispersão de organismos e, portanto, igualmente prioritário na estratégia de combate às espécies exóticas (HEWITT, EVERETT e PARKER, 2009, p. 345).

No Brasil, há de se destacar, ainda, a iniciativa isolada do IBAMA que no licenciamento ambiental do Porto do Forno, localizado em Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, no âmbito de suas condicionantes de validade, estabeleceu a obrigação de elaboração de um Programa de Monitoramento de Bioinvasão por Espécies Exóticas.



Métodos de controle da bioinvasão

Muitas espécies contidas nos tanques de lastro podem ser potencialmente invasoras; consequentemente um único tratamento preventivo pode não ser eficaz. Por isso, em muitos casos, está sendo sugerido o uso de dois ou mais métodos em conjunto para tentar aniquilar o maior número de organismos de uma só vez. A dificuldade de conjugar a eliminação das espécies com um tratamento 100% efetivo recomendado pela IMO tem aberto uma grande fronteira para pesquisas e desenvolvimento tecnológicos. Contudo, recomenda-se aos armadores e comandantes das embarcações utilizar os procedimentos a bordo dos navios para remediar o problema. Para isso, é necessário conseguir o

comprometimento da tripulação para execução de tais procedimentos é outro desafio que precisa ser encarado.

Diversos países (Argentina, Austrália, Canadá, Israel, Nova Zelândia, Reino Unido e Estados Unidos) por terem sofrido grandes impactos ecológicos e econômicos empreenderam medidas unilaterais, adotando dispositivos legais para aplicação local, regional ou nacional para eliminar ou remover organismos e controlar a introdução de espécies exóticas, enquanto aguardam uma ação baseada em regras globais aplicáveis, juntamente com diretrizes para a sua implementação efetiva e uniforme (REIS et al., 2003; SILVA et al., 2004).

Os programas de erradicação, portanto, devem incluir uma avaliação de risco que inclua uma análise da relação custo-be-



nefício das ações, os impactos ao sistema natural e os impactos sociais e econômicos.

De acordo com (SOUZA, CALAZANS, E SILVA, 2019) de modo a desenvolver uma estratégia para o controle da bioinvasão são necessárias várias medidas, tais quais:

a) Identificar os vetores que podem estar atuando na disseminação das espécies exóticas no ambiente aquático brasileiro. A maioria dos casos de introdução de espécies aquáticas está associada ao transporte via incrustação seja em cascos de embarcações e/ou outras estruturas flutuantes e, também, através da água de lastro. Mesmo assim, estes vetores ainda não são bem regulados e regulamentados no Brasil. A limpeza periódica dessas estruturas é extremamente recomendada, uma vez que diminui a quantidade de espécies

que podem estar se reproduzindo e sendo distribuídas para outras regiões. Estudos a respeito do tempo de maturação das espécies potencialmente invasoras são necessários para que sejam apontados os períodos em que a limpeza se tornará mais efetiva, minimizando o transporte e dispersão desses organismos na região;

b) Estudos que evidenciem espécies que poderão se tornar problemáticas e as circunstâncias em que são mais facilmente introduzidas e estabelecidas são extremamente importantes, uma vez que a erradicação de espécies já estabelecidas é muito difícil ou mesmo impossível na grande maioria dos casos;

c) Campanhas de esclarecimento junto às pessoas que podem estar diretamente relacionadas ao problema das bioinvasões como, por exemplo,



os proprietários de embarcações;

d) O monitoramento do ambiente é imprescindível para o controle e o gerenciamento do problema. O pré-requisito para qualquer tentativa de controle está no conhecimento da fauna e da flora locais, identificando as espécies nativas e determinando a presença, distribuição e abundância de espécies introduzidas. Dessa forma, maiores investimentos em estudos relacionados à sistemática e biogeografia são necessários;

e) Do mesmo modo, o registro e o monitoramento dos organismos invasores são escassos, mesmo porque pesquisas em áreas como sistemática e biogeografia também são quase inexistentes, o que dificulta muito a detecção e avaliação do status das espécies em geral.

De acordo com o sub-

tem 9.1.1 da resolução IMO, A. 868(20), a captação de água de lastro pode ser reduzida ao mínimo, ou quando aplicável, ser evitada em áreas e situações como as descritas a seguir:

a) Preferencialmente, usar as caixas de mar mais altas quando o navio está em águas rasas;

b) Áreas identificadas pelo Estado do porto que oferecem risco de abrigar organismos aquáticos e patogênicos, conforme citado no item 8.2.2 da Resolução (áreas com erupção, infestações ou populações conhecidas de organismos nocivos e patogênicos; áreas com ocorrências de florescimento de algas visitantes),

c) Como o caso da maré vermelha; em áreas com descarga de esgoto ou com conhecida incidência de doenças; locais onde existam operações



de dragagem nas proximidades; quando a corrente de maré é conhecida por ser mais turva; e áreas onde o fluxo de maré é conhecido por ser pobre;

d) À noite, quando certos organismos de fundo migram para a superfície do mar;

e) Em águas muito rasas, que têm grande concentração de sedimentos;

f) Em áreas onde os hélices levantam os sedimentos do fundo.

Legislação marítima aplicável

De acordo com PEREIRA, BRINATI, E BOTTER, 2012, o primeiro esforço mundial efetivo para controlar a dispersão de espécies alienígenas, através da água de lastro, ocorreu em 10 dezembro de 1982, em Montego Bay, na Jamaica, quando foi celebrada a Convenção das Nações

Unidas sobre o Direito do Mar, UNCLOS. A Convenção estabeleceu regras para disciplinar o uso dos oceanos e mares do mundo, assim como de seus recursos, aplicando a noção segundo a qual todos os espaços oceânicos são estreitamente ligados e devem ser tratados globalmente.

Composta de 320 artigos e nove anexos, tratou, entre outros, da delimitação, do controle ambiental, da pesquisa científica marítima, das atividades comerciais e econômicas, da transferência de tecnologia e da solução de litígios ligados a assuntos do mar (CUREAU, 2012b). A Convenção UNCLOS entrou em vigor em 1994, após a ratificação do 60º Estado. A Comunidade Européia ratificou-a em 1998. Os EUA não a ratificaram. Entre as medidas importantes adotadas, está a definição de mar territorial, da zona econômica exclusiva e da plata-



forma continental.

Foi criado, também, o Tribunal Internacional do Direito do Mar, “competente para conhecer das disputas relativas ao direito marítimo”, mas não exclusivamente dessa matéria. Em 1983, quando foi realizada a Terceira Conferência das Nações Unidas sobre Direitos do Mar, em Nova York, a Convenção foi aprovada. Em 1990, o Comitê de Proteção Ambiente Marinho – MEPC -da Organização Marítima Internacional formou um grupo de trabalho para examinar as pesquisas, informações e soluções propostas por Estados Membros da IMO e por organizações não governamentais. A Assembleia da IMO, em 1997, adotou, por meio da Resolução A.868(20), as Diretrizes para o controle e gerenciamento da água de lastro dos navios, para minimizar a transferência de organismos aquáticos

nocivos e agentes patogênicos.

Em 1993, a Assembléia da IMO já havia adotado essas Diretrizes através da Resolução A.774(18), em atendimento a uma solicitação da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (UNCED).

Como solicitado pela Resolução A.774(18), o MSC elaborou uma orientação relativa aos aspectos de segurança relativos à troca da água de lastro no mar, que foi distribuída na forma das Circulares MEPC/Circ.329 e MSC/Circ.806, ambas de 30 de junho de 1997. Para tanto, todo o navio que utilizasse água como lastro deveria ser dotado de um plano de gerenciamento dessa água, destinado a auxiliar a minimizar a transferência de organismos aquáticos nocivos e agentes patogênicos. O propósito do plano era fornecer procedimentos seguros e eficazes de



gerenciamento, que deveriam ser específicos para cada navio. Por outro lado, nos portos de chegada, deveria haver instalações disponíveis para recebimento e tratamento da água utilizada como lastro, permitindo um esgotamento ambientalmente seguro dos sedimentos existentes nos tanques. A Resolução estabelecia ainda que, no processo de recebimento ou de descarga, deveriam ser registrados, no mínimo, as datas, a posição geográfica, o(s) tanque(s) e os porões do navio, a temperatura e a salinidade da água de lastro, bem como a quantidade de água recebida ou descarregada. Igualmente, deveriam ser indicados, nos planos de gerenciamento, a localização e os pontos de acesso convenientes para a retirada de amostras da água de lastro ou dos sedimentos, o que permitiria à tripulação do navio auxiliar, da melhor manei-

ra possível, quando as autoridades do Estado onde se localizasse o porto pedissem uma amostra da água de lastro ou dos sedimentos.

Levando-se em conta que os organismos que vivem próximo à costa – inclusive nos portos e estuários – normalmente não sobrevivem quando são descarregados em alto-mar, e que os organismos oceânicos não sobrevivem quando descarregados em águas próximas da costa, a Resolução recomendou, ainda, que, quando possível, os navios realizassem a troca da água de lastro em águas profundas, em mar aberto, o mais longe possível da costa. Em 2000, a IMO, em conjunto com a Global Environment Facility e o United Nations Development Programme, desenvolveu o programa Removal of Barriers to the Effective Implementation of Ballast Water Control and Management Measu-



res in Developing Countries. Este programa, mais conhecido como Global Ballast Water Management Programme ou apenas Globalballast, teve como objetivo avaliar a qualidade da água de lastro de seis portos de países em desenvolvimento, visando ajudá-los a lidar com o problema da água de lastro. O Brasil foi um dos países escolhidos, sendo a área-piloto o porto de Sepetiba, no Rio de Janeiro. O porto de Sepetiba foi escolhido por estar situado próximo à cidade do Rio de Janeiro, o que facilitaria o apoio técnico, científico e logístico, além de estar em uma área ecologicamente sensível. Além disso, foi levado em consideração o fato de ser um porto exportador com tendência de crescimento no volume de carga. À Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (Feema) cabia efetuar o monitoramento marinho. Conforme es-

tudos feitos, à época, por Julieta Salles Vianna da Silva e outros, os resultados até então obtidos, na segunda fase do projeto Globalballast (2003/2004), embora preliminares, já permitiam destacar o aparecimento de mais 3 espécies introduzidas na região, que não estavam presentes nas amostras de 2001: “A espécie que chamou mais atenção foi o octocoral *Erythropodium* sp. que ocorreu em toda a baía em grande densidade nas duas últimas coletas. Outro organismo encontrado em grande quantidade na região é o bivalve *Myoforceps aristatus*, também conhecido como *Lithophaga aristata*.” Esta espécie, originária do Caribe, nos dois últimos anos, havia sido coletada nas costas do Rio de Janeiro e de São Paulo. Conforme as autoras: “O terceiro é o coral *Tubastraea tagusensis*, espécie que ocorre na baía da Ilha Grande, local



adjacente à área de estudo, mas ainda não havia sido detectada em Sepetiba. Constatamos ainda que *Amphibalanus reticulatus*, que inicialmente encontrava-se restrita ao substrato artificial, atualmente encontra-se também nos costões rochosos da região.” (SILVA, JUNQUEIRA E FERNANDES, 2012).

Por fim, após 14 anos de complexas negociações, foi lançada em Londres, em 2004, a Convenção Internacional para Controle e Gerenciamento de Água de Lastro de Navios e Sedimentos - CALS, que determina que os navios realizem a troca da água de lastro a, pelo menos, 200 milhas da costa e 200 m de profundidade. Nesse ano, já havia numerosos trabalhos do Comité de Proteção do Meio Ambiente Marítimo – MEPC, demonstrando o risco que constituíam os rejeitos não controlados das

águas e dos sedimentos provenientes dos navios para a saúde humana e para os ecossistemas costeiros. Estimava-se, em 2004, que os 45.000 navios comerciais transportavam, anualmente, de 3 a 10 bilhões de toneladas de água no lastro dos navios, transferindo de uma região do mundo a outra grande quantidade de espécies vivas, que podiam se revelar invasivas quando liberadas num ecossistema diferente. O texto foi adotado, por unanimidade, em fevereiro de 2004, por 74 Estados e foi o resultado de um compromisso de proteger as áreas econômicas costeiras. Ao mesmo tempo, houve a influência dos Estados que possuíam grandes frotas e queriam ter um mínimo de problemas, das associações ambientais e dos armadores e proprietários de navios. A conferência adotou, ainda, as seguintes resoluções: - discipli-



namiento dos futuros trabalhos da IMO, relativos à aplicação da convenção, isto é, elaboração urgente de diretivas para recepção dos sedimentos e das águas, amostragem das águas de lastro, planos de gestão, renovação das águas, avaliação dos riscos, aprovação dos sistemas de gestão, de tratamento e de substâncias ativas; - utilização de ferramentas de decisão úteis e confiáveis para o exame das normas; - promoção da cooperação e da assistência técnica, na avaliação, formação de pessoal técnico e científico para pesquisa, vigilância e uso. A resolução convidou os Estados a encorajar a instalação de sistemas de administração da água de lastro sobre os novos navios, no período de aplicação contido na Convenção, qual seja de 2009 a 2016 (CUREAU, 2012c). No dizer de Alexandre de Carvalho Leal Neto (NETO, 2012), “a Agência

Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) teve uma contribuição relevante no que diz respeito à inclusão da temática relativa a agentes patogênicos, por estudos realizados em vários portos do Brasil e testes a bordo.” Segundo o mesmo autor, num primeiro momento, as ações da IMO se refletiram no Brasil através da adoção da NORMAM-08, de fevereiro de 2000, pela Diretoria de Portos e Costas do Comando da Marinha e pela Resolução de Diretoria Colegida (RDC) 17, de 12 de janeiro de 2001, da Anvisa, que seriam as duas normas que internalizaram as orientações da Resolução da IMO A.868(20). A denominada NORMAM 20, que entrou em vigor em 15 de outubro de 2005, estabeleceu que todos os navios devem realizar a troca oceânica antes de entrar em um porto brasileiro, seguindo os mesmos parâmetros estabeleci-



dos pela CAL. 1. III.

Entre algumas das principais convenções internacionais que tratam do problema da poluição marítima e da água de lastro pode-se citar a Convenção Internacional sobre Responsabilidade Civil em Danos Causados por Poluição por Óleo de 1969; a Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição Causada por navios, Convenção Marpol de 1973, alterada pelo Protocolo de 1978; a Convenção de Montego Bay, de 1982, também conhecida como a “Constituição dos Mares”, a qual tratou da delimitação de mar territorial, de zona exclusiva de exploração econômica, entre outras questões; a Convenção Internacional sobre preparo, resposta e cooperação em caso de poluição por óleo, de 1990; e, por fim, a agenda 21, advinda da Convenção das nações Unidas sobre Meio ambiente e

Desenvolvimento realizada, no Rio de Janeiro, em 1992. A agenda 21 ao abordar o momento de definição histórica em que a humanidade se encontrava, traçou metas que nação alguma podia atingir sozinha, mas que dependiam de todos, em uma associação mundial em prol do desenvolvimento sustentável. Em seu item 17.21 a agenda 21 aduz que “para impedir a degradação do meio ambiente marinho é preciso adotar uma abordagem de precaução e antecipação, mais do que de reação”(AGENDA21, 2011), trazendo ainda diversos outros itens atinentes ao problema da poluição marítima.

Assim, ousa-se dizer que o Brasil já possui normas suficientes a tratar do problema da poluição marítima e da água de lastro, o que não impede, de forma alguma, que se continue – e, principalmente, que se deva



incentivar – as tentativas de se desenvolver melhores técnicas e tecnologias capazes de efetivamente dar conta do problema de contaminação por espécies exóticas invasoras via água de lastro.

É fundamental que o estado brasileiro se comprometa em efetivamente fiscalizar e aplicar tais normas e, mais do que isto, “não basta que o Brasil previna a bioinvasão se os demais estados vizinhos não agirem da mesma forma. é necessário um maior engajamento de toda comunidade internacional, pois este é um problema global”. (ZANELLA, 2010, p.83)

Fica evidente a necessidade de políticas públicas coordenadas com outros estados, pois somente através de ações integradas se pode combater esse tipo de processo, que muitas vezes é irreversível. Os países encontram-se dependentes uns dos outros na

medida em que apenas com uma intensa cooperação pode-se combater o problema da bioinvasão. (ZANELLA 2010, p.87).

Assim, no que tange à poluição marítima e à água de lastro, percebe-se a necessidade da efetivação de novos paradigmas construídos sob alicerces sustentáveis, baseados em forte consciência coletiva; solidariedade humana capaz de modificar situações postas, mesmo as mais difíceis. Talvez devido às proporções do desafio que se apresenta, o mais importante seja a efetivação do princípio da cooperação internacional, na medida em que a luta contra a poluição marítima causada pela água de lastro é uma luta de todos os povos do planeta.

Brasil

No caso do Brasil, an-



tes mesmo do início do programa Globallast, o presidente da república sancionou as leis Nº 9605/1998 e Nº 9.966/2000, em 1998 e 2000 respectivamente, sendo a primeira conhecida como Lei de Crimes Ambientais e a segunda conhecida como Lei do Óleo. Ambas as leis dispõem sobre as questões ambientais, sendo que Lei Nº 9.966/2000 dispõe mais especificamente sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências. Estabelece a Lei: “os princípios básicos a serem obedecidos na movimentação de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em portos organizados, instalações portuárias, plataformas e navios em águas sob jurisdição nacional”.

Além disso, determina

que “É proibida a descarga, em águas sob jurisdição nacional, de substâncias nocivas ou perigosas classificadas na categoria “A”, definida no art. 4º desta Lei, inclusive aquelas provisoriamente classificadas como tal, além de água de lastro, resíduos de lavagem de tanques ou outras misturas que contenham tais substâncias.”

Reuso da água de lastro

De acordo com PEREIRA, 2012, instalar uma unidade de tratamento de água de lastro em terra permite cogitar alternativas para o reuso da água de lastro. Esse é um aspecto muito importante, pois a água de lastro é vista como um problema que precisa ser gerenciado, cujos custos de tratamento podem ser onerosos, tanto para os portos quanto para os armadores. Assim, deve-se buscar encontrar al-



guma alternativa de reutilização desta água que pode ser descartada no entorno do porto. Uma primeira alternativa poderia ser armazenar a água e transferi-la para os navios que precisassem de água de lastro para sair do porto na condição de lastro. Contudo, dependendo da característica do porto isso não é possível. Por exemplo, um porto dedicado somente à exportação de minério recebe os navios sem carga e, geralmente, eles partem totalmente carregados para seu destino. A água de lastro captada desses navios deve ser armazenada, tratada e depois descartada, pois não há possibilidade de ser transferida para tanques de lastro de navios, a não ser que o mesmo porto tenha operação de importação de produtos. Mesmo assim, o volume de água de lastro recebida de grandes navios nem sempre é compatível com o volume requi-

sitado pelos navios de importação. Sendo assim, sempre poderá haver um problema de balanço de massa.

De acordo com PEREIRA, 2012, diante dessa problemática, devem-se buscar alternativas mais eficazes para o reuso da água de lastro. É sabido que em muitos lugares do mundo existe o problema da escassez de água doce, tanto para o consumo quanto para a agricultura e indústrias. A opção que muitos países utilizam para mitigar o problema, como os Emirados Árabes, Israel e até mesmo os Estados Unidos é dessalinizar a água do mar e fornecer para consumo.

Uma estação de dessalinização deve ser capaz de retirar o sal da água do mar e produzir água doce. Os principais processos empregados neste tipo de instalação são (CASTAING et al., 2010):



- Processo de destilação térmica:
 - a) Destilação em múltiplos estágios;
 - b) Destilação de múltiplo efeito;
 - c) Compressão do valor destilado;
 - d) Destilação solar;
 - Processos de separação por membrana:
 - e) Eletrodiálise;
 - f) Recuperação por osmose (com, ou sem recuperação de energia).
- O processo de destilação térmica consiste em aquecer a água do mar até o ponto de ebulição e gerar vapor que é condensado para se transformar em água doce. Para este processo é requerida energia térmica, que pode ser produzida por uma fonte convencional ou alternativa, como por exemplo, energia solar (SUBAN et al., 2010).

Figura 3 – Sistema de osmose reversa e recuperação de energia



Fonte: Stover (2006)

De acordo com PE-REIRA, 2012, no processo de membrana, é requerida energia elétrica para acionar o sistema de captura e compressão da água (70-80 atmosferas de pressão) ou para ionização da água do mar. Em comparação com outros processos, o sistema de osmose reversa é relativamente novo e mais eficiente.

Procedimentos de troca da água de lastro

Introdução

No caso de necessidade de trocar o lastro durante a viagem em alto mar, cuidado especial deve ser tomado quanto ao planejamento da operação.

Aspectos a serem considerados:

a) Número de horas para realizar a operação;

b) Condições favoráveis de tempo, referindo-se aos boletins de previsão meteorológicos;

c) Locais onde a troca de lastro possa ser realizada;

d) Áreas específicas determinadas por alguns países para a troca de lastro;

e) Se a oportunidade para a troca da água de lastro está limitada e as condições limites da área permitem alcançar pelo menos um terço do percentual da troca, a operação pode ser complementada mais tarde de maneira mais prática;

f) Navios operando em rotas específicas e próximo a costa tem a possibilidade de receber água com organismos nocivos em seus tanques de lastro. Este fato deve ser levado em conta no planejamento da troca da água de lastro.



Métodos**Troca sequencial ou oceânica**

O método sequencial é um processo onde o tanque de lastro carregado é primeiramente esvaziado e então lastrado com água do mar, tal que a substituição de pelo menos 95% em volume seja obtida. Somente onde a troca da água é requerida conforme os requisitos.

O método sequencial pode causar os seguintes problemas:

a) Avarias no casco devido a exceder os limites permitidos de momento fletor e força cortante. Em condições climáticas normais, os esforços podem aumentar com a altura de onda. Para cada condição de lastro, uma avaliação prévia dos esforços deve ser calculada no computador de carga para cada fase da troca de água dentro da sequ-

ência planejada;

b) Perda de estabilidade.

Mesmo que o navio não tenha problema de estabilidade para dada condição simples de troca de lastro, deve se ter a máxima atenção para a existência de pesos a bordo, e o GM mínimo deve ser avaliado para as condições de estabilidade intacta e avariada. Efeitos adversos na estabilidade podem também resultar quando os tanques estão quase cheios ou quase vazios.

c) Avaria estrutural no casco na região do fundo na proa, devido a calado a vante insuficiente. Dependendo da condição climática e do curso do navio, caso impactos forem notados quando do esvaziamento dos tanques, deve-se parar o navio, reduzir a velocidade ou temporariamente mudar o curso, se possível.

d) Perda de manobrabi-



lidade ou dificuldades de manobra com calado insuficiente a ré, devido aos tanques mantidos vazios na popa e aumento do calado na proa.

e) Redução da visibilidade a vante do passadiço, como resultado da redução do calado a vante por ocasião do lastro ser removido dos tanques localizados na seção de vante, quando trocando o lastro. O limite de visibilidade a vante deve ser mantido conforme as recomendações da Convenção SOLAS aplicável ao navio.

f) Avarias estruturais no chapeamento do topo dos tanques ou espaços vazios entre tanques, causados pelas forças inerciais de um tanque cheio agindo em tanque vazio adjacente.

g) Avarias estruturais em tanques parcialmente cheios, devido ao sloshing resultante da ressonância com os movimentos

do navio.

h) É difícil definir os limites requeridos para a troca da água de lastro como função das condições climáticas e do mar. O perigo potencial aumenta conforme as condições de mar pioram, principalmente em termos de altura de onda, mas dependerá substancialmente da velocidade e do curso mantido pelo navio. Arfagem pode ocorrer nessas ocasiões. O melhor julgamento para tais condições climáticas admissíveis durante a troca de lastro advirá da experiência do comandante com o seu navio.

i) Trim excessivo;

Durante a troca deve-se ter padrões de visibilidade do passadiço, imersão do hélice, calado mínimo aceitável a vante (5,50 m), aspiração da caixa de mar para bomba de incêndio de emergência. Ao planejar a troca



deve-se estimar a duração em horas, o impacto na manobrabilidade, e o tempo total para completar a operação. Antecipadamente deve-se verificar se o navio encontra-se em águas abertas, densidade do tráfego ser pequeno, visibilidade e comunicação adequadas, imersão do hélice não comprometa a manobrabilidade em nenhum estágio da operação, condições gerais de tempo e mar sejam improváveis de se alterar.

É recomendável antes do procedimento analisar variáveis, tais como: - posição do navio; - previsão do tempo; - performance da máquina; - estabilidade; - esforços; - fadiga dos tripulantes. Deve haver um plano de contingência para situações que possam por em risco a troca da água de lastro em alto mar.

Quando há muito sedimento no fundo do tanque, e não é possível retirar, faz-se isso du-

rante a docagem.

A anexo D mostra exemplo de procedimento de troca de lastro. No anexo E mostra as condições estruturais advindas da troca de lastro.

Acordo (MEDINA, et al, 2009) é muito importante que a mistura atingida por tal método não contenha mais do que 5% de água de lastro considerada de alto risco (água de lastro residual), sendo:



$$TS = (P \times T/V) \times 100 \quad (1)$$

O resultado de TS tem de ser maior que 95%, no qual:

TS = troca sequencial;

P = capacidade da bomba;

T = tempo de operação da bomba;

V = volume de água de lastro existente no tanque.

O volume residual é calculado como:

$$R = V \times 0.05 \quad (2)$$

em que:

R = água residual depois da troca sequencial;

V = volume de água de lastro existente no tanque.

Transbordamento ou fluxo contínuo

De acordo com a Resolução IMO A.868(20), 1997, deve-se ter cuidado, se for utilizado o método do fluxo contínuo, uma vez que as canalizações de ar não foram projetadas para um contínuo extravasamento da água utilizada como lastro.

Nesse método, a bomba de lastro succiona água do mar e descarrega no fundo tanque de lastro através da rede de lastro. A água então será descarregada dos tanques por transbordamento,

através das portas de visita e escotilhão de acesso, de modo que no mínimo 95% de troca em volume sejam obtidos. Bombeando três vezes o volume do tanque em água de lastro atende ao requisito acima descrito.

De acordo com MEDINA, et. al, 2009, a capacidade de 300% começa a ser medida quando a água limpa de áreas oceânicas profundas começa a entrar no interior do tanque, e não quando o tanque começa a derramar; essa capacidade pode ser calculada pela seguinte expressão:



$$E = (VT \times 3/P)$$

(3)

em que:

E = escoamento dos tanques;

VT = volume total do tanque de lastro; P = capacidade da bomba.

Essa equação resultará no tempo necessário para que as bombas cheguem a 300% de troca.

Cuidado especial deve ser tomado em relação à pressão de trabalho e a taxa de vazão em uso, visto que a estrutura do convés principal e dos tanques pode estar submetida a pressões excessivas durante a transferência de lastro e possa ocorrer fadiga de material ao longo dos anos, com as consequentes avarias ao navio.

Para uma operação segura, o operador deve assegurar que as portas de visita e acessos aos tanques estejam abertos antes de iniciar. Este procedimento evita que a água bombeada escoe para o convés pelos suspiros dos tanques de lastro. Se viável, a bomba de lastro deve trabalhar

em velocidade ou vazão reduzida durante o transbordamento.

O método de transbordamento pode causar os seguintes problemas:

- a) Pressão excessiva nos tanques;
- b) Estufamento ou ruptura dos tanques;
- c) Acúmulo de água sobre o convés, o que pode colocar em risco a segurança dos tripulantes trabalhando no convés;
- d) Formação de gelo sobre convés, quando operando em tempo muito frio.



Figura 4 – Método de transbordamento

Fonte: NETO, A. de C. L. *E-book*. Disponível: [www.mma.gov.br > conabio > _arquivos > apresentao_gua_de_lastro](http://www.mma.gov.br/conabio/_arquivos/apresentao_gua_de_lastro). Acesso em: 31 ago. 2019.

Figura 5 – Método de transbordamento

Fonte: NETO, A. de C. L. *E-book*. [www.mma.gov.br > conabio > _arquivos > apresentao_gua_de_lastro](http://www.mma.gov.br/conabio/_arquivos/apresentao_gua_de_lastro). Acesso em: 31 ago. 2019.

Diluição

O método de diluição é um processo onde a água do mar é succionada e descarregada no topo do tanque, enquanto que simultaneamente o lastro existente é succionado pelo fundo do tan-

que e descarregado no mar, e assim mantendo o nível constante de água no tanque.

Acordo (MEDINA, et. al, 2009) alguns navios (geralmente petroleiros) possuem bombas extras para água de lastro; em alguns deles, a água de lastro



pode ser bombeada para dentro do tanque por um lado e bombeada para fora pelo outro lado do tanque simultaneamente.

Este método difere do anterior por usar 2 bombas de lastro ao mesmo tempo. A similaridade está nos 300%, ou seja, cada tanque deve ser bombeado a 300% de sua capacidade máxima; basicamente, a água de lastro é injetada pelo convés e extravasada pelo fundo do casco.

Isso então requer que o volume da água fluindo através do tanque seja de pelo menos três vezes o volume existente de água, de modo que o percentual de 95% em volume é alcançado para cada tanque. O navio mantém as mesmas condições no que concerne a estabilidade, calados e cargas mecânicas.

O método de diluição pode causar os seguintes problemas:

Pressão ou vácuo excessivo que possam causar avarias dentro do tanque, como resultado do bloqueio do tubo de suspiro, ou vazão excessiva da bomba em relação à condição de projeto do sistema de lastro.

As seguintes precauções de segurança devem ser tomadas no caso do método de diluição:

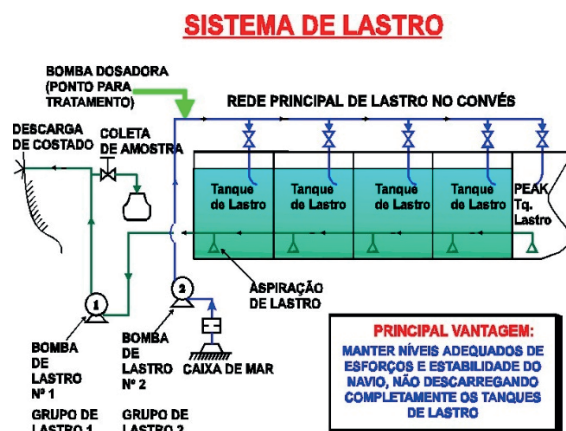
a) Alarmes de níveis alto e baixo estão previstos em cada um dos tanques de lastro (no software do sistema de sondagem remota) de forma a possibilitar que o operador mantenha constante o nível dos tanques através do controle das válvulas na descarga das bombas de lastro, no centro de Comando de Carga (CCC);

b) Os arranjos incluem uma parada de emergência manual para qualquer operação das bombas de lastro em caso de mau funcionamento da válvula



ou ações de controle incorretas.

Figura 6 – Esquema método de diluição



Fonte: NETO, A. de C. L. *E-book*. Disponível: [www.mma.gov.br > conabio > _arquivos > apresentao_gua_de_lastro](http://www.mma.gov.br/conabio/_arquivos/apresentao_gua_de_lastro). Acesso em: 31 ago. 2019

Figura 7 – Método de diluição



Fonte: NETO, A. de C. L. *E-book*. Disponível: [www.mma.gov.br > conabio > _arquivos > apresentao_gua_de_lastro](http://www.mma.gov.br/conabio/_arquivos/apresentao_gua_de_lastro). Acesso em: 31 ago. 2019

Figura 8 – Método de diluição

Fonte: NETO, A. de C. L. *E-book*. Disponível: www.mma.gov.br/conabio/_arquivos/apresentao_gua_de_lastro. Acesso em: 31 ago. 2019

Outros métodos não homologados pela IMO

Acordo (PEREIRA, 2012) todos os métodos apresentados acima estão homologados pela IMO, contudo, pesquisas e testes estão sendo realizados para avaliar outras opções para operação dos navios. Essas novas alternativas deverão ser testadas e validadas pela IMO antes de entrarem em operação.

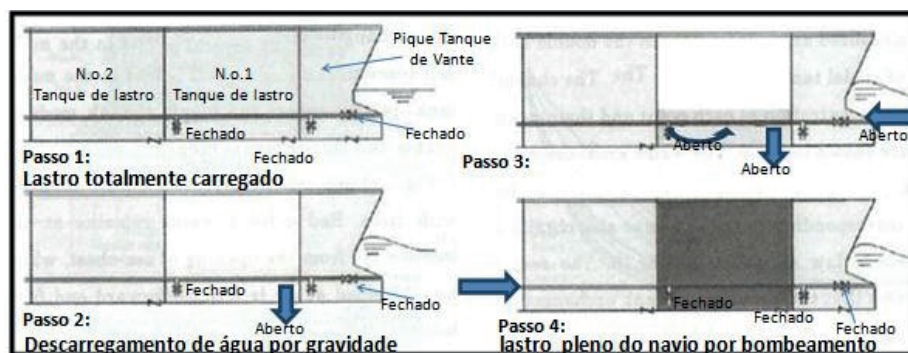
Diferença de pressão

NUMATA et al., 2002,

propõem um novo método, que se baseia na diferença de pressão do fluido em torno da superfície do casco do navio enquanto se navega a vante, ou seja, por gravidade o fluido contido no interior do tanque é despejado e outro é recolocado no navio enquanto ele dirige-se a vante. De acordo com PEREIRA, 2012, neste caso, não haveria qualquer operação de bombeamento, exceto para manter um nível inicial de água no tanque enquanto o navio estiver parado, conforme mostra a Figura 62. A eficiência do método foi verificada por experimentações

em modelos e a potência total necessária para o método de fluxo contínuo.

Figura 9 - Método por diferença de pressão

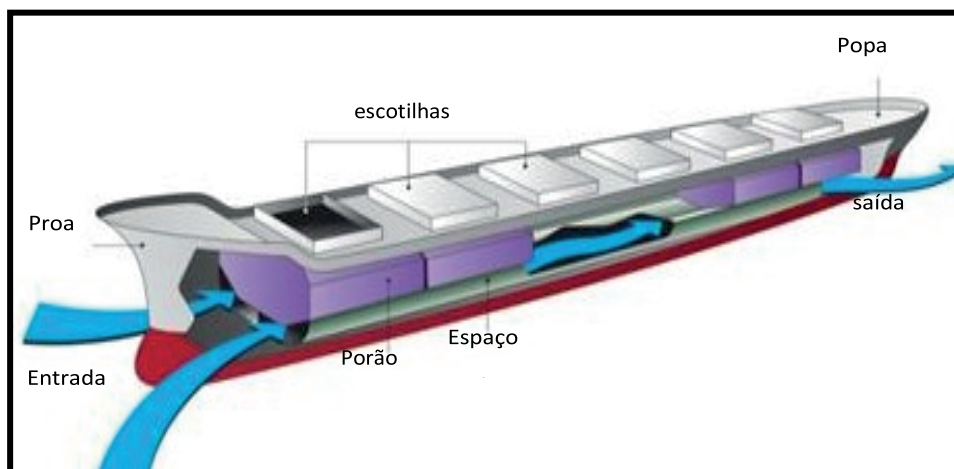


Fonte: (ITCC, 2004)

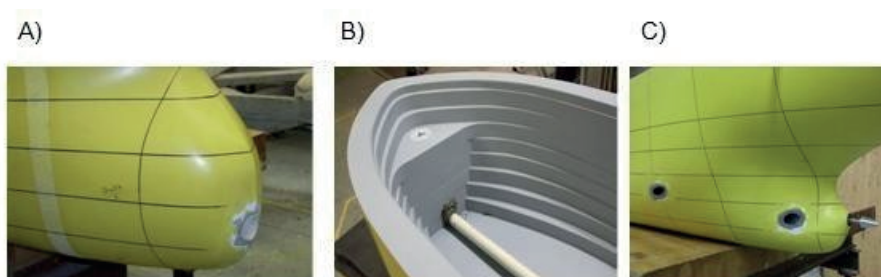
Ballast-Free

teste utilizados para validar este sistema (KOTINIS e PARSONS, 2008).

De acordo com PEREIRA, 2012, recentemente, o Departamento de Engenharia Naval e Oceânica da Universidade de Michigan desenvolveu um novo conceito de captar água de lastro denominado de Ballast-free “Lastro Livre”. Este método, que se destina, principalmente, a navios que operam nos Grandes Lagos americanos, está esquematizado na Figura 63. A Figura 64 (A, B e C) mostra os modelos de

Figura 10 - Sistema Ballast-Free – Modelo conceitual de aplicação do método

Fonte: Adaptado de Kotinis e Parsons (2007)

Figura 11 – Modelos utilizados na validação do método Ballast-Free durante os ensaios em tanques de prova para medir os coeficientes hidrodinâmicos

Fonte: Kotinis e Parsons (2007)

De acordo com PEREIRA, 2012, no conceito Ballast-Free os tanques de lastro tradicionais são substituídos por tanques longitudinais que passam por baixo da região de carga

do navio. Os tanques são conectados com o mar através de uma abertura na proa situada na linha centro do navio (Figura 64 A e B). Assim, a pressão desenvolvida pelo navio quando navegando

para vante é positiva, enquanto que a sucção na popa é negativa. Por meio deste diferencial hidrodinâmico de pressão, um lento fluxo de água é induzido através da proa para os tanques de lastro, sem a necessidade de bombas, sendo despejado através de aberturas na popa do navio (Figura 64 C) (KOTINIS e PARSONS, 2007).

De acordo com PEREIRA, 2012, enquanto o navio está em condição de lastro e em movimento, os tanques são constantemente inundados com água local. Quando a viagem do navio termina, os tanques de lastro podem ser isolados do mar por um conjunto de válvulas e o sistema pode ser esvaziado através de um sistema de bombas convencionais. O resultado desta rede é a possível eliminação do transporte de espécies exóticas de um local para outro, pois a água está

sendo renovada a todo instante (KOTINIS e PARSONS, 2007).

Contudo, a utilização deste sistema requer modificações no projeto do navio, conforme mostrado na Figura 65. Uma alteração que, segundo os autores, consiste no aumento da altura do costado, para permitir que se acumule o maior volume água nos tanques de lastro abaixo dos tanques de carga.

KOTINIS e PARSONS, 2007, conduziram estudos em tanque de provas com modelos para avaliar o desempenho e realizaram simulações numéricas usando Computational Fluid Dynamics - CFD, tendo sido testadas várias localizações para aberturas, tanto na popa quanto na proa, bem como analisaram sua influência no comportamento do navio. Além disso, os autores realizaram uma avaliação econômica do sistema para identificar



os custos das modificações do casco e seu impacto no custo total do navio.

De acordo com PEREIRA, 2012, os resultados indicaram que as aberturas no casco impuseram pequeno aumento de 3% na resistência ao avanço do navio. Por outro lado, os ajustes na posição da descarga da água a ré favoreceram a eficiência do propulsor na ordem de 7%, em relação ao navio sem aberturas, devido ao melhor direcionamento do fluxo para o propulsor. Em relação aos custos relativos ao navio, a adoção deste sistema tende a reduzir os custos com a instalação de equipamentos de tratamento de água de lastro, considerando que um sistema de tratamento convencional pode custar mais de US\$ 800.000,00. Outra vantagem apresentada é que a tripulação não tem contato com a água poluída que o navio

pode transportar, além de dificultar a deposição de sedimentos no tanque de lastro do navio.

É muito importante salientar que todas as alternativas operacionais mostradas acima buscam minimizar o risco de invasão. Considerando que o risco de uma invasão depende do volume de água despejado em um determinado local, bem como da quantidade de espécies que se transfere no processo, a aplicação efetiva de cada um destes procedimentos pode auxiliar certamente no processo de controle.

Conclusão

Sabe-se que as bioinvasões advindas da introdução de espécies exóticas através da descarga de água de lastro, e das incrustações dos navios tem ocasionado sérios problemas de ordem econômica, no Brasil, e no



exterior.

Atualmente usa-se métodos de troca de água de lastro como o principal controle da bioinvasão. Estuda-se meios de tratamento de água de lastro em terra, e a bordo de navios, como também estuda-se o reúso desta água.

Como exposto neste trabalho, já existem estudos para outros tipos de tratamento de água de lastro em que se tenha um rendimento de 100% de aproveitamento. Também já existem sistemas de tratamento de água de lastro a bordo fabricados e aprovados pela IMO.

Sabe-se que os procedimentos de troca de água de lastro em vigor afetam a estrutura do navio, além de não fornecer 100% de eficiência. Além destes métodos, já encontram-se em fase de testes outros tipos de métodos em Universidades Americanas.

O presente trabalho apresenta estudos aprofundados acerca dos procedimentos de troca da água de lastro.

Referências

AGENDA21. E-book. Disponível em: http://www.ibot.sp.gov.br/pesquisa_cientifica/restauracao_ecologica/agenda_21.pdf. Acesso em: 14 out. 2011.

ANTAQ. E-book Disponível em: http://www.antaq.gov.br/portal/Meioambiente_aguaDeLastro.asp. Acesso em: 15 out. 2011.

ANVISA. Brasil – Água de Lastro – Projeto GGPaf 2002. E-book. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/divulga/public/paf/agua_lastro3.pdf. Acesso em: 30 ago. 2011.



AUSTRALIAN GOVERNMENT, DEPARTMENT OF AGRICULTURE. National System for the Prevention and Management of Marine Pest Incursions. E-book. Disponível em: <http://www.daff.gov.au/animal-plant-health/pests-diseases-weeds/marine-pests/biofouling/national-system>. Acesso em: 14 maio 2014a.

AUSTRALIAN GOVERNMENT, DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Marine Pest Sectoral Committee. E-book. Disponível em: <http://www.daff.gov.au/animal-plant-health/pests-diseases-weeds/marine-pests/mp-sect-committee>. Acesso em: 14 maio 2014b.

AUSTRALIAN GOVERNMENT, DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Vessels. E-book. Disponível em: <http://www.daff.gov.au/animal-plant-health/pests-diseases-weeds/marine-pests/vessels>. Acesso em: 14 maio 2014c.

www.daff.gov.au/biosecurity/avm/vessels. Acesso em: 14 maio 2014c.

BRASIL. [(Resolução A.868(20) – IMO)]. Diretrizes para o Controle e Gerenciamento da Água de Lastro dos Navios, para Minimizar a Transferência de Organismos Aquáticos Nocivos e Agentes Patogênicos. Diretoria de Portos e Costas. 1997.

CUREAU, S. RECURSOS HÍDRICOS E BIODIVERSIDADE – PROLIFERAÇÃO DE ESPÉCIES INVASORAS ATRAVÉS DE ÁGUA DE LASTRO. 2012. E-book. Disponível em: <http://www.tc.gc.ca/fra/securitemaritime/desn-arctique-unclos-685>. Acesso em: 12 jul. 2012b.

CUREAU, S. RECURSOS HÍDRICOS E BIODIVERSIDADE – PROLIFERAÇÃO DE ESPÉCIES INVASORAS ATRAVÉS DE ÁGUA DE LASTRO. 2012. E-book. Disponível em: <http://www.tc.gc.ca/fra/securitemaritime/desn-arctique-unclos-685>. Acesso em: 12 jul. 2012b.



CIES INVASORAS ATRAVÉS DE ÁGUA DE LASTRO. 2012. E-book. Disponível em: <http://www.cep.unep.org/meetings-events/11th-igm/bw-convention-french.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2012c.

Disponível em: en.wikipedia.org. Acesso em: 25 ago. 2019. 1 figura. Disponível em: shutterstock.com. Acesso em: 25 ago. 2019. 2 figura.

HAYDEN, B. J.; INGLIS, G. J.; SCHIEL, D.R. Marine Invasions in New Zealand: a history of Complex Supply-Side Dynamics. Ecological Studies. Chapter 24. 2009.

HEWITT, C.L.; EVERETT, R.A.; PARKER, N. Examples of Current International, Regional and National Regulatory Frameworks for Preventing and

Managing Marine Bioinvasions. Ecological Studies. Chapter 19. 2009.

HOPKINS, G.A.; FORREST, B.M. Management options for vessel hull fouling: an overview of risks posed by in-water cleaning. International Council for the Exploration of the Sea. Oxford Journals. 2008.

IBAMA. Espécies exóticas invasoras: situação brasileira. Brasília: MMA. 2006. p. 24.

KOTINIS, M.; PARSONS, M. G. "Hydrodynamic Investigation of the Ballast- Free Ship Concept" Transactions SNAME, 115, to be presented at the Annual Meeting, November. 2007.

KOTINIS, M.; PARSONS, M. G. "Hydrodynamic Investigation of the Ballast- Free Ship Concept"



Transactions SNAME, 115, to be presented at the Annual Meeting, November. 2007. 10 figura.

KOTINIS, M.; PARSONS, M. G. “Hydrodynamic Investigation of the Ballast- Free Ship Concept” Transactions SNAME, 115, to be presented at the Annual Meeting, November. 2007. 11 figura.

KOTINIS, M.; PARSONS, M.G. Hydrodynamics of the ballast-free ship revisited. 2008.

MEDINA, et. al. A água de lastro e os seus riscos ambientais. São Paulo: ONG Água de lastro Brasil. 2009.

MINISTRY OF PRIMARY INDUSTRIES. Pests and Diseases. New Zeland. E-book. Disponível em: <http://www.biosecurity.govt.nz/pests>. Acesso em: 10 dez. 2013.

MINISTRY OF PRIMARY INDUSTRIES. Saltwater Organisms. New Zeland. E-book. Disponível em: <http://www.biosecurity.govt.nz/pests/salt-freshwater/saltwater>. Acesso em: 06 jan. 2014.

MMA. Indicadores da zona Costeira e Marinha. E-book. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/219/_arquivos/texto_indicadores_areas_prioritarias_219.pdf. Acesso em: 11 set. 2011.

NETO, A. de C. L. Convenção Internacional para Controle e Gestão de Água de Lastro. E-book. Disponível em: http://www.mma.gov.br/conabio/_arquivos/apresentao_gua_de_lastro. Acesso em: 31 ago. 2019. 4 figura.

NETO, A. de C. L. Conven-



ção Internacional para Controle e Gestão de Água de Lastro. E-book. Disponível em: http://www.mma.gov.br/conabio/_arquivos/apresentao_gua_de_lastro. Acesso em: 31 ago. 2019. 5 figura.

NETO, A. de C. L. Convenção Internacional para Controle e Gestão de Água de Lastro. E-book. Disponível em: http://www.mma.gov.br/conabio/_arquivos/apresentao_gua_de_lastro. Acesso em: 31 ago. 2019. 6 figura.

NETO, A. de C. L. Convenção Internacional para Controle e Gestão de Água de Lastro. E-book. Disponível em: http://www.mma.gov.br/conabio/_arquivos/apresentao_gua_de_lastro. Acesso em: 31 ago. 2019. 7 figura.

NETO, A. de C. L. Convenção Internacional para Controle e Gestão de Água de Lastro. E-book. Disponível em: http://www.mma.gov.br/conabio/_arquivos/apresentao_gua_de_lastro. Acesso em: 31 ago. 2019. 8 figura.

NUMATA, H. et al. On a Natural Ballast Water Exchange Method. Transactions. West-Japan Society of Naval Architects, No.104, pp.101-109. 2002.

PEREIRA, N. N. Alternativas de tratamento da água de lastro em portos exportadores de minério de ferro. 2012. Tese (Doutorado em Engenharia) – Departamento de Engenharia Naval e Oceânica. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2012.

PEREIRA, N. N.; BRINATI, H. L.; BOTTER, R. C. Uma aborda-



- gem sobre água de lastro. E-book. Disponível em: http://www.ipen.org.br/downloads/XXI/083_PE-REIRA_NEWTON_NARCISO.pdf. Acesso em: 04 mai. 2012.
- PYSEK, P.; RICHARDSON, D.M.; PERGL, J.; JAROSIK, V.; SIXTOVA, Z.; WEBER, E. Geographical and taxonomic biases in invasion ecology. *Trends in Ecology and Evolution*. 23(5). 2008. p. 237–244.
- REIS, E. G., et. al. Gestão de Água de Lastro. Rio de Janeiro: FURG, 2003.
- RIVERA, I. N. G.; LIPP, E. K.; GIL, A.; CHOOPUN, N.; HUQ, A.; COLWELL, R.R. Method of DNA extraction and application of multiplex polymerase chain reaction to detect toxigenic *Vibrio cholerae* O1 and O139 from aquatic ecosystems. *Environ. Microbiol.* 5 (7). 2003. p. 599–606.
- SEELIGER, U.; COSTA, C. S. B. Alterações de Hábitats Devido às Atividades Antrópicas na Costa Sul do Brasil. 2003. Anais do VI Congresso de Ecologia do Brasil, Fortaleza, 2003.
- SILVA, J. S. V. da; JUNQUEIRA, A. de O. R.; FERNANDES, F. da C. Espécies exóticas e críptogênicas do macrozoobentos do substrato consolidado da Baía de Sepetiba. In: E-book. Disponível em: <http://www.seb-ecologia.org.br/viiiiceb/palestrantes/Julieta.pdf>. Acesso em 17 jul. 2012.
- SILVA, J.S.V.; et. al.. Água de lastro e bioinvasão. In: Água de lastro e bioinvasão. SILVA, J.S.V.; SOUZA, R.C.C.L. (org.). 1. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2004, p. 1-10.



SOUZA, R.C.C.L., FERREIRA, C.E.L.; PEREIRA, R.C. Bioinvasão Marinha. In: PEREIRA, R.C.; GOMES, A. S. (org.). *Biologia marinha*, 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência. 2009.

SOUZA, L. C. de. *Águas e sua proteção*. 3. reimpressão. Curitiba: Juruá, 2011.

SOUZA, R.C.C.L.; FERNANDES, F.C.; SILVA, E.P. A study on the occurrence of the brown mussel *Perna perna* on the sambaquis of the Brazilian coast. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*. 13. 2003. p.3–24.

SOUZA, R.C.C.L.; FERNANDES, F.C.; SILVA, E.P. Distribuição atual do mexilhão *Perna perna* no mundo: um caso recente de bioinvasão. In: SILVA, J.S.V.; SOUZA, R.C.C.L. (org.). *Água de lastro e bioinvasão*. Rio

de Janeiro: Interciência, 2004. p. 157–172.

SOUZA, R.C.C.L.; SILVA, E.P.; FERNANDES, F.C. Sambaqui: um baú de preciosas informações. *Ciência Hoje*. 214. 2005. p. 72–74.

SOUZA, R. C. C. L. de, CALAZANS, S. H., SILVA, E .P. IMPACTO DAS ESPÉCIES INVASORAS NO AMBIENTE AQUÁTICO. Campinas: Sociedade Brasileira para o progresso da ciência. 2019. E-book. Disponível em: cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009. Acesso em: 17 ago. 2019.

STOVER, R. Pressure exchanger. In: *Proceedings AMTA/SCDA Joint Technology Transfer Workshop*. Corpus Christi. TX, Feb. 8-9. 2006. 3 figura.



ZANELLA, T. V. Água de Lastro: um Problema ambiental Global. Curitiba: Juruá, 2010.



ALTERNATIVAS DE TRATAMENTO DE ÁGUA DE LASTRO A BORDO DE NAVIOS

BALLAST WATER TREATMENT ALTERNATIVES ON BOARD SHIPS

Marcelo Muniz Santos¹

José Lucena da Rocha Neto²

Resumo: Casos de bioinvasão no Brasil, e no exterior vem ocasionando sérios problemas ambientais e econômicos de grande ordem. Casos como o do mexilhão dourado, o do mexilhão zebra, e o da estrela do pacífico Norte, entre outros ocasionou problemas econômicos na atividade pesqueira, e na indústria como casos de entupimentos em resfriadores, e manutenção em turbinas hidroelétricas. Há muito tempo ocorreu a epidemia de cólera, isso também devido ao transporte de lastro entre continentes. Tratamentos da

água de lastro em terra são bastante onerosos, e necessitam de um apoio logístico. Tratamento de água de lastro a bordo apesar de ter que haver uma alteração no projeto, e haver espaço físico na praça de máquinas aparenta ser uma excelente alternativa, inclusive já existem projetos sendo fabricados, e estes já foram aprovados pela IMO. Também existe a alternativa de reúso da água de lastro, através da dessalinização por osmose reversa, em que se obtém água doce que pode ser destinada para outros fins. O pre-

1 Centro de Instrução Almirante Graça Aranha (CIAGA)

2 Petrobras



sente trabalho tem como objetivo demonstrar os problemas advindos da bioinvasão, e alternativas de tratamento de água de lastro, e suas vantagens.

Palavras-chave: Bioinvasão. Lastro. Tratamento da água de lastro.

Abstract: Cases of bioinvasion in Brazil and abroad have been causing serious environmental and economic problems of great order. Cases such as the golden mussel, the zebra mussel, and the North Pacific star, among others, caused economic problems in the fishing activity, and in the industry, such as cases of clogging in coolers and maintenance in hydroelectric turbines. The cholera epidemic took place a long time ago, this was also due to the transport of ballast between continents. Onshore ballast water

treatments are quite costly and require logistical support. Ballast water treatment on board despite having to change the project, and having physical space in the engine room seems to be an excellent alternative, there are already projects being manufactured, and these have already been approved by the IMO. There is also the alternative of reusing ballast water, through desalination by reverse osmosis, in which fresh water is obtained that can be used for other purposes. The present work aims to demonstrate the problems arising from bioinvasion, and ballast water treatment alternatives, and their advantages.

Keywords: Bioinvasion. Ballast. Ballast water treatments.

Introdução

O transporte marítimo,



por ser um dos mais econômicos e práticos meios de transporte de mercadorias entre grandes distâncias, transporta cerca de 75% dos produtos mundiais, de acordo com a Secretaria de Comércio exterior (SECEX, 2011), o que corresponde, só no Brasil, a aproximadamente 95% das exportações, o equivalente a 217 bilhões de dólares, com grandes impactos causados pela renovação da água de lastro. Além de movimentar quase todo o seu comércio exterior pela via marítima, possui uma zona costeira de proporções continentais, além de contar com a maior biodiversidade do planeta.

O início da regulação das questões marítimas se deu a partir dos anos de 1950 com o incremento na frota mundial de navios pesqueiros, sendo que várias conferências internacionais trataram da preservação dos ma-

res. Neste sentido, a ONU instituiu a agência especializada para o estudo e desenvolvimento de normativas específicas com vistas a minimizar os riscos oriundos do despejo de água de lastro, chamada International Maritime Organization (IMO), criada, em Genebra, em 1948.

A IMO foi o primeiro organismo internacional encarregado de elaborar dispositivos ligados à segurança marítima. Sua sede foi e continua sendo no Reino Unido e, até hoje, é a única instituição especializada das Nações Unidas nesta matéria, contando atualmente com 167 países membros. É dirigida por uma Assembléia, que se reúne de dois em dois anos. Entre as sessões da Assembléia, o Conselho, composto por 40 governos, eleitos pela mesma Assembléia, faz as vezes de órgão diretor. A Organização Marítima Internacio-



nal classificou as águas de lastro entre as quatro maiores ameaças à vida dos oceanos, juntamente com a destruição dos habitats marítimos, a superexploração dos recursos do mar e a poluição marinha de origem terrestre.

De acordo com a International Maritime Organization (IMO, 2011) estima-se que 10 bilhões de toneladas de água de lastro são transferidas anualmente em todo o mundo, com o transporte de 3 mil espécies de plantas e animais por dia, sendo que no Brasil, este volume estima-se em 40 milhões de toneladas de água de lastro descarregado anualmente (DPC, 2011).

Definição de lastro

Para dar peso, manter a estabilidade e a integridade estrutural dos navios utiliza-se o chamado “lastro”. No início do

transporte marítimo, até 1880 aproximadamente, os navios usavam lastro sólido como pedra, sacos com areia ou terra. Ocorre que o lastro sólido gera instabilidade nas embarcações, principalmente nos movimentos de embarque e desembarque de mercadorias.

“Durante muitos séculos, foram usadas pedras ou tijolos. No Brasil muitas destas pedras, trazidas a bordo das caravelas portuguesas, foram aproveitadas para o calçamento de algumas ruas, como ocorreu na cidade de Parati. As pedras eram substituídas pelas riquezas do Brasil-colônia, que passavam a ser o lastro das embarcações rumo à Europa. Ficavam as pedras.” (KANESIRO, 2005, p. 79)

Assim, com a evolução de novas tecnologias e o aumento da capacidade dos navios passou-se a utilizar a água como lastro, com

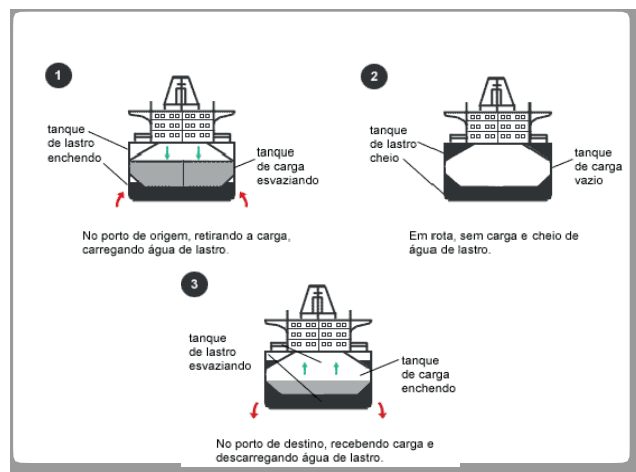


a sucção de águas nas mais variáveis condições e adversidades, situação que gera a poluição marítima através da água de lastro, a partir da transferência de espécies marinhas que ao serem lançadas, em habitats, diversos dos seus naturais poderão se tornar exóticas invasoras e causar severa degradação deste novo

meio em que estão inseridas.

Em suma, quando o navio se encontra no porto de origem, sem carga, ele é carregado com água de lastro, ao chegar ao seu porto de destino, ao receber a carga ele descarrega a água de lastro, conforme figura 1.

Figura 1 - Funcionamento de tanque de lastro visto a partir de um corte transversal do navio



Fonte: (PORTO DE SANTOS, 2009).

Problemas ambientais advindos da água de lastro

O primeiro registro sobre a introdução de espécies exó-

ticas por meio da água de lastro foi feito por ostenfeld em 1908, depois da ocorrência de uma floração de diatomácea *Odontella sinensis* no Mar do Norte, endê-



mica da costa tropical e subtropical do Indo-Pacífico. Felizmente essa ocorrência não trouxe, aparentemente, efeitos nocivos.

Acredita-se que a bactéria *Vibrio cholerae*, causadora da cólera, chegou à América latina por volta de 1894 através das águas derramadas de tanques de navios. Ao contrário de outras formas de poluição marinha, em que ações mitigadoras podem ser tomadas e o meio ambiente pode eventualmente se recuperar, a introdução de espécies marinhas é, na maioria dos casos, irreversível.

Mostram os estudos que a cada nove semanas, uma espécie marinha invade um novo ambiente em algum lugar do globo.

Espécies introduzidas em locais diferentes de sua origem são conhecidas como espécies invasoras, alienígenas, exóticas, estrangeiras, não-nativas

e não-indígenas (MEDEIROS, 2004). Deste modo, uma espécie invasora pode ser definida como aquela que foi transferida de um local para outro e conseguiu se estabelecer em um novo habitat.

O fenômeno da dispersão dos organismos vivos presentes na água de lastro é conhecido de longa data, mas só passou a ser, realmente, considerado nos anos 1970.

As espécies exóticas invasoras, de qualquer tipo e por qualquer vetor, são consideradas a segunda causa mundial de perda da diversidade biológica.



Figura 2 – Navio em operação de deslastro



Fonte: Convenção Internacional para Controle e Gestão de Água de Lastro. Disponível em: [www.mma.gov.br › conabio › _arquivos › apresentao_gua_de_lastro](http://www.mma.gov.br/conabio/_arquivos/apresentao_gua_de_lastro). Acesso em: 31 ago. 2019.

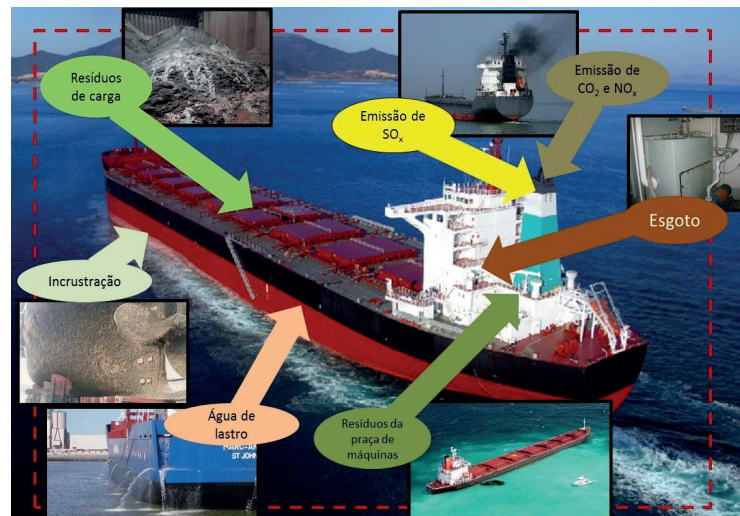
A introdução de espécies exóticas em comunidades naturais nas quais elas não existiam é, geralmente, mediada pela atividade humana e pode afetar tanto a biodiversidade – por causarem a perda de diversidade biológica podem ser considerados “poluentes biológicos” – quanto às atividades econômicas, com danos à atividade pesqueira, riscos sanitários, gastos com manutenção de turbinas em hidroelétricas, entre outros (CARLTON, 1985).

Apesar do esforço existente para produzir informações sobre o problema das bioinvasões

nas águas brasileiras, a maioria das publicações sobre as invasões nos ecossistemas aquáticos corresponde às ocorrências na América do Norte e Europa; em contrapartida, a África, o Oceano Índico, o sudoeste do Oceano Pacífico e a América Latina estão, ainda, pobremente documentados (PYSEK, et al., 2008).

De acordo com PEREIRA, 2012, os navios passaram também a ser um elemento altamente poluidor, conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Possíveis fontes de poluição do navio



Fonte: Adaptado de Royal Caribbean International (2006) Leemans (2004) e Sköld (2011)

Casos de bioinvasão e espécies invasoras

Mexilhão dourado ou Limnoperma Fortune

De acordo com Marcela Chauviere do Carmo, as espécies aquáticas invasoras mais preocupantes são os Mexilhões Dourado e o Zebra, o Caranguejo Verde, o Cólera, a Estrela do Mar do Pacífico norte, a alga Marinha asiática, a Água Viva, os Dinoflagelados, o Comb Jelly e a Espartina (CARMO, 2011). Serão apresentadas a seguir, algumas espécies identificadas.

Figura 4 – Ilustração do mexilhão dourado



Fonte: Disponível em: http://www.mma.gov.br/conabio/_arquivos/apresentao_gua_de_lastro. Acesso em: 31 ago. 2019

O caso brasileiro mais notável é do “Mexilhão dourado” ou *Limnoperna fortunei*. Trata-se de uma espécie nativa de rios e outros cursos d’água chineses e do sudeste asiático, que foi encontrada, pela primeira vez, na desembocadura do rio da Prata, na costa argentina, em 1991. Provavelmente, foi introduzido acidentalmente por água de lastro de navios de carga. Seu primeiro registro no Brasil foi no Rio Grande do Sul, em 1998, na área do Delta do Jacuí, em frente ao porto de Porto Alegre (MMA, 2012).

Em Itaipu, o mexilhão dourado alterou a rotina de manutenção das turbinas da UHE, levando à redução do intervalo entre as paralisações, com custos de quase US\$ 1 milhão a cada dia de paralisação do sistema. O molusco força mudanças nas práticas de pesca de populações tradicionais e funde motores de pequenas embarcações. No Pantanal Mato-grossense, o mexilhão dourado já foi encontrado na barriga de peixes.

“Mexilhão zebra”

Figura 5 – Ilustração do Mexilhão zebra



Fonte: Disponível em: pt.wikipedia.org. Acesso em: 25 ago. 2019

Internacionalmente, o caso mais notório é o do mexilhão Zebra.

O gênero, que comporta a espécie “mexilhão zebra”, é um dos problemas ambientais mais sérios dos EUA.

A importação involuntária do Mexilhão Zebra (*Dreissena Polymorpha*) em água de lastro de portos europeus de água doce, na década de 80, fez com que se proliferasse em excesso e que obstruísse redes de água industrial.

Conforme Débora Pestana da Silva, sua capacidade de obstruir tubulações causa um

prejuízo estimado de US\$ 5 bilhões anuais. Além disso, o “mexilhão zebra” pode causar modificações no ecossistema de rios e lagos e levar à extinção de muitas espécies aquáticas.

Cistos de dinoflagelados



Figura 6 – Ilustração de cistos de dinoflagelados



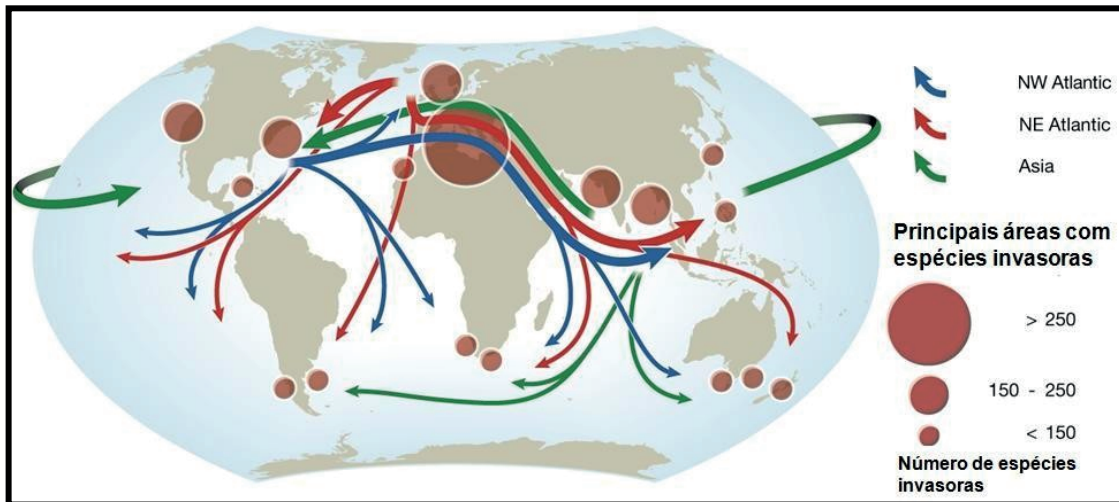
Fonte: Disponível em: repositorio.furg.br. Acesso em: 25 ago. 2019

Os cistos de dinoflagelados, encontrando condições favoráveis, germinam e se reproduzem intensamente, formando manchas coloridas, denominadas marés vermelhas. As toxinas produzidas contaminam os organismos aquáticos, e, além de muitos morrerem, os outros tornam-se, por certo período, impróprios para o consumo humano, o que causa grande prejuízo ao aquicultor. Embora as marés vermelhas sejam um fenômeno natural, se um navio capturar a água de lastro com essas algas tóxicas e transferi-las para outro

local, pode ocorrer o estabelecimento dessas espécies em novo ambiente.

Existem ainda outras espécies que não foram apresentadas neste trabalho, todavia, pesquisas estão sendo conduzidas por diversas universidades brasileiras com o objetivo de detectar espécies invasoras

Figura 7– Localização das espécies exóticas ao redor do mundo



Fonte: Adaptado de Globallast (2003)

De acordo com PEREIRA, 2012, a figura a seguir mostra as principais regiões invadidas por espécies exóticas no mundo.

Métodos de controle da bioinvasão

O uso de tintas anti-incrustantes não garante, na sua totalidade, que espécies não sejam transportadas por esse vetor, visto a eficiência desse recurso possuir tempo de validade e ser

testado geralmente em escala regional.

Além disso, existem várias partes de navios e plataformas onde a tinta não é aplicada, como por exemplo, ralos de aspiração e hélices. Adicionalmente, as docagens e raspagens das estruturas de plataformas são normalmente realizadas em locais distantes de onde operam, o que pode facilitar a introdução de espécies no novo ambiente (FERREIRA, GONÇALVES E COUTINHO, 2004). Deve-se



considerar, ainda, que grande parte das tintas anti-incrustantes são a base de TBT (tributil-estanho) e estão em processo de banimento mundial, sem que seja disponível, no presente, nenhuma alternativa eficaz e economicamente viável para esse produto (GOLLASCH, 2002).

Por fim, embora não seja uma estratégia adaptativa, mas uma contingência histórica, outro fator importante para o sucesso das espécies invasoras é o estado de depauperamento do ambiente invadido (COHEN e CARLTON, 1998). Ambientes poluídos, por exemplo, podem facilitar o crescimento de espécies invasoras que nessas condições, provavelmente, encontram um ambiente de menor competição (DUFFY et. al., 2000).

O tratamento da água de lastro para livrá-la de uma potencial espécie invasora constitui

um grande desafio que precisa ainda ser equacionado.

Alternativas de tratamento de água de lastro a bordo de navios

Atualmente, estão sendo desenvolvidas muitas tecnologias para tratamento da água de lastro a bordo dos navios, algumas ainda se encontram em fase de validação e outras ainda na fase conceitual. As principais tecnologias existentes atualmente são: filtração, hidrociclone, aquecimento, choque elétrico, irradiação por raios ultravioleta, aplicação de biocidas e desoxigenação. Cada alternativa de tratamento apresenta vantagens e desvantagens em relação a custo, manutenção, eficácia e impacto ambiental com o produto final gerado, mas pode-se afirmar que nenhuma delas apresenta uma solução definitiva



para o problema da bioinvasão (PEREIRA e BRINATI, 2008a).

Um dos principais fatores que onera a instalação destes sistemas a bordo do navio é o custo de aquisição e, bem como os, de manutenção e operação. Outro aspecto é a heterogeneidade de navios, com diferentes fins, diferentes sistemas a bordo e idade. Markovina et al., (2007) explicam que, por exemplo, navios petroleiros antigos, não foram projetados para a instalação de um sistema de tratamento da água de lastro a bordo, devido à escassez de espaço na sala de máquinas, características dos equipamentos empregados na época de construção, além da habilidade e treinamento da tripulação para lidar com as especificidades das tecnologias aplicadas ao tratamento a bordo do navio.

Serão apresentados alguns dos principais métodos de

tratamento da água de lastro:

Filtração

Através da filtração, pode-se remover zooplâncton (pequenos animais marinhos), grandes fitoplânctons (organismos vivos); contudo, este sistema não pode reduzir a concentração de muitos microorganismos. (SILVA e SOUZA, 2004) explicam que o processo de filtração é amplamente utilizado para impedir o acesso aos tanques de organismos maiores, embora muitos aspectos precisam ser adequados à filtração para remoção de espécies indesejadas na água de lastro;

Acordo IMO, 2002 explica que este processo é amplamente utilizado para impedir o acesso aos tanques de organismos maiores, que eventualmente, poderá não ocorrer.



Os sistemas de filtragem exigem a limpeza periódica, que pode ser manual ou automática. Em geral, este sistema apresenta não mais que 70% de eficiência no tratamento quando utilizado isoladamente (DARDEAU et al., 1995).

Acordo Saho et al., 2004 apresentaram o protótipo de um sistema de tratamento usando supercondução magnética em conjunto com a filtração para limpar a água de lastro de navios. Acordo (PEREIRA, 2012) o sistema projetado é capaz de tratar 100 m³ de água por dia. O processo consiste em misturar a água contaminada com imã pulverizado em conjunto com líquido floco- so, agitando a mistura até formar flocos magnéticos. Em seguida, a água é filtrada e a lama residual é armazenada. Acordo (PEREIRA, 2012) a conclusão da investigação é que 90% das partículas

presentes na água de lastro são retiradas em apenas 5 minutos; contudo novos testes estão sendo conduzidos para avaliar a real eficácia.

Radiação ultravioleta

A fonte primária de radiação ultravioleta é o sol, mas também pode ser emitida através de lâmpadas incandescentes e fluorescentes. O processo de tratamento consiste da irradiação de luz ultravioleta na água do mar captada pelo navio. A luz UV induz mudanças fotoquímicas nos organismos que irão quebrar as ligações químicas no DNA. Isto acarreta problemas na sobrevivência dos organismos, ou seja, ocorrem mutações levando-os a morte (MESBAHI, 2004). Nos navios, são instalados tubos de Teflon e as lâmpadas ultravioletas são fixadas externamente a estes



tubos. As lâmpadas emitem radiação em todas as direções e somente parte desta atinge o fluido que elimina os microorganismos. Salienta-se que este processo não tem o mesmo resultado para organismos maiores, por isso, em geral, busca-se combiná-lo com a filtração. Outro ponto importante é que sua eficiência se reduz com o aumento da turbidez da água (MESBAHI, 2004).

Ozônio

O ozônio é um gás alotrópico do oxigênio. O ozônio O₃ é um biocida usado no tratamento de água potável e em indústrias, não formando subprodutos tóxicos em água doce. O ozônio é certamente um poderoso agente, que rapidamente destrói vírus e bactérias, incluindo esporos, quando usado como desinfetante nos tratamentos de água conven-

cional (BROWN e CALDWELL, 2007). O ozônio é produzido através de um gerador que consiste, basicamente, em um tubo (dielétrico), no qual passa o oxigênio, e no qual uma descarga elétrica constante (efeito carona), gerada através de um transformador nele existente, transforma a molécula de oxigênio (O₂) em uma molécula de ozônio (O₃) (CALIFORNIA ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2002).

Assim, o ozônio é mesclado na água. O efeito biológico depende da concentração e do período de exposição. Longos tempos de contato com ozônio garantem uma alta taxa de mortalidade (KAZUMI, 2007). Em sistemas industriais o ozônio é inserido na água através de borbulhamento, o que confere maior eficiência ao processo (MESBAHI, 2004).

Com uma aplicação de

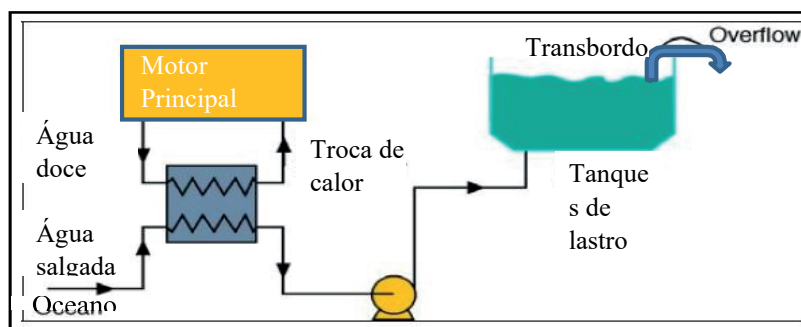


gás de ozônio no tratamento de água de lastro obteve-se aproximadamente 89% de eliminação do fitoplâncton presente na água. Além disso, o sistema reduziu o nível de clorofila presente na água. O O₃ causa uma significativa redução no Redox (indicador oxidação-redução) e, como consequência, produz a corrosão do metal, revestimentos e na vedação (MESBAHI, 2004).

Aquecimento

O tratamento térmico tem sido exaustivamente testado, mas não há certeza da temperatura ideal para eliminar todos os microorganismos, contudo, sugere-se eliminação ocorra a partir de 40° C (TSOLAKI e DIAMADOPOULOS, 2010). Este procedimento está esquematizado na Figura 16. Basicamente, todas as alternativas térmicas buscam captar o calor gerado pelas máquinas do navio para aquecer a água de lastro (RIGBY, 1994).

Figura 8 - Sistema de tratamento térmico



Fonte: Pereira e Brinati (2008) adaptado de Rigby (1994)

Acordo (PEREIRA, 1994) que recomenda utilizar (PEREIRA, 2012) este sistema foi originalmente proposto por (RIGBY, 1994) que recomenda utilizar o calor gerado pelas máquinas principais e pelo sistema de refri-



geração de água do navio. Existe em um navio muito calor disponível para aquecer uma grande quantidade de água. Encanamentos adicionais seriam necessários para bombear a água do lastro através dos trocadores de calor existentes. Estão em progresso investigações relacionadas com a temperatura do tratamento e o tempo necessário, para matar ou deixar inativos determinados organismos (TAYLOR, 1995).

(RIGBY, 1994) estimou que para aquecer 50.000 t de água de lastro do navio Iron Whyalla de 30°C para 45°C, durante a operação de lastro e deslastro seria necessário que o navio tivesse uma potência instalada de 70 MW, sendo que a potência das máquinas instalada no navio era de 13,7 MW. O tempo necessário para tratar este volume de água é de aproximadamente cinco dias. Além disso, para garantir a efici-

ência do sistema, a água de lastro aquecida deve ficar retida por algumas horas nos tanques antes de ser descartada. (RADAN e LOVRIC, 2000) explicam que para o tratamento ser eficaz a água deve ficar no mínimo por cerca de 7 horas, a uma temperatura variando entre 40°C e 45°C dentro do tanque de lastro. Contudo, o grande problema é manter a temperatura da água uniforme por longo tempo no mar.

Biocidas

Os biocidas são utilizados para tratamento da água e podem ser eficientes no tratamento dos microorganismos. O biocida mais conhecido é o cloro, empregado no tratamento de água e esgoto. A eficiência do cloro está relacionada com o pH neutro. Em geral, costuma-se neutralizar a água antes da apli-



cação do cloro. Como a água do mar apresenta pH alcalino, ou seja, em torno de 8, este é um dos principais problemas da utilização do cloro como tratamento. Em contato com o cloro, a água do mar produz trihalometanos. Este composto, gerado a partir da mistura do cloro com os organismos presentes na água de lastro, é classificado como cancerígeno (SILVA e FERNANDES, 2004).

O uso de biocidas pode causar câncer e desenvolver problemas reprodutivos nos animais (BALLAST WATER BIOCIDES INVESTIGATION PANEL, 2002).

Além disso, o uso destas substâncias coloca em risco a tripulação que manuseia estes compostos.

Acordo (PEREIRA, 2012) contudo, dependendo da situação, o cloro pode ser uma alternativa, principalmente em casos

de acidentes com navio, quando ocorrer vazamento ou liberação de água de lastro de locais de alto risco. Waite et al. 2000 apresentaram o caso de um acidente que aconteceu com o navio petroleiro M/T Igloo Moon próximo a Miami em 1996. A água de lastro do navio precisava ser retirada para manter a flutuabilidade do navio. Contudo o lastro tinha sido captado em uma região de alto risco e o local em que o navio estava fundeado era de corais sensíveis. A solução encontrada foi tratar a água de lastro com cloro antes de lançá-la no local.

SILVA e FERNANDES, 2004, realizaram um experimento com cloro a bordo do navio graneleiro Frotargetina, em junho de 2000, no Porto do Forno em Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, em quatro tanques de lastro do navio. Os resultados indicaram uma redução de 70% da



quantidade de fitoplâncton presente na água de lastro do navio.

ZHANG et al., 2004, conduziram testes na China com amostras de água de lastro de vários locais e concluíram que a taxa de mortalidade de fitoplâncton foi da ordem de 80%, em aproximadamente 120 horas de contato da água com o produto, numa concentração de 1,55 mg/l. Os autores indicam que, ao invés de usar cloro, deve ser utilizado neste processo o dióxido de cloro, que não produz trihalometanos, sabor ou odores desagradáveis e ainda pode ser usado em qualquer pH.

Desoxigenação

Este processo consiste, basicamente, em inserir gás inerte via orifícios em tubulações que estão distribuídas no fundo dos tanques de lastro dos navios.

O gás inerte padrão gerado nos navios é composto de 84% de nitrogênio, de 12- 14% de CO₂ e 2% de oxigênio. Assim, este gás é inserido na água de lastro e o resultado é a falta de oxigênio na água, devido ao alto nível de CO₂ e à redução do pH de 8 para 6, o que leva a morte dos organismos presentes na água de lastro (HUSAIN et al., 2004).

A privação do oxigênio (ou a desoxigenação) é tóxica para peixes, larvas de invertebrados e bactérias aeróbias, mas é ineficaz contra as bactérias anaeróbicas e os estágios de cisto e esporo, incluindo cistos dos dinoflagelados. Assim, a desoxigenação é somente uma solução parcial para matar uma escala de espécies aquáticas encontradas na água de lastro.

(HUSAIN et al., 2004) concluíram que a utilização de gás inerte neste processo pode



matar 95% das espécies de fitoplâncton, zooplâncton, microalgas e invertebrados na água de lastro. O sistema de tratamento pode ser realizado com o navio atracado no píer ou totalmente automatizado enquanto o navio estiver navegando.

É necessária a instalação de múltiplos sensores dentro do tanque para monitorar o nível de pH e oxigênio. (MESBAHI, 2004) estimou que o custo de instalação deste sistema em um navio tanque, com 300.000 DWT e oito tanques de lastro, seria na ordem de US\$ 3 milhões.

Eletricidade

Várias técnicas estão sendo desenvolvidas para aplicação de energia elétrica na água de lastro. A porcentagem de esterilização da água aumenta conforme a intensidade da “corrente elé-

trica” SILVA e FERNANDES, 2004, e LEFFLER et al., 2008, explicam que o processo de eletro-ionização da água de lastro aumenta a mortalidade de organismos acima de 95%. Os autores instalaram um protótipo em um navio e realizaram o teste. Constatou-se que houve uma redução de 95% do total de bactérias presentes na água. No caso dos protistas (algas e protozoários) a eficiência foi de 90%.

DANG et al., 2004, conduziram testes de eletrólise na água de lastro. Os autores identificaram em laboratórios vários tipos de espécies presentes na água de lastro. Em seguida, iniciaram o tratamento aplicando corrente elétrica na água. O resultado indicou que foi possível eliminar quatro tipos de algas diferentes, com uma concentração inicial de cloro de 4 ppm. A mortalidade total do fitoplâncton foi de 72% e



das bactérias 99%.

De acordo com PEREIRA, 2012, outra opção que se encontra em fase inicial de estudo consiste em transferir pulsos elétricos através de eletrodos para a água de lastro, que eletrocuta os microorganismos. Estima-se que o custo para instalação do sistema é da ordem de US\$ 350.000, além de um custo de US\$150 por hora de operação. Contudo, como se encontra em fase de estudo, os custos associados a esta tecnologia podem sofrer alterações (FACT SHEET 14, 2005).

De acordo com PEREIRA, 2012, a tecnologia de pulso de campo elétrico está sendo investigada como um meio de impedir a bioincrustação na entrada dos encanamentos de água em navios e em sistemas na costa. A água circula entre dois eletrodos de metal e é sujeita a um pulso elétrico com duração na ordem

de um microssegundo, com 15 KV até 45 KV aplicados aos eletrodos (TSOLAKI e DIAMADOPOULOS, 2010).

MESBAHI, 2004, explica que a mortalidade de espécies de zooplâncton em todos os testes conduzidos com esta técnica nos EUA foi da ordem de 40%. Além disso, alcançou-se um nível de redução de 71% de clorofila. Não houve incremento de corrosão no revestimento e vedação do casco.

Hidrociclones

O tratamento com hidrociclones é um sistema que está sendo proposto, em conjunto com a filtração, para separação dos microorganismos da água através da geração de pequenos ciclones, que têm por objetivo separar os elementos mais pesados do que a água (KAZUMI, 2007; LLOYD'S REGISTER, 2007).

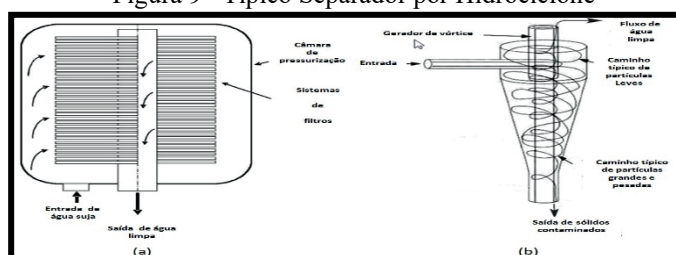


De acordo com PEREIRA, 2012, o funcionamento deste sistema consiste no direcionamento do fluxo captado pela tomada d'água para o centro do equipamento, que é uma região cônica, até seu local de saída do lado oposto da entrada. Através de um vórtice criado no centro do equipamento, os sólidos contidos no fluido são removidos através de pequeno tubo de descarga lo-

calizado no fundo do separador.

Para assegurar que a pressão no fundo seja suficiente para separar os sólidos suspensos na água, existe uma válvula que regula a pressão durante a utilização do equipamento (DOBROSKI et al., 2007). Este sistema está esquematizado na Figura 9.

Figura 9– Típico Separador por Hidrociclone



Fonte: Lloyd's Register (2007)

Algumas considerações importantes sobre este método de acordo com LLOYD'S REGISTER, 2007:

a) O hidrociclone pode ser instalado verticalmente, quando possível com a en-

trada na posição superior. Pode também ser instalado inclinado se houver limitações de espaço, mas a eficiência pode ser menor quando posto na horizontal;

b) É recomendada a utilização de filtros com 3/8" de

diâmetro na tomada d'água para remover grandes organismos presentes na água;

c) Este sistema pode ser instalado sozinho no navio, ou em pequenos grupos em paralelo, que pode ser acionado em função do volume e do tanque que receberá a água de lastro.

(RÖPELL e MANN, 2003) conduziram testes utilizando-se de um sistema misto com hidrociclones e filtração. Os testes foram realizados em unidades em terra nos seguintes locais: mar Báltico, Porto de Hamburgo e no Rio Elba. Os testes foram realizados durante quatro semanas e foram coletadas amostras de água de lastro de navios que operavam nestas regiões. Os resultados indicaram que a eficiência do sistema foi 80% para organismos <100 µm e de 97% para >100 µm.

Ultra som

Este método consiste, basicamente, da emissão de ondas sonoras na água com objetivo de eliminar os organismos presentes na água de lastro (TSOLAKI e DIAMADOPOULOS, 2010). De acordo com (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1996), o ultrassom, em frequências e escalas de potência apropriadas, destrói micro-organismos nos líquidos por meio de esforços mecânicos localizados, resultantes da cavitação. Acordo (PEREIRA, 2012) sistemas de tratamento ultrassônicos usam transdutores para gerar compressões e rarefações alternadas no líquido a ser tratado. A cavitação resultante é influenciada pela frequência, densidade da potência, tempo de exposição, e pelas propriedades físicas e químicas do líquido. As melhores frequências



para destruição dos micro-organismos situam-se na escala mais baixa de frequências ultrassônicas, de 15 a 100 quilohertz. A aplicação do tratamento de ultrassom em grandes volumes de líquido apresentou resultados variados.

A eficácia do tratamento diminui com o aumento da distância do transdutor, pois a densidade de energia no líquido diminui. A eficácia do tratamento ultrassônico aumenta com tempo de exposição e pode também ser influenciada pelos efeitos de ressonância devido à geometria do recipiente (SASS et al., 2005).

Sistemas de tratamento aprovados pela IMO

De acordo com PEREIRA, 2012, atualmente, existem alguns fabricantes que já obtiveram todas as certificações e

foram aprovados pela IMO a fornecer sistemas de tratamento para serem instalados a bordo dos navios. Grande parte destes sistemas utiliza as técnicas apresentadas acima, sendo que muitos deles fazem uso misto de técnicas para aumentar a eficiência do tratamento. Os principais sistemas e fabricantes são:

- a) Venturi Oxygen Stripping®, NEI Treatment systems, LLC;
- b) SEDNA®, Hamann AG;
- c) PureBallast, Alfa Laval AB;
- d) Hyde Guardian™, Hyde Marine (Lamort Group);
- e) Ecochlor, Ecochlor Inc.

A seguir serão apresentadas, sucintamente, as características de cada um destes siste-



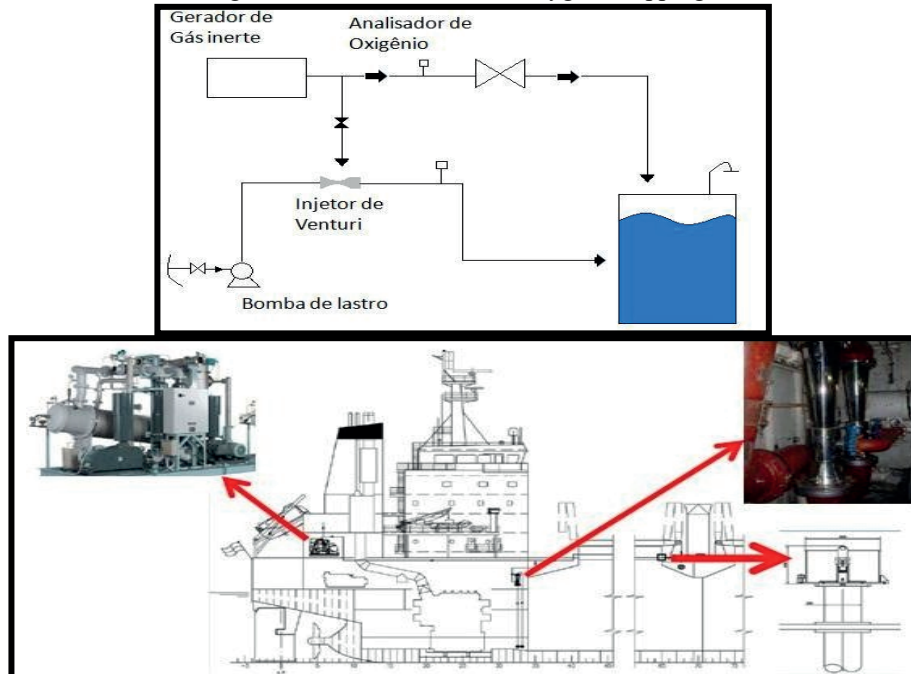
mas.

Venturi Oxygen Stripping®

De acordo com PEREIRA, 2012, o sistema Venturi Oxygen Stripping® - VOS foi desenvolvido e patentado pela NEI Treatment Systems, LLC. Este é um sistema em linha que mistura gás inerte (nitrogênio com pequenas quantidades de dióxido de carbono e oxigênio) direta-

mente na água de lastro. O gás é misturado com a água de lastro usando um injetor tipo Venturi que cria micro bolhas onde o oxigênio dissolvido é rapidamente misturado no ponto de entrada do gás (Figura 10). Por causa da adição de dióxido de carbono na solução formam-se ácidos carbônicos e carboxílico, assim o pH da água é tratado e reduzido para ficar entre 5,5 e 6 (TAMBURRI e HUYBREGTS, 2005).

Figura 10 – Sistema Venturi Oxygen Stripping®



Fonte: Adaptado de Tamburri e Huybregts (2005) e Schnack et al. (2009)



De acordo com PEREIRA, 2012, os elementos que compõem este sistema são: gerador de gás, injetores Venturi, sopradores de gás, sistema de refrigeração das bombas de água, válvulas e disjuntores. Este sistema foi homologado pela IMO em 2008.

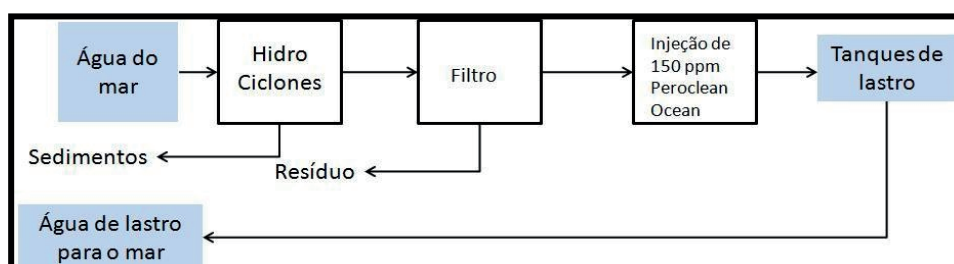
SEDNA®, Hamann AG

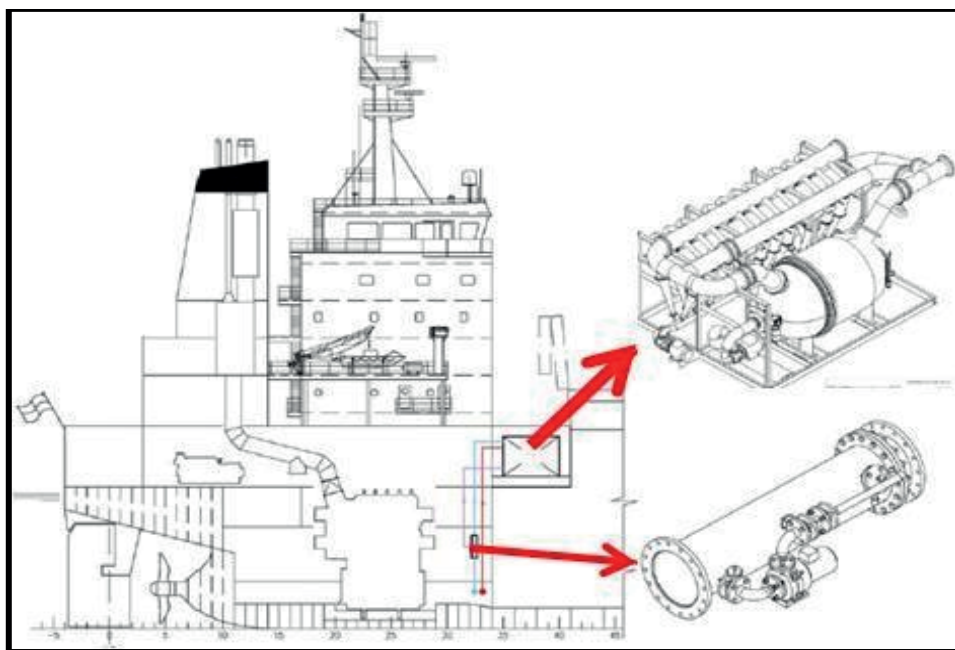
De acordo com PEREIRA, 2012, o sistema SEDNA® foi desenvolvido e patentado

pela Hamann AG. O tratamento da água de lastro através deste sistema consiste de três etapas:

- a) Primeiro a água de lastro é captada e passa por um conjunto de hidrociclones;
- b) Na sequência a água é filtrada através de um conjunto de filtros e;
- c) Por fim é injetado ácido peróxido na água, conforme mostrado na Figura 11.

Figura 11 – Sistema SEDNA®





Fonte: Adaptado de Schnack et al. (2009)

Os elementos que compõem este sistema são:

a) Dois estágios de filtração, hidrociclone, injetor químico, ácido peróxido;

b) Filtros, tanques para substâncias ativas, seção de mistura e painel de controle. Este sistema foi homologado pela IMO em 2008.

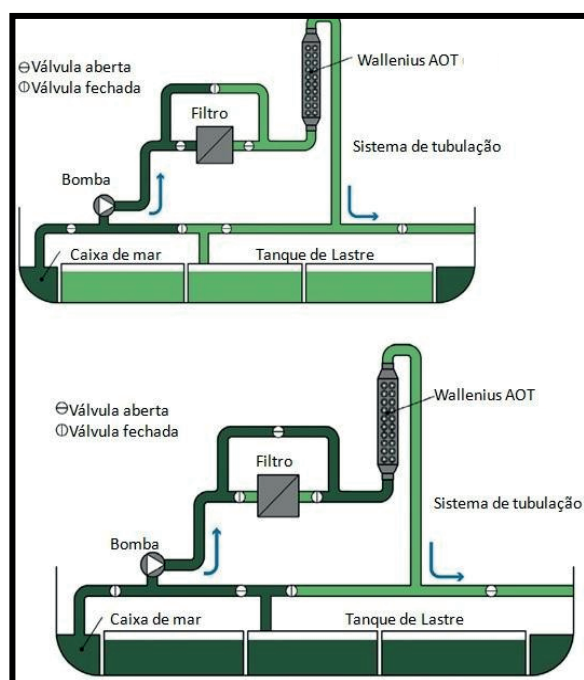
PureBallast, Alfa Laval AB

De acordo com PEREIRA, 2012, o sistema PureBallast® foi desenvolvido e patentado pela Alfa Laval AB. Este sistema foi concebido para operar no lastro e no deslastro do navio. Durante o lastro, a água passa por um filtro de 50 microns para remover quaisquer partículas maiores e organismos. A água segue até a unidade de Advanced Oxidation Technology - AOT Wallenius, que se utiliza de um

sistema de radiação UV para produzir radicais livres que quebram os organismos que passaram pelo filtro. Quando a água é despejada para fora dos navios passa nova-

mente pela Wallenius unidade AOT, neutralizando a água novamente, conforme mostrado na Figura 12.

Figura 12 – Sistema PureBallast ®



Fonte: Adaptado de www.alfalaval.com

De acordo com PEREIRA, 2012, os elementos que compõem este sistema são: filtros, sistema de radiação UV com câmaras de reator com catalisador (dióxido de titânio), painéis de

energia para reatores, unidade de limpeza para as lâmpadas, medidor de vazão e painel de controle. Este sistema foi homologado pela IMO em 2007.



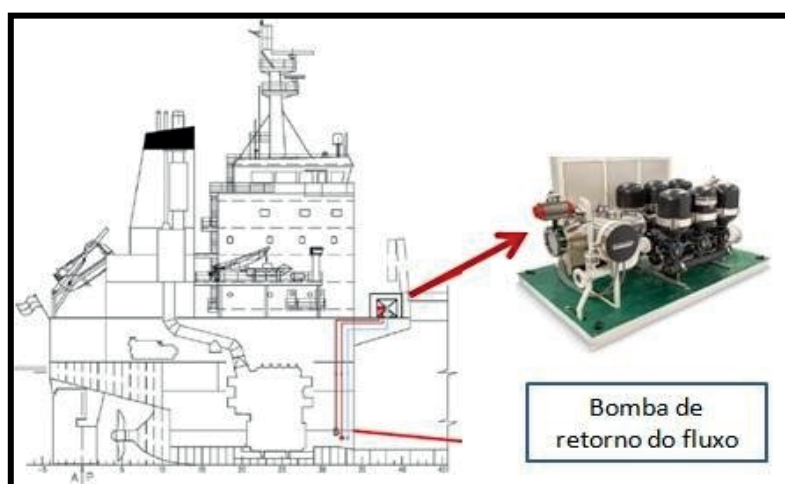
Hyde Guardian™, Hyde Marine (Lamor Group)

De acordo com PEREIRA, 2012, o sistema Hyde Guardian™ ® foi desenvolvido e patentado pela Hyde Marine (Lamor Group). Este sistema foi desenvolvido para operar no lastro e no deslastro do navio. Durante o lastro, a água passa por um filtro de 50 microns para remover quaisquer partículas maiores e organismos. A água segue até a unidade que gera radiação UV. O sistema UV utiliza lâmpa-

das de média pressão orientadas perpendicularmente ao fluxo da água para aumentar a eficiência do tratamento e reduzir o tamanho do sistema.

De acordo com PEREIRA, 2012, a forma de operação do sistema é análoga ao sistema anterior, pois na operação de deslastro a água passa pelo sistema UV novamente. A Figura 13 mostra o sistema instalado a bordo do navio Mercury (HYDE GUARDIAN™, 2010).

Figura 13 – Sistema Hyde Guardian™ instalado a bordo do navio Mercury



Fonte: Adaptado de www.hydemarine.com



JOURNAL OF INTERDISCIPLINARY
DEBATES

De acordo com PEREIRA, 2012, os elementos que compõem este sistema são: filtros, sistema de radiação UV, painéis de energia para reatores, unidade de limpeza para as lâmpadas, medidor de vazão e painel de controle energia. Este sistema foi homologado pela IMO em 2008.

Ecochlor, Ecochlor Inc.

De acordo com PEREIRA, 2012, o sistema Ecochlor® foi desenvolvido e patentado

pela Ecochlor, Inc. Este sistema foi desenvolvido para operar durante a operação de lastro do navio, em que a água segue até a unidade de filtração. A água, depois de filtrada, é direcionada para um sistema de injeção de dióxido de cloro. Após a aplicação do gás a água segue para o tanque de lastro. Uma das características do dióxido de cloro é a rápida dissipação, sendo ambientalmente aceitável. A Figura 14 ilustra o sistema de tratamento.

Figura 14 – Sistema Ecochlor



Fonte: www.ecochlor.com

Estação de tratamento móvel

De acordo com PEREIRA, 2012, uma possibilidade de tratar a água de lastro é através de estações móveis (navios/barcaças).

Elas podem tratar a água dos navios que não dispõem de instalações de tratamento a bordo, ou mesmo captar a água de lastro do navio e transportá-la para uma unidade de tratamento costeira, conforme proposto por (HALLEGRAEFF, 1993; CARLTON et al., 1995; BROWN e CALDWELL, 2007).

Isto exigiria o transporte de grandes quantidades de água de lastro através de grandes portadores de carga (PEREIRA e BRINATI, 2008b). Este tipo de transporte pode ser realizado através de barcaças oceânicas ou até mesmo navios petroleiros desativados e adaptados para este

tipo de operação. Como é uma exigência mundial que os navios que transportem substâncias tóxicas tenham casco duplo, muitos navios com idade avançada deixaram de fazer estas viagens e ficaram fora de operação. Deste modo, eles poderiam ser utilizados para realizar este tipo de serviço.

De acordo com PEREIRA, 2012, a vantagem deste sistema é que os portos podem ter uma ferramenta de controle, ou seja, estariam implementando barreiras de entrada e oferecendo um serviço aos navios que não podem receber sistemas de tratamento a bordo. Este sistema possibilita que o agente portuário faça um controle dos volumes de água de lastro despejados por cada navio, bem como tenha condições de validar seu tratamento e garantir que na sua área de influência a água de lastro lançada



é tratada. Além disso, abre-se a oportunidade para criar um novo serviço portuário, como ocorre com a operação de bunker, dragagem entre outras. Cabe salientar que, neste caso, existe a necessidade de uma regulação para deliberar sobre a operação comercial do Translastro.

Acordo (PEREIRA, 2012) em último caso, se o porto não deseja instalar estações em terra, ele pode coletar a água do navio em unidade móvel sem tratamento e despejar em alto mar para garantir o cumprimento das regras. Obviamente, nestes casos, deve ser realizado um estudo de viabilidade econômica.

(GOLLASCH et al., 2007) sugerem que esta opção seja apenas aplicável em circunstâncias especiais, por exemplo, em portos com limitações de berços, semelhantes aos portos de exportação de óleo em que um

ou dois navios podem atracar a contra bordo e operar ao mesmo tempo.

Acordo Pereira 2012, Cabe frisar que em dezembro de 2017 cerca de 7 portos da Europa já podem se utilizar dos serviços móveis de tratamento de água de lastro oferecidos pela Damen (Figura 15).



Figura 15 – Sistema de tratamento móvel da Damen Invasave



Fonte: DAMEN (2017)

Acordo Pereira 2012, os portos dotados do sistema segundo a empresa são Rotterdam, Amsterdam, Brest, Dunkerque, Vlissingen, Den Helder, Stellingen e Harlingen.

Isso mostra que existem outras possibilidades de analisar o problema, bem como, encontrar soluções para operação dos navios nos portos, no que se refere ao controle da água de lastro.

Tratamento de água de lastro em terra

Dentre as principais críticas sobre o tratamento em terra, uma delas é que os terminais podem ter perda de capacidade operacional, em função de atrasos e paradas no carregamento dos navios, resultantes do deslastro (CAPA, 2000). Outra é sobre os elevados custos de instalação, adaptação dos berços para recepção da água de lastro que refletirão em maiores custos para o tratamento em \$/m³ (DAMES e MOORE, 1999; CALIFORNIA STATE LANDS COMMISSION - CSLC, 2010). Outro ponto, é



que esse tratamento deve ser viável principalmente para portos de pequeno porte, que operam com poucos navios por ano (CSLC, 2010).

Conclusão

Atualmente usa-se métodos de troca de água de lastro como o principal controle da bioinvasão. Estuda-se meios de tratamento de água de lastro em terra, e a bordo de navios, como também estuda-se o reúso desta água.

Como exposto neste trabalho, já existem estudos para outros tipos de tratamento de água de lastro em que se tenha um rendimento de 100% de aproveitamento. Também já existem sistemas de tratamento de água de lastro a bordo fabricados e aprovados pela IMO.

Tratamento de água de

lastro em terra ainda é bastante oneroso, o que faz com que se foque no tratamento da água de lastro a bordo, e nos procedimentos de troca de água de lastro, porém para que se possa instalar estes modelos de tratamento de água de lastro a bordo necessita-se da alteração do projeto estrutural dos navios, e disponibilidade de espaço físico para instalação dos equipamentos na praça de máquinas.

Neste trabalho mostra que estudos estão sendo feitos para que se obtenha um procedimento em que não se afete a estrutura da embarcação, e que toda a água de lastro venha a ser trocada com total eficiência, porém necessita-se alteração no projeto, além de fazer modificações na estrutura das embarcações, tais como aumento do costado, localização dos tanques de lastro, entre outros.



Referências

BRASIL. [(Resolução A.868(20) – IMO)]. Diretrizes para o Controle e Gerenciamento da Água de Lastro dos Navios, para Minimizar a Transferência de Organismos Aquáticos Nocivos e Agentes Patogênicos. Diretoria de Portos e Costas. 1997.

BROWN e CALDWELL. Port of Milwaukee Onshore Ballast Water Treatment– Feasibility 6 Study Report. Prepared for the Wisconsin Department of Natural Resources. Brown and 7 Caldwell, Milwaukee, WI. 2007. 114 p.

CALIFORNIA ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - CAPA. Evaluation of Ballast Water Treatment Technology for Control of 14 Nonindi-

genous Aquatic Organisms. State Water Resources Control Board, Sacramento, CA. 2002. 70 p.

CALIFORNIA STATE LANDS COMMISSION - CSLC. Draft 2010 Assessment of the Efficacy, Availability and Environmental Impacts of Ballast Water Treatment Systems for Use in California Waters. California State Lands Commission, Sacramento, CA. 2010. 149 p.

CARLTON, J.T. Transoceanic and inter-oceanic dispersal of coastal marine organisms: the biology of ballast water. Rev. 23. Oceanogr. Mar. Biol. 1985. p. 313–317.

CARLTON J.T., et al. Transoceanic and inter-oceanic dispersal of coastal marine organisms: The biology of ballast water. Oceanography and Marine Biology: an



Annual Review. v.23. 1995.

CARMO, M. C. do Água de Lastro. E-book. Disponível em: <http://www.aguadelastrobrasil.org.br/arquivos/Marce-la%20Chauviere%20do%20Carmo%20%C3%a1gua%20de%20lastro.pdf>. Acesso em: 15 out. 2011.

COHEN, A. N.; CARLTON, J.T. Accelerating invasion rate in a highly invaded estuary. Science 279. 1998. p. 555–558.

Convenção Internacional para Controle e Gestão de Água de Lastro. E-book. Disponível em: [www.mma.gov.br > conabio > _arquivos > apresentao_gua_de_lastro](http://www.mma.gov.br/conabio/arquivos/apresentao_gua_de_lastro). Acesso em: 31 ago. 2019. 2 figura.

DAMES & MOORE. Phase I Final Report Ballast Water Exchange and Treatment. A Report

29 for the California Association of Port Authorities, Pacific Merchant Shipping Association, 30 Steamship Association of Southern California, and Western States Petroleum Association. 31 Dames and Moore, San Francisco, CA. 1999.

DANG, K. et al. Application study of ballast water treatment by electrolyzing seawater. In: Matheickal JT, Raaymakers S (eds), Second International Symposium on Ballast Water Treatment. International Maritime Organisation, London, UK, 2004. 103-110 p.

DARDEAU, J.R. et al., Zebra mussel control with backwash filtration Waterpower. Proc int Conference on Hydropower 2, p. 1256-1264. 1995.

Disponível em: <http://www.mma.gov.br>



gov.br > conabio > _arquivos > apresentao_gua_de_lastro. Acesso em: 31 ago. 2019. 4 figura.

Disponível em: pt.wikipedia.org. Acesso em: 25 ago. 2019. 5 figura.

Disponível em: repositorio.furg.br. Acesso em: 25 ago. 2019. 6 figura.

Disponível em: www.alfalaval.com. 12 figura.

Disponível em: www.hydemarine.com. 13 figura.

Disponível em: www.ecochlor.com. 14 figura.

DOBROSKI, N. et al. Ballast water treatment technology testing guidelines. The California State Land Commission. Marine Invasive Species Program. 2007.

DPC. E-book. Disponível em: <http://www.dpc.mar.mil.br/>. Acesso em: 11 set. 2011.

DUFFY, M.A.; PERRY, L.J.C.; KEARNS, M.; WEIDER, L.J.; HAIRSTON, N.G. Paleogenetic evidence for a past invasion of Onondaga Lake, New York, by exotic *Daphnia curvirostris* using mtDNA from dormant eggs. *Limnol. Oceanogr.* 45. 2000. p. 1409–1414.

FACT SHEET 14. Ballast water treatment. 2005.

FERREIRA, C.E.L.; GONÇALVES, J.E.A.; COUTINHO, R. Cascos de navios e plataformas como vetores na introdução de espécies exóticas. In: SILVA, J.S.V. e SOUZA, R.C.C.L. (org.). *Água de lastro e bioinvasão*, Rio de Janeiro: Interciência. 2004. p.



143–155.

GLOBALLAST WATER MANAGEMENT PROGRAMME. On guidelines and standards for ballast water sampling. Monograph. 2003. 7 figura.

GOLLASCH, S. The importance of ship hull fouling as a vector of species introductions into the North Sea. *Biofouling* 18(2). 2002. p. 105–121.

GOLLASCH, S. et al. Critical review of the IMO international convention on the management of ships' ballast water and sediments. *Harmful Algae*, 6, 2007. 585–600.

HALLEGRAEFF, G.M. A review of harmful algal blooms and their apparent global increase. *Phycologica* 32. 1993. 79–99 p.

IMO. E-book. Disponível em: <http://www.imo.org/Pages/home.aspx>. Acesso em: 11 set. 2011.

KANESIRO, A. F. S. dos. Meio ambiente – Água de Lastro. In: FREITAS, V. P. de. (org.). *Direito Ambiental em Evolução*. Curitiba: Juruá, 2005.

KAZUMI, J. *Ballast Water Treatment Technologies and Their Application for Vessels Entering the Great Lakes via the St. Lawrence Seaway*. University of Miami. 2007.

LEEMANS, E. “Clean Shipping: The Way Ahead for a Sustainable Maritime Industry”. *Maritime Review*. Autumn. 36-38 p. 2004. 3 figura.

LEFFLER, C.E.B. et al. *Ballast Water Processing System utili-*



zing several advanced oxidation concepts and neutralization techniques. International ballast conference Singapore. 2008.

LLOYD'S REGISTER. Ballast Water Treatment Technology. Lloyd's. Register Life Matters. 2007.

LLOYD'S REGISTER. Ballast Water Treatment Technology. Lloyd's. Register Life Matters. 2007. 9 figura.

MEDEIROS, D. de S. Avaliação de risco da introdução de espécies marinhas exóticas por meio de água de lastro no Terminal Portuário de Ponta Ubu. Espírito Santo: IPT. 2004.

MESBAHI, E. Latest results from testing seven different technologies under the EU MARTOB project - Where do we stand now?

In: Matheickal JT, Raaymakers S (eds), Second International Symposium on Ballast Water Treatment. International Maritime Organisation, London, UK, 2004. 210-230 p.

MMA. E-book. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/seguranca-quimica/agua-de-lastro/mexilhao-dourado>. Acesso em: 15 jul. 2012.

MOUNTFORT, D. et al. Heat treatment of ship's ballast water: Development and Application of Model Based on Laboratory Studies. Globallast. 2003.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC) MARINE BOARD. Stemming the Tide: Controlling Introductions of Nonindigenous Species by Ships' Ballast Water. Committee on Ships' Ballast Operations, Mari-



ne Board, Commission on Engineering and Technical Systems, NRC. National Academy Press, Washington, D.C. 1996.

PEREIRA, N. N. Alternativas de tratamento da água de lastro em portos exportadores de minério de ferro. 2012. Tese (Doutorado em Engenharia) – Departamento de Engenharia Naval e Oceânica. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2012.

PEREIRA, N.N.; BRINATI, H.L. Estudo sobre tratamento de água de lastro. 22º Congresso Nacional de Transportes Marítimos, Construção Naval e Offshore - Rio de Janeiro. RJ. Outubro de 2008. 8 figura.

PEREIRA, N.N.; BRINATI, H.L. Estudo sobre tratamento de água de lastro. 22º Congresso Nacional de Transportes Marítimos, Construção Naval e Offshore - Rio de Janeiro. RJ. Outubro de 2008. 8 figura.

mos, Construção Naval e Offshore - Rio de Janeiro. RJ. Outubro de 2008a.

PEREIRA, N.N.; BRINATI, H.L. Um estudo sobre água de lastro. 2008. Congresso Nacional de Transporte Aquaviário, Construção Naval e Offshore, 2008b.

PORTO DE SANTOS. Água de Lastro. E-book. Disponível em: <http://www.portodesantos.com.br/qualidade/lastro.html>. Acesso em: 15 jun. 2009. 1 figura.

PYSEK, P.; RICHARDSON, D.M.; PERGL, J.; JAROSIK, V.; SIXTOVA, Z.; WEBER, E. Geographical and taxonomic biases in invasion ecology. Trends in Ecology and Evolution. 23(5). 2008. p. 237–244.

RADAN D.; LOVRIC, J. Utilisation of diesel engine waste heat



for ship's ballast water heat treatment. Department of mechanical engineering polytechnic of Dubrovnik, Croatia. 2000.

RIGBY, G. Possible solutions to the ballast water problem. Australian Quarantine. 1994.

RIGBY, G. Possible solutions to the ballast water problem. Australian Quarantine. 1994. 8 figura.

RIGBY, G. "Ballast Water Treatment Technology: Choosing the Best Options". MarStudies 8. 2004.

RÖPELL, H.; MANN, T. A new modular concept for the treatment of ships. Hamann project. 2nd International Ballast Water Treatment Proceedings. IMO. 2003.

ROYAL CARIBBEAN INTERNATIONAL. A floating vacation destination. 2006. 3 figura.

SASS, J. et al. Experiments with ultraviolet light, ultrasound and ozone technologies for onboard ballast water treatment. VTT Tied-Val Tekn Tutk. 2005.

SCHNACK, S. et al. Ballast Water Treatment Systems. Case studies. Danish Shipowner's Association. 2009. Disponível em: http://www.nei-marine.com/documents/Grontmij_Presentation_6-09%20Danmarks-Rederiforening-GMCB-BWM-20090616.pdf. Acesso em 14 de fev. 2010. 10 figura.

SCHNACK, S. et al. Ballast Water Treatment Systems. Case studies. Danish Shipowner's Association. 2009. Disponível em: http://www.nei-marine.com/documents/Grontmij_Presentation_6-09%20Danmarks-Rederiforening-GMCB-BWM-20090616.pdf.



com/documents/Grontmij_Presentation_6-09%20Danmarks-Rederiforening-GMCB-BWM-20090616.pdf. Acesso em 14 de fev. 2010. 11 figura.

SECEX - Secretaria de Comércio exterior. E-book. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/sitio/interna/index.php?area=5>. Acesso em: 11 set. 2011.

SILVA, J.; SOUZA, R. Água de Lastro e Bioinvasão. InterCiência. 2004.

SKÖLD, S. What is the problem? Green Port Conference. 2011. 1-12p. 3 figura.

STOCKS, D.T. et al. Treatment of residual ballast water in the NOBOB ship using heat. In: Matheickal JT, Raaymakers S (eds), Second International Symposium on Ballast Water Treatment.

International Maritime Organisation, London, UK, 2004. 137-147 p.

TAMBURRI, M.; HUYBRE-GTS, I., Potential of Venturi Oxygen Stripping to Stop Ballast Water Invasions in Freshwater Environments. 2005. Disponível em: http://www.fws.gov/midwest/fisheries/33Evaluation-sofpilotscaleventurioxygenstrippingtopreventballastwaterinvasions/Huybregts_REU_05.pdf. Acesso em: 13/02/2010.

TAMBURRI, M.; HUYBRE-GTS, I., Potential of Venturi Oxygen Stripping to Stop Ballast Water Invasions in Freshwater Environments. 2005. Disponível em: http://www.fws.gov/midwest/fisheries/33Evaluation-sofpilotscaleventurioxygenstrippingtopreventballastwaterinvasions/Huybregts_REU_05.pdf.



Acesso em: 13/02/2010. 10 figura.

TAYLOR, A. Personal communication to the Committee on Ships' Ballast Operations. Washington, D.C., October 3. 1995.

TSOLAKI, E., DIAMADOPOULOS, E. Technologies for ballast water treatment: a review. Journal of Chemical Technology Biotechnology, 85, 2010. 19-32p.

WRIGHT, G. Final Summary Report. April. 2004.

ZHOU, P.; LAGOIANNIS, V. On board treatment of ballast water (Technologies Development and Applications). Globallast. 2003.



MAPEAMENTO DE ÁREAS COM POTENCIAL DE GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EM SAN- TA CATARINA

MAPPING POTENTIAL AREAS TO GENERATE PHOTOVOLTAIC ENERGY IN SANTA CATARINA'S STATE

Fernanda Simoni Schuch¹

Murilo Souza Averlan²

Fábio Krueger da Silva³

Samuel João da Silveira⁴

Resumo: A necessidade da diversificação da matriz elétrica mundial provocou aumento na demanda por produção de energia limpa, com menores danos ambientais. Com a intensificação de investimentos e incentivos para

geração de energia a partir de fontes renováveis, constatou-se a ocorrência de benefícios tanto do ponto de vista elétrico, como socioeconômico e ambiental no desenvolvimento de projetos inovadores. Para contribuir nesta te-

295

1 Professora Doutora do Departamento Acadêmico da Construção Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

2 Engenheiro Civil da empresa Araxá Energia Solar

3 Professor Doutor do Departamento Acadêmico da Construção Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

4 Professor Doutor do Departamento Acadêmico da Construção Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina



mática utilizou-se um Sistema de Informações Geográficas (SIG) em conjunto com uma avaliação Multicriterial Analytic Hierarchy Process (MAHP), a fim de se mapear áreas favoráveis à instalação de sistemas de geração de energia elétrica fotovoltaica. Foram definidos um conjunto de critérios a serem considerados para implementação de usinas solares, nomeadamente: a disponibilidade de radiação solar existente na área, a distância das linhas de transmissão de energia elétrica, a distância de arruamentos, a distâncias de áreas urbanizadas, a declividade do terreno, as unidades de conservação ambiental, a hidrografia, o uso e ocupação do solo. Desta forma, definiu-se as áreas com maior aptidão para implantação de usinas solares, verificando se os critérios adotados forneceram um resultado coerente dadas as característi-

cas geográficas, ocupacionais e, principalmente, de irradiação solar de Santa Catarina. Foi possível também quantificar as áreas identificadas como mais aptas apresentando-as em um mapa de potencial energético solar fotovoltaico para o estado de Santa Catarina.

Palavras chave: Geoprocessamento; Potencial fotovoltaico; Análise Multicritério (AHP)

Abstract: The need for diversification of the world's electricity matrix has led to an increase in the demand for energy production with a focus on reducing environmental impacts. With the intensification of investments and incentives in the development of innovative projects for energy generation, from renewable sources, it was verified the occurrence of benefits from both the electric,



socioeconomic and environmental point of view. This research has as main focus the application of Geographic Information Systems (GIS) in conjunction with the multicriterial Evaluation Analytic Hierarchy Process (AHP), aiming to define the most favorable areas for installation of systems of electric power generation through solar energy photovoltaic, with the state of Santa Catarina being the object of study. A set of criterias were defined regarding the implementation of solar power plants, such as: the availability of the existing solar radiation in the area, the distance of electric power transmission lines, distance from streets, distances from urbanized areas, the declivity of the area, the existence of conservation units, the hydrography and, land use and occupation. After that, it was possible to perform analysis and

considerations on the highlighted areas, with greater aptitude to build solar energy plants, verifying if the adopted criterias provided a coherent result due to the geographic, occupational and solar irradiance characteristics of Santa Catarina State. It was also possible to quantify the areas identified as more proper, by presenting them on a solar photovoltaic potential map and also, to estimate its total solar energy potential.

Keywords: Geoprocessing; Potential photovoltaic; Analytic Hierarchy Process (AHP)

INTRODUÇÃO

A possibilidade da redução da oferta de combustíveis convencionais, em conjunto com o aumento da demanda de energia, e o anseio pelo zelo do meio



ambiente, tem impulsionado a comunidade científica a pesquisar e desenvolver fontes alternativas de energias renováveis, que sejam menos poluentes e com o menor impacto ambiental possível (PEREIRA et al., 2006).

Mishra et al. (2020) afirmam que recentemente houve um aumento de 20% no número de países gerando energia com fontes renováveis. Modernas e renováveis fontes de energia como bioenergia, geotérmica e solar, tiveram um crescimento significativo nos anos recentes. A energia solar e a eólica têm se tornado as opções mais viáveis no mercado de energia renovável.

Segundo dados apresentados no relatório Síntese do Balanço Energético Nacional (Empresa de Pesquisa Energética, 2018), o sistema elétrico brasileiro apresenta-se como um sistema essencialmente hidrotérmico, de

grande porte, com forte predominância de usinas hidroelétricas. Em 2017, a oferta total de energia atingiu a marca aproximada de 624,3TWh com participação predominante de 407,3TWh de fonte hidráulica.

Conforme Pereira et al. (2006), as fontes renováveis de energia como a eólica e solar são consideradas fontes intermitentes de energia, devido à elevada dependência direta de variáveis temporais associadas a condições meteorológicas do local de instalação. Entretanto, fontes de energia como termoeletricas e hidrelétricas são consideradas firme devido sua capacidade de garantir a demanda de energia. Sendo assim, a vulnerabilidade climática dos recursos hídricos frente ao crescimento da demanda de eletricidade evidencia a necessidade da diversificação das fontes de energia que compõem



a matriz energética brasileira, de modo a usufruir de alternativas que causem baixo impacto ao meio ambiente.

Além da questão relativa ao suprimento da demanda energética sabe-se que da necessidade iminente de se buscar fontes energéticas renováveis e de menor impacto ambiental. O recente relatório do IPCC (2021), no seu capítulo 5, traz dados alarmantes sobre a necessidade de diminuição nas atividades com emissão de dióxido de carbono (CO₂) de modo a se mitigar o aumento da temperatura global do último século. A utilização de combustíveis como petróleo, gás natural e carvão nos países do grupo G7 contendo as 7 maiores economias do mundo é elevada, tendo o petróleo a maior média de consumo entre estes países (aproximadamente o dobro do carvão mineral e gás natural)

(Martins et al., 2021). Portanto, a geração de energia limpa, com menor emissão de carbono é desejada e, neste ponto, deve-se considerar como opção viável a utilização de usinas para geração de energia fotovoltaica.

A utilização da energia fotovoltaica em sistemas de geração distribuída (GD) apresenta características que contribui para a não dependência exclusiva da geração centralizada, pois sua geração acontece em pequenas fontes ao longo do sistema de transmissão ou de distribuição. Isto acarreta também na redução da necessidade de custos extras na ampliação de infraestrutura de transporte desta energia, uma vez que as fontes geradoras estarão mais próximas aos consumidores de energia (SILVEIRA, 2013).

Segundo dados do (MME, 2016), o estado de Santa



Catarina apresenta 83,9% de geração de energias renováveis em sua matriz elétrica. No entanto, apresenta ainda em 2015, 34% de consumo de energia proveniente de fonte poluidora, carvão mineral, para geração de energia elétrica. Isso é preocupante uma vez que o Estado é possuidor de um grande legado de degradação ambiental de décadas de exploração deste mineral como fonte energética e ainda continua a explorá-lo (ANDRADE, 2017).

Este artigo traz uma análise territorial do potencial de geração de energia fotovoltaica no estado de Santa Catarina, apresentando-se as regiões com potencial para instalação e de geração. Recorreu-se às técnicas de Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informação Geográfica, onde, através da análise de mapas, apresentam-se as regiões mais favoráveis à instalação de

sistemas energéticos renováveis, provenientes do aproveitamento da energia solar fotovoltaica, aplicando-se o método Analytic Hierachy Process (AHP).

MATERIAIS E MÉTODO

Aborda-se aqui os materiais e o método utilizado para se definir um conjunto de fatores que influenciem de forma significativa a viabilidade para implantação de usinas solares fotovoltaicas.

Para se realizar os levantamentos e mapeamentos objetivados neste estudo, realizou-se 4 etapas principais:

1. A primeira etapa dedicou-se à busca por diferentes referenciais bibliográficos quanto a informações dos critérios adotados, relativos à avaliação do potencial de instalação de uma usina solar fotovoltaica



para geração de energia elétrica, de maneira a se compreender os principais fatores utilizados por autores, os quais basearam suas pesquisas no método AHP, para se definir as áreas mais favoráveis para instalação das mesmas.

2. Na etapa 2, coletou-se de documentos digitais georreferenciados do Estado de Santa Catarina. São expressos na Tabela 1 os dados recolhidos e as

respectivas origens para construção deste estudo. Tais dados são digitais e estão georreferenciados, tendo sido obtidos no formato vetorial ou raster e após a obtenção deles, organizou-se em um Sistema de Informações Geográficas, para possibilitar a manipulação e conversão dos mesmos.

Tabela 1 – Dados da pesquisa

Dados	Fonte
Irradiação Solar	LABREN/CCST/INPE
Relevo / Hidrografia	EPAGRI/FATMA
Arruamentos	FATMA
Uso e ocupação do solo	FATMA
Linhas de Transmissão	SIGEL ANEEL
Unidades de conservação	FATMA/IBAMA
Limites de Santa Catarina	SIGSC (SEPLAN 2013)

3. Na terceira etapa deste trabalho, tem-se a realização do pré-processamento dos dados dentro do software utilizado no estudo, Quantum GIS, o que inclui a criação e organiza-

ção da Base de Dados Georreferenciados (Criação do SIG).

4. Na quarta e última etapa, a partir dos critérios definidos para localização de áreas mais favoráveis para insta-



lação de usinas solares e análise dos resultados por ele gerados com a sobreposição dos dados de entrada.

Software SIG e as variáveis de análise

A manipulação de dados espaciais neste estudo deu-se a partir do software Quantum Gis (QGIS), o qual é gratuito, licenciado pela GNU (General Public License). A interface do software oferta várias ferramentas que possibilitam a criação e organização de Base de Dados Georreferenciados, bem como geoprocessamento de diferentes formatos de dados digitais. O software usa a biblioteca de código aberto OGR, para ler e gravar formatos de dados vetoriais, incluindo shapefiles ESRI, formatos de arquivo MapInfo e MicroStation, bancos de dados

AutoCAD DXF, PostGIS, Spatialite, Oracle Spatial, MSSQL Spatial, e muitos mais.

Durante a revisão bibliográfica sobre a aplicação da análise multicritério AHP em conjunto às ferramentas SIG, avaliou-se diferentes estudos para definir os critérios que influenciam na viabilidade técnica e econômica para instalação de empreendimentos de geração de energia solar fotovoltaica. Isto é de extrema relevância para se compreender quais ferramentas do software são necessárias e, portanto, devem estar disponíveis.

Observou-se, por exemplo que, Janke (2010) define as variáveis como critérios que influenciam diretamente na aptidão de uma área para instalação de um empreendimento solar/eólico: o uso do solo, existência/distância de linhas de transmissão,



radiação solar, terras federais, existência rede viária, densidade populacional. Izeiroski et al. (2018) utiliza critérios preliminares, onde inicialmente tem-se a aplicação dos seguintes parâmetros para o geoprocessamento dos dados topológicos:

- a) Localizações com pequenas inclinações (Menores que 5%);
- b) Localizações com relação ao aspecto, ou seja, orientação e direção da encosta (sudeste sudoeste).

No que tange a fatores de natureza ecológica de maior influência na escolha dos locais mais propícios a instalação de usinas solares, Izeiroski et al. (2018) inseriu em seus critérios a infraestrutura rodoviária, rede de drenagem, uso do solo e áreas de assentamento.

Já Alves (2013) define

um conjunto de fatores de maior influência na análise da localização das áreas com maior aptidão a instalação de usinas solares na ilha de São Vicente em Cabo Verde, sendo seus critérios:

- I. Potencial solar do lugar
- II. Proximidade as linhas de transmissão
- III. Proximidade a rede viária
- IV. Uso do solo e ocupação do solo
- V. Declive
- VI. Hidrologia

Garni e Awasthi (2017) também apresentam em seu estudo critérios, tais como: irradiação solar, temperatura do ar, declividade do terreno, aspecto do terreno, proximidades de áreas urbanas, proximidade rodovia, proximidades a linhas de transmissão, áreas de proteção am-



biental e lugares sagrados.

Uyan (2013) abordou em sua pesquisa dois tipos de critérios na seleção das áreas mais aptas a instalação de usinas solares. Tendo como parâmetros os fatores ambientais e fatores econômicos. Nos fatores ambientais têm-se o uso do solo e a distância de áreas residenciais cujas regiões com distâncias menores que 500 metros de centros residenciais apresentam aspecto negativo, pois dificultariam o crescimento urbano da população. No entanto, no presente trabalho, serão adotadas as áreas urbanizadas como favoráveis, visando o aproveitamento de zonas industriais próximas a centros urbanos. Quanto ao uso do solo, Uyan (2013) tem a visão como um dos fatores ambientais mais importantes a serem considerados, as áreas de uso para agricultura e solos expostos (áreas estéreis)

como as mais adequadas para implantação de uma usina solar.

No que tange os aspectos econômicos, tem-se a topologia do terreno. Onde Uyan (2013) apresenta o critério declividade e aspecto do terreno como um fator único, definindo uma declividade limite de 3% para todas as direções do aspecto do terreno. Outro critério também utilizado foi a distância de rodovias onde se limitou a uma distância de 5,0 quilômetros. Por último, o critério de proximidade de linhas de transmissão foi apresentado como fator de grande importância econômica, limitando a uma distância de 10,0 quilômetros. Da mesma forma, a proximidade com linhas de transmissão de energia é um dos critérios abordados no presente trabalho pensando-se na possibilidade de não haver uma linha de transmissão próxima a uma área, tendo-se



então, a necessidade de proximidade à uma rede que comporte a geração de um sistema de geração solar fotovoltaica. Resalta-se que a distância máxima analisada é dada de acordo com as dimensões da área estudada, Alves (2013) optou por adotar uma distância máxima de 2,50 quilômetros em uma área de estudo de aproximadamente 220,0 quilômetros quadrados.

A partir dos referenciais analisados, optou-se pela adoção dos seguintes critérios: irradiação solar, declividade, proximidade de linhas de transmissão, proximidade a áreas urbanizadas e arruamentos, unidades de conservação, uso e ocupação do solo e hidrografia.

Matriz de pesos dos critérios adotados

A utilização da análise

multicritério apresentou-se como um fator comum para avaliação do potencial de instalação de empreendimentos fotovoltaicos durante a revisão bibliográfica, apresentando a capacidade de agrupar diferentes critérios (C1, C2, C3 e C4) em uma mesma análise. Faz-se necessário, para tanto, a elaboração de uma matriz de atribuição de pesos aos critérios para utilização do método AHP, como proposto por Saaty (1977). Inicialmente decom pôs-se os problemas em níveis hierárquicos e comparou-se par a par a fim de atribuir seus pesos conforme suas características favoráveis ou desfavoráveis. Logo, tem-se definição do grau de importância entre os fatores estudados (Tabela 2), definidos através da escala fundamental de pesos proposta por Saaty (1977).



Tabela 2 - Matriz de atribuição do grau de importância par a par dos critérios

Critério			Absolut	Muito Grande	Grande	Pequen	Igual	Pequen	Grande	Muito Grande	Absolut	Critério	
1	C1	Irradiação				3						C2	Declividade
2	C1	Irradiação				3						C3	Dist Linhas de transmissão
3	C1	Irradiação				3						C4	Dist de áreas urbanizadas
4	C1	Irradiação				3						C5	Dist de arruamentos
5	C2	Declividade						1/3				C3	Dist Linhas de transmissão
6	C2	Declividade						1/3				C4	Dist de áreas urbanizadas
7	C2	Declividade						1/3				C5	Dist de arruamentos
8	C3	Dist Linhas de transmissão					1					C4	Dist de áreas urbanizadas
9	C3	Dist Linhas de transmissão				3						C5	Dist de arruamentos
10	C4	Dist de áreas urbanizadas				3						C5	Dist de arruamentos

A interpretação dos dados da matriz de julgamento é realizada comparando os elementos par a par através da escala de grau de importância. Na matriz acima a primeira comparação considera que a irradiação possui uma pequena importância em relação a declividade, na quinta comparação a distância de linhas de transmissão possui pequena importância sobre a declividade e na oitava linha a distâncias a linhas de transmissão e distância de arruamentos possuem mesmo

grau de importância. Segundo (OLIVEIRA e BELDERRAIN, 2008) os valores da escala de importância, citado acima, são dados a serem utilizados para compor a matriz de comparação, a qual se diz: A matriz é recíproca e positiva quando $a_{ij} = 1/a_{ji}$ para todo $a_{ij} > 0$; e $a_{ii} = 1$ para todo i . O que significa que qualquer critério comparado a ele mesmo possui igual importância na escala fundamenta de Saaty.

A partir das regras apresentadas, construiu-se a matriz



de decisão, quadrada, recíproca e positiva, conforme apresentada na tabela 3.

Tabela 3 - Matriz de comparação

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅
C ₁ - Irradiação	1	3	3	3	3
C ₂ - Declividade	1/3	1	1/3	1/3	1/3
C ₃ - Distância de linhas de transmissão	1/3	3	1	1	3
C ₄ - Distância áreas urbanizadas	1/3	3	1	1	3
C ₅ - Distância de arruamentos	1/3	3	1/3	1/3	1

Por seguinte, para verificar a consistência de uma matriz de decisão é necessário obter o autovalor máximo ($\lambda_{\text{máx}}$) da matriz de decisão (A) e seu autovetor associado (w). Logo, o pro-

cesso algébrico para determinação de tais valores e vetores será realizado conforme apresentado abaixo:

$$W = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_{ij} \quad i=1, \dots, n \quad \text{Eq. 1}$$

$$\lambda_{\text{áx}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{A_{ii}}{W_i} \quad \text{Eq. 2}$$

$$IC = \frac{\lambda_{\text{áx}} - n}{n-1} \quad \text{Eq. 3}$$

$$RC = \frac{IC}{n} \quad \text{Eq. 4}$$

- i. IC = índice de consistência;
- ii. RC = razão de consistência;
- iii. IR = índice aleatório extraído da Tabela 4;
- iv. n = número de fatores em análise na matriz (ordem da matriz);



- v. $[AW]_i$ = matriz resultante do produto da matriz comparação $[AW]_i$ pelos pesos W_i ;
 vi. W = pesos calculados.

Saaty (1991) propôs a Tabela 4 com os índices aleatórios para matrizes de onde 1 a 10, conforme expressos abaixo:

Tabela 4 – Índice aleatório

n (Ordem da matriz)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IR	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49

Fonte: Adaptado de Saaty (1991)

Da matriz apresentada na Tabela 3 resultam os pesos estatísticos para cada fator, os quais a partir dos cálculos apresentados acima avaliou-se a veracidade dos mesmos por meio da razão de consistência (RC), a qual almeja-se um valor abaixo de 0,10, o que significa que pelo menos 90% de veracidade dos julgamentos dos pesos dos fatores estão coerentes.

Outra análise necessária para se obter o mapa final é a combinação linear ponderada. O procedimento mais prevalen-

te para avaliação multicritério é a combinação linear ponderada (VOOGD, 1983, p. 120). Com uma combinação linear ponderada, fatores são combinados pela aplicação de um peso para cada critério seguido por uma soma dos resultados para produzir um mapa de adequação, conforme a equação 5.



$$S = \sum_{i=1}^n W_i X_i \quad \text{Eq. 5}$$

Onde:

- a) S: valor final de adequação;
- b) W_i : peso do critério fator i;
- c) X_i : valor normalizado do mesmo fator i.

Como no caso do presente estudo, em que o problema da localização de usinas solares fotovoltaicas apresenta critérios do tipo fator e exclusão, tem-se a necessidade de incorporar a Equação 5 as restrições Booleanas com demais fatores, conforme a seguinte expressão:

$$S = \sum_{i=1}^n W_i X_i \times \prod_{j=1}^K C_j \quad \text{Eq. 6}$$

Onde:

- i. S: valor final de adequação (valor final do score);
- ii. W_i : peso do critério fator i (com $i=1, \dots, n$);
- iii. n: número de critérios fator;
- iv. X_i : valor normalizado para o mesmo fator;
- v. C_j : score (0 ou 1) do critério de exclusão (com $j=1, \dots, k$);
- vi. K: número de critérios de exclusão.

Ressalta-se que os critérios C_j que compõem a Equação 6 são: as unidades de conservação (UC's), rede hidrográfica, declividade e uso e ocupação do solo.

Seguidos os procedimentos matemáticos abordados nos itens anteriores obtém-se a equação final utilizada para o geoprocessamento do mapa final

de potencial solar fotovoltaico de santa Catarina, cujos pesos adotados para cada critério encontram-se na Tabela 5:



Tabela 5 -Peso dos critérios adotados

Critério	Autovetor	Autovetor normalizado
Irradiação	2,41	0,40
Declividade	0,42	0,07
Distância linhas de transmissão	1,25	0,21
Distância de áreas urbanizadas	1,25	0,21
Distância de arruamentos	0,64	0,11

Logo a equação a ser será:
 aplicada na ferramenta Calcula-
 dora Raster em ambiente QGIS

$$P S = 0,40x I S + 0,21x L T + 0,21x A U + 0,11x A + 0,07x D + x U C + H + U S + D \quad \text{Eq. 7}$$

Onde:

- | | |
|--------------------------------------|--|
| 1. PS – Potencial solar fotovoltaico | 5. LT - Linhas de transmissão |
| 2. IS - Irradiação solar | 6. AU – Distância de áreas urbanizadas |
| 3. D – Declividade | 7. UC - Unidades de conservação |
| 4. A - Arruamentos | 8. H - Hidrografia |
| | 9. US - Uso e ocupação do solo |

A razão de consistência (RC) obtida é de 0,075, o que significa que os julgamentos realizados possuem 92,5% de consistência, ou seja, apenas 7,5% de inconsistência. Segundo Voogd (1983), devido as diferentes escalas sobre as quais os critérios são medidos, torna-se necessário que os fatores sejam padronizados a

uma escala comum, tal transformação é conhecida como normalização. Logo, para tomar vários critérios comparáveis, será realizada a aplicação de procedimentos matemáticos como conforme apresentados por Voogd (1983), páginas 77 a 84. Tais procedimentos, também utilizado por Vicari (2012), vem sendo tipica-



mente usada pela sua simplicidade, conforme expressão matemática

seguir:

$$X = \frac{R}{R} \quad \text{Eq. 8}$$

Onde:

1. Xi: novo valor padronizado do critério i;
2. Ri: é o valor original do critério i;
3. Rmax: valor máximo observada no conjunto de dados do critério i.

Este tipo de transformação é muito útil para padronizar uma matriz de avaliação que será analisada por uma técnica de soma de peso ou qualquer outra técnica que utilize a magnitude das pontuações individuais (VOOGD, 1983).

estão representados no fluxograma na Figura 1.

Geoprocessamento dos Dados

Depois de realizado o pré-processamento e a definição dos critérios realizou-se o geoprocessamento dos dados no Software QGIS, com finalidade de se obter as áreas mais favoráveis para instalação de sistemas solares fotovoltaicos. Os procedimentos metodológicos das etapas



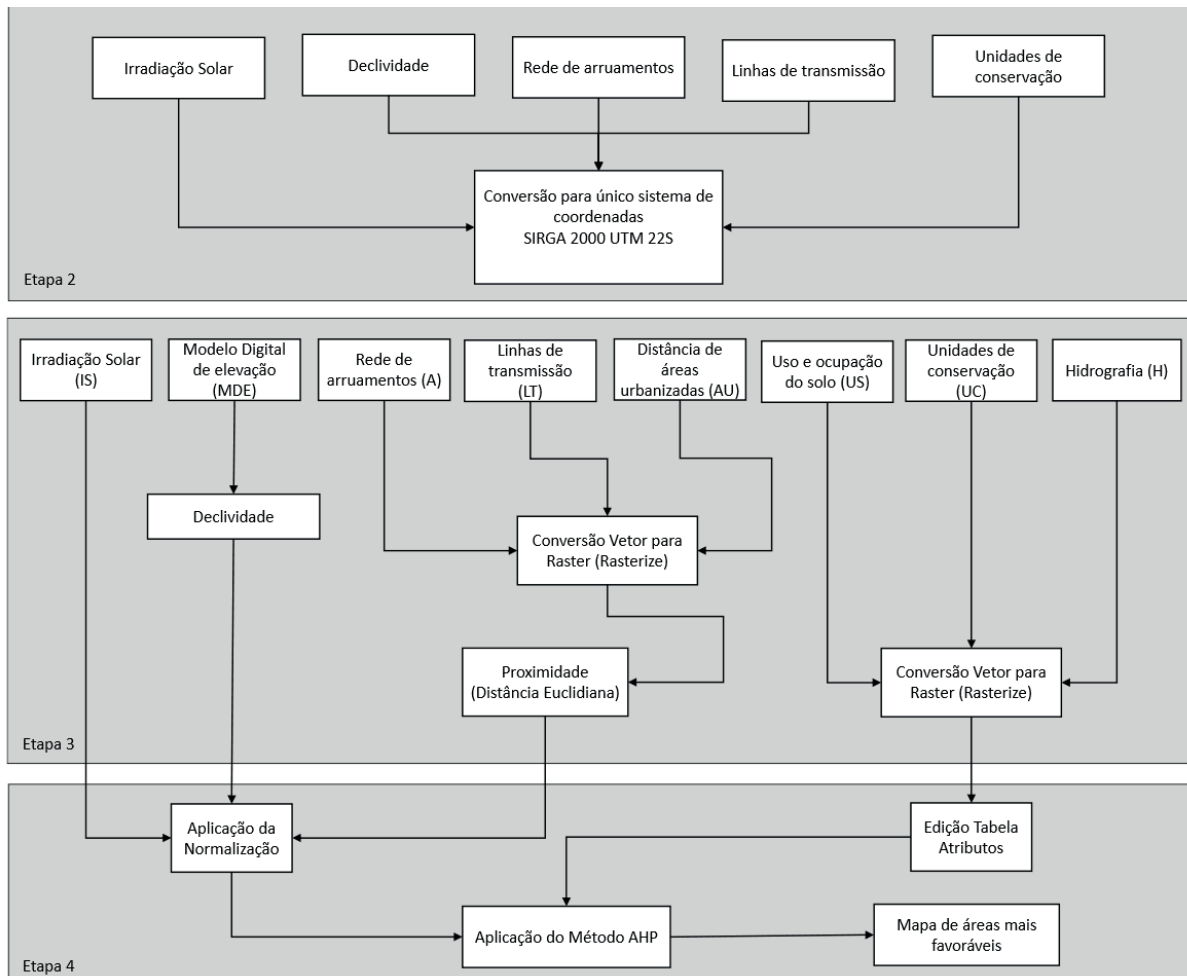


Figura 1 – Fluxograma do processamento dos dados

Os geoprocessamentos necessários para os dados de irradiação solar em ambiente QGIS consistiram em delimitação dos dados (recorte da área), normalização e atribuição de uma rampa de cores para visualização dos dados.

Na geração do mapa de

distância das linhas de transmissão, Uyan (2013) utilizou uma distância limite de 10,0 quilômetros na região de Konya na Turquia, com área de 6.035,0 quilômetros quadrados, Garni e Awasthi (2017) adotaram o valor limite de 50,0 quilômetros para o estado do Rio Grande do Sul, lo-

calizado ao sul do Brasil, o mesmo adotado nesta pesquisa, em buffer.

Para o mapa do critério arruamentos, realizou-se procedimentos verificando-se a distância às de linhas de transmissão, diferindo apenas o valor máximo dado a ferramenta Proximidade Raster, que neste quesito é adotado ao valor máximo de 2,50 quilômetros apresentada por Alves (2013), pois como citado pelo mesmo, a distância onde se pretende instalar uma usina solar e a rede viária possui influência direta no custo de instalação e manutenção do empreendimento. Feito isso, foi possível realizar a normalização das distâncias, onde a maior distância de arruamentos representa o valor 0, que corresponde a menor aptidão e a menor distância valor 1, maior aptidão.

No que toca o critério

de hidrografia realizou-se a aplicação da ferramenta Buffer, a fim de delimitar as áreas com distâncias de até 30 metros da rede hidrográfica, que por sua vez terá a sua tabela de atributos alterada de maneira que regiões situadas até 30 metros receberam atributo 0 e demais áreas atributo 1. Feito isso, tem-se a transformação para o formato Raster respeitando os valores atribuídos anteriormente. Ressalta-se que o valor de 30 metros adotado atende aos requisitos legais ambientais dispostos no código florestal, lei nº 12.727/2012.

A obtenção do mapa de declividades no estado de Santa Catarina teve início no ambiente do QGIS com a importação do arquivo Modelo Digital de Elevação (MDE) as áreas mais favoráveis são aquelas que apresentam declividades pequenas, devido aos custos de movimentação de



terra e limitação da resistência das estruturas de suporte dos painéis solares. Logo, definiu-se que as áreas planas e suavemente onduladas ajudarão a evitar o alto custo de construção exigido em áreas mais íngremes, estabeleceu-se por limitar a inclinação para 5% em todas as direções do aspecto do terreno. Na etapa de geoprocessamento do MDE, tem-se a utilização da ferramenta Declividade no software QGIS, a qual gera como produto uma grade (raster) de declividade para toda área contemplada no estudo. O produto gerado é um mapa temático de declividade com representação gráfica em cores expressos em classes. Feito isso, a ferramenta de Reclassificação em ambiente QGIS foi utilizada para delimitar o intervalo de declividade a ser utilizado no estudo e por seguinte a realização da normalização desse critério de modo

a variar de 0 a 1. Também nesta etapa, foi elaborado um Raster de declividade contendo valores 1 para declividades até 5% e 0 para demais declividades, com intuito de criar um Raster restritivo, o qual é utilizado para multiplicar a soma ponderada do potencial solar fotovoltaico.

Visto que o uso e ocupação do solo apresenta um dos fatores mais importantes a serem computados no estudo conforme apresentado por Uyan (2013). Em que as áreas mais favoráveis para instalações de usinas solares fotovoltaicas têm-se em áreas agricultáveis e solos expostos bem como a relação com a proximidade de centros urbanos. Porém, diferente de Uyan (2013), as áreas urbanizadas neste estudo serão computadas como critério favorável, com valor 1, com intuito de incluir áreas de industriais urbanizadas. Desta forma, a partir



de dados disponibilizados pela FATMA e já pré-processados tem-se a edição das tabelas de atributos e definição das ponde-

rações das classes a serem usadas no presente estudo apresentada na Tabela 6.

Tabela 6 - Ponderação do uso e ocupação do solo na tabela de atributos

Classe	Ponderação
Agricultura	1
Área de Mineração	1
Área Urbanizada e/ou construída	1
Corpos d'água	0
Florestas em estágio inicial	0
Florestas em estágio médio ou avançado	0
Mangues	0
Pastagem e campos naturais	1
Reflorestamentos	0
Solo exposto	1
Vegetação de várzea e restinga	0

Os dados para geração do mapa de unidades de conservação, foram submetidos apenas a conversão dos dados do tipo vetor para raster, através da ferramenta “Rasterize” do QGIS. Por seguinte foi realizado a edição da tabela de atributo do mesmo, onde foi definido valor 0 para áreas contidas nas unidades de conservação e valor 1 para as de-

mais áreas.

Seguidos os procedimentos matemáticos abordados nos itens anteriores foi possível obter os pesos de cada critério (Tabela 7) e, portanto, a equação final que será utilizada para o geoprocessamento do mapa final de potencial solar fotovoltaico de santa Catarina. Têm-se os seguintes valores:



Tabela 7 – Pesos dos critérios adotados

Critério	Autovetor	Autovetor normalizado
Irradiação	2,41	0,40
Declividade	0,42	0,07
Distância linhas de transmissão	1,25	0,21
Distância de áreas urbanizadas	1,25	0,21
Distância de arruamentos	0,64	0,11

Fonte: Do autor

Logo a equação a ser será:
 aplicada na ferramenta Calcula-
 dora Raster em ambiente QGIS

$$P S [0,40x I S \ 0,21x L T \ 0,21A U \ 0,11x A \ 0,07x D](U C \ H \ U S \ D$$

Equação 1

Onde:

- PS – Potencial solar fotovoltaico
- IS - Irradiação solar
- D – Declividade
- A - Arruamentos
- LT - Linhas de transmissão
- AU – Distância de áreas urbanizadas
- UC - Unidades de conservação
- H - Hidrografia
- US - Uso e ocupação do solo

RESULTADOS E DISCUS- SÕES

Aplicando-se o método anteriormente descrito, obteve-se as seguintes camadas de informação: irradiação solar, distância de linhas de transmissão, distân-

cia de áreas urbanizadas, distância de arruamentos e declividade, os quais seguem descritos:

A irradiação solar no estado de Santa Catarina apresenta maiores índices na região oeste do estado, com pode ser verificado no mapa apresentado na figu-



ra 2, o qual contém os dados de médias anuais da irradiação solar no plano inclinado na latitude em $\text{Wh/m}^2/\text{dia}$ normalizados. Por esta razão, os valores mais favoráveis estão em tons de verde

e, à medida que a escala de cor passa ao bege e vermelho, significa que, neste quesito, a área não favorece a implantação de usinas solares.

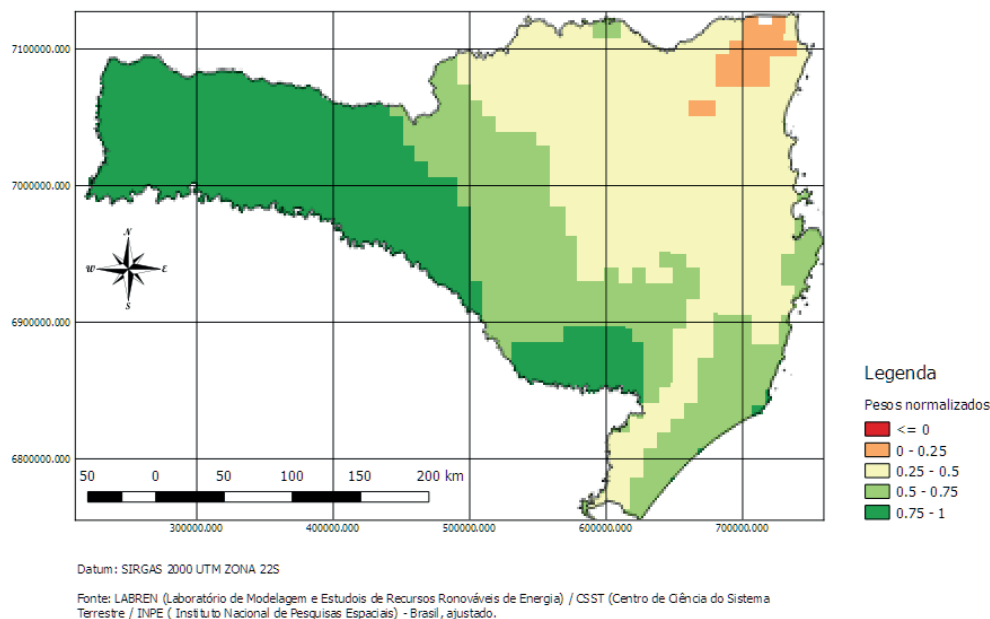


Figura 2 -Irradiação Solar de SC

As distâncias de linhas de transmissão de energia, ver figura 3, apontaram algumas regiões fora do alcance máximo de 50Km definido no método, resalte-se que distâncias superiores a 50Km foram consideradas inadequadas, devido ao alto custo de

implantação de linhas de transmissão com conexão às redes básicas através de uma subestação, caso as usinas possuíssem uma potência instalada superior a 5MW.

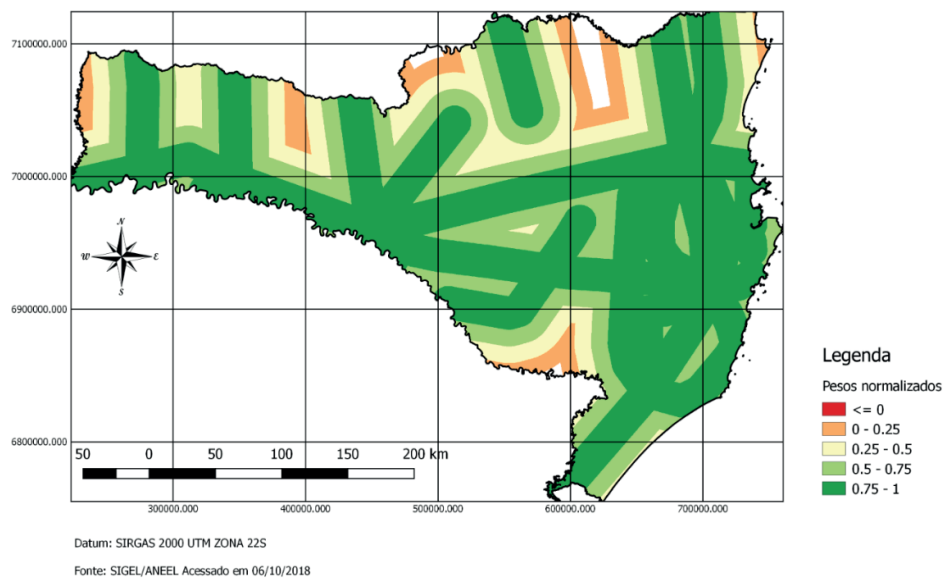


Figura 3 -Distância de linhas de transmissão

A camada das distâncias de áreas urbanizadas apresentou como uma grande constância de aptidão, visto que 91,48% da área do estado está dentro do in-

tervalo de maior aptidão e apenas 0,29% no de menor, conforme ilustrado na figura 4.

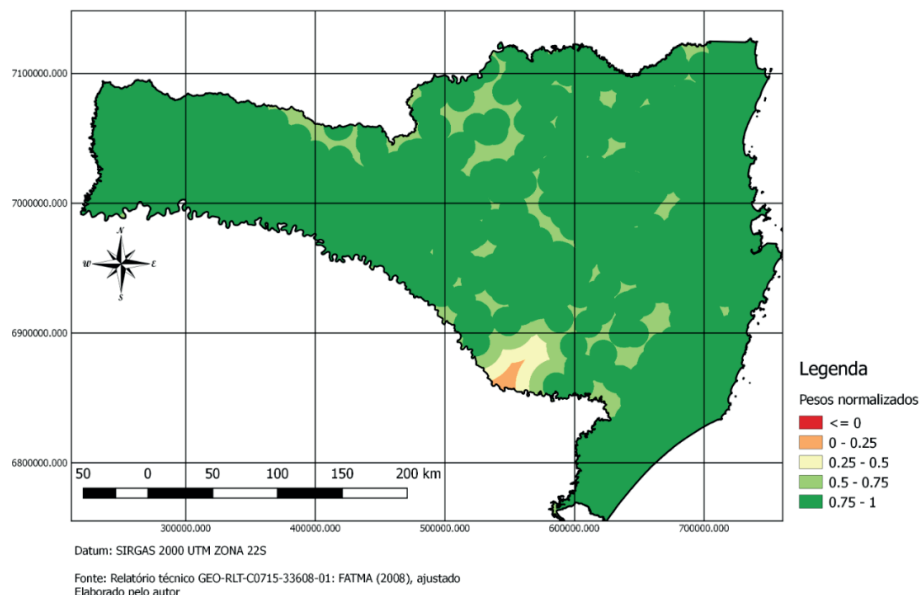


Figura 4 – Distância de linhas de transmissão



O critério de distância de arruamentos apresenta em quase na sua totalidade pesos entre 0,75 e 1,00, conforme relatório obtido através da ferramenta “R.report” do QGIS e ilustrado na figura 5. Isso fez com que o

critério, ao final, apresentasse pouca relevância no grau de aptidão para definição do potencial de geração de energia solar fotovoltaica no estado de Santa Catarina.

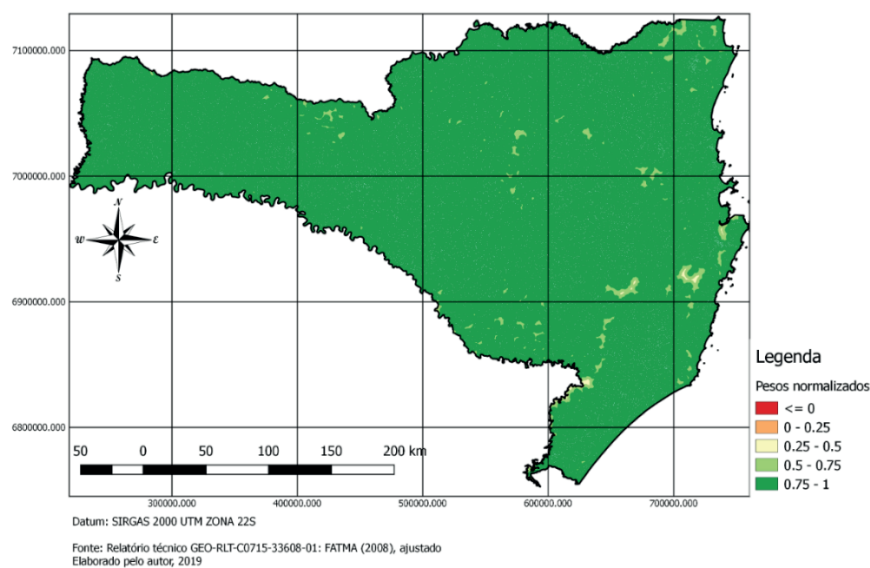


Figura 5 – Distância de arruamentos

Através da camada de informação de declividade do Estado de Santa Catarina normalizado, verifica-se que as regiões mais aptas se concentram no litoral Catarinense, considerando o critério de declividade limite

para instalações de usinas fotovoltaicas de 5%, ver figura 6.

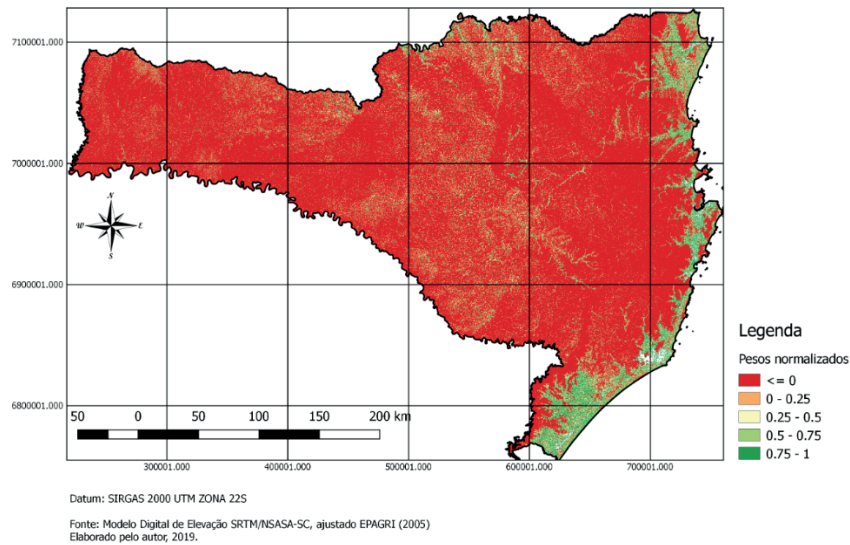


Figura 6 – Mapa de declividade de SC

A sobreposição das camadas realizada com a aplicação da equação 7 (anteriormente apresentada) mostrou como resultado o delineamento do Potencial de Geração de Energia Solar em Santa Catarina. A Figura 7 mostra classes de aptidão que variam de 0 a 0,97, ou seja, não foi obtido nenhuma área que apresentasse aptidão de 100%. O mapa gerado apresentou a quantidade de áreas aptas e seu grau de aptidão conforme apresentado na Tabela 7, sendo que, o intervalo de potencialidade entre

0 e 0,39 não se apresentou em nenhuma região do mapa. Pois como visto nos mapas anteriores, grande parte do estado teve os pesos normalizados os critérios com valores próximos de 1.

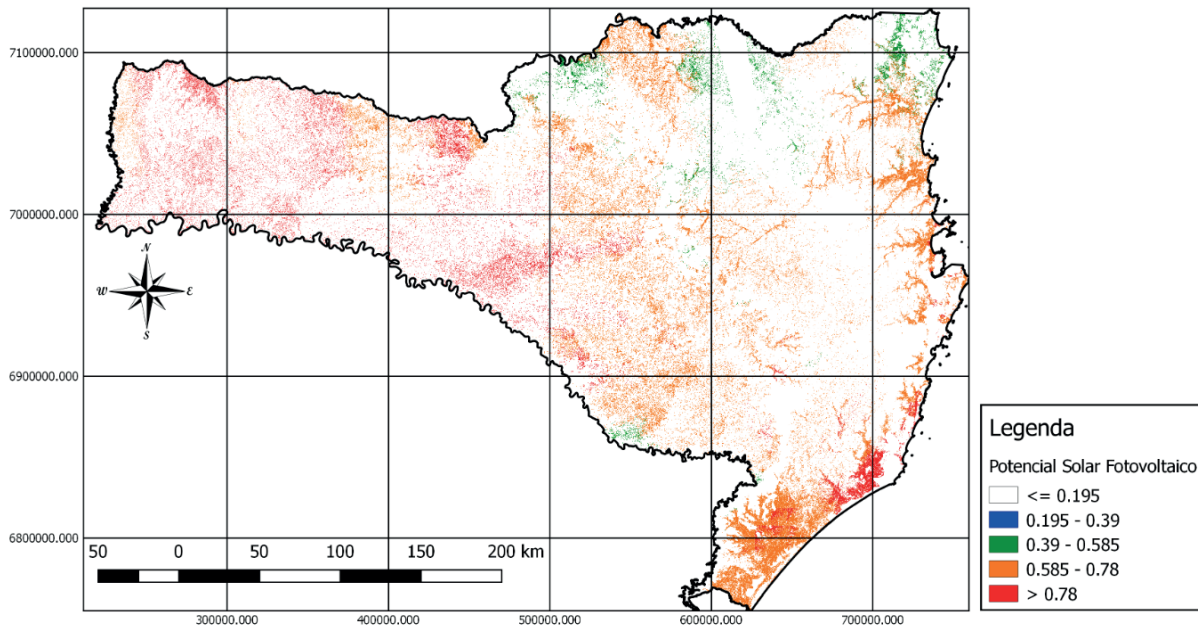


Figura 7 -Mapa do potencial de geração de energia fotovoltaica de SC

Neste estudo, muitas regiões apresentaram potencial alto ou muito alto, como pode ser visto na Figura 7. Em especial, observa-se a região sul do Estado, no Sopé da Serra Geral, para instalação de usinas solares fotovoltaicas quando se aplica os critérios definidos na metodologia deste estudo.

Verificou-se que apesar da irradiação solar apresentar 40% do peso na definição dos locais aptos, foi o mapa de restrição

que fez um maior direcionamento as regiões de maiores potencial a instalação de usinas.

Tabela 7 – Potencial Solar Fotovoltaico de Santa Catarina

Intervalo	Potencial	Área (hectares)	Percentual da área (%)
0	Inexistente	8.188.954	88,84
0,19-0,38	Baixo	0	0
0,38-0,58	Médio	83.424	0,91
0,58-0,78	Alto	682.761	7,41
0,78-1,00	Muito alto	262.346	2,85

A região do extremo oeste do estado apresenta potencial elevado, porém em áreas menores e mais espaçadas. Ao observar a região norte, nota-se que o potencial dessa região está entre os mais baixos do estado, o que pode ser explicado devido a esta região ter os valores de irradiação baixos e o peso adotado para esse critério ser alto.

Na Mesorregião Serrana é possível visualizar um corredor de altos índices de potencial solar, localizados entre os municípios de Campos Novos e Curitibanos, devido ao fato de o Planalto de Lages possuir o relevo menos acidentado com forte

predominância de áreas agrícolas e de pastagem.

As planícies litorâneas do Estado apresentam grandes áreas com elevada aptidão. Identifica-se que, especialmente a região sul apresenta os maiores índices de potenciais à instalações de usinas solares fotovoltaicas, região esta, detentora da Usina Fotovoltaica Nova Aurora no município de Tubarão, próxima a rodovia BR-101 e a linha de transmissão “J.LACERDA-B / SIDEROPOL.ESU C 1 SC”.

Verifica-se que a região sul quando comparada a região oeste do estado, obteve a maior parte da diferenciação do peso fi-



nal de potencialidade no quesito de irradiação solar.

Em resumo, o Estado de Santa Catarina, dispõe de aproximadamente um milhão de hectares com maior potencial de geração energia proveniente do aproveitamento solar fotovoltaico, o que representa algo próximo de 11% do total da área do estado em regiões com aptidão a instalação de usinas solares, sendo capazes de gerar 1.702.790,21 GWh por ano, fazendo uma estimativa simplificada de produtividade anual de energia elétrica por área através dos resultados das simulações apresentadas por Dolla et al. (2018) na capital Florianópolis, se aplicada ao estado inteiro.

Considerando o consumo anual de energia elétrica em Santa Catarina de 2017 em 24.344 GWh (BRASIL, 2017), estima-se que a geração de ener-

gia apresentada anteriormente seria capaz para atender a energia elétrica consumida no Estado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Gilson Jorge. Aplicação dos Sistemas de Informação Geográfica nas energias renováveis: o potencial da energia solar na ilha de São Vicente – Cabo Verde. 2013. 90 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de [s.l.], Universidade do Porto, [s.l.], 2013.

ANDRADE, Gilmar. Geração de energia elétrica sustentável e seu estímulo em Santa Catarina. 2017. 35 f. TCC (Graduação) - Curso de Administração, Departamento de Ciências da Administração, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.



BRASIL. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. . Anuário Estatístico de Energia Elétrica Interativo: Panorama do Consumo (GWh). 2017. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/Paginas/Anuario-Estatistico.aspx>>. Acesso em: 05 maio 2019.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Balanço Energético Nacional: Relatório Síntese ano base 2017. 2018. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2018>>. Acesso em: 25 ago. 2018.

DOLLA, Ruany et al. Estimativa da Produção Energética e de Desempenho de um Sistema Fotovoltaico Integrado ao Anteprojeto do Aeroporto Internacional de Florianópolis. In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR, 7., 2018, Gramado. Arquitetura e Energia Solar - Aspectos arquitetônicos do uso de instalações fotovoltaicas. Gramado: Cbens, 2018. Disponível em: <<https://anaiscbens.emnuvens.com.br/cbens>>. Acesso em: 22 abr. 2019.

GARNI, Hassan Z. Al; AWASTHI, Anjali. Solar PV power plant site selection using a GIS-AHP based approach with application in Saudi Arabia. Applied Energy, [s.l.], v. 206, p.1225-1240, nov. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.10.024>.

IPCC, Chapter 5: Global Carbon and other Biogeochemical Cycles and Feedbacks, 221 p., disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Chapter_05.



pdf, acessado em: 11/11/2021.

vpol.2021.118093 .

IZEIROSKI, Subija et al. GIS-based multi criteria analysis of site suitability for exploitation of renewable energy resources. 7 Icc&gis Proceedings, Sozopol, Bulgaria, v. 1, p.653-665, 18 ago. 2018. (ISSN 1314-0604).

JANKE, Jason R. Multicriteria GIS modeling of wind and solar farms in Colorado. Renewable Energy, Denver, v. 35, 2010. p.2228-2234.

MARTINS, Tailon; BARRETO, Alisson Castro; SOUZA, Francisca Mendonça; SOUZA, Adriano Mendonça Souza; Fossil fuels consumption and carbon dioxide emissions in G7 countries: Empirical evidence from ARDL bounds testing approach; Environmental Pollution, Elsevier Ltda., 2021, <https://doi.org/10.1016/j.en>

MISHRA, Tripti; RABHA, Amit; KUMAR, Ujjwal; ARUNACHALAM, Kusum; SRIDHAR Vijay; Assessment of solar power potential in a hill state of India using remote sensing and Geographic Information System; Remote Sensing Applications: Society and Environment, Elsevier Ltda.; 2020, <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2020.100370> .

MME. Matrizes Elétricas Estaduais Ano de referência: 2015. 2016. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/web/guest/publicacoes-e-indicadores/boletins-de-energia>>. Acesso em: 15 set. 2018.

OLIVEIRA, C. A.; BELDERAIN, M. C. N. . Considerações sobre a Obtenção de Vetores de prioridade no AHP. In: Encuen-



tro Nacional de Docentes, 2008, Posadas. Anales do EPIO, 2008. v. 1.

PEREIRA, Enio Bueno et al. Atlas brasileiro de energia solar. São José dos Campos: Inpe, 2006. 60 p. (ISBN 85-17-00030-7 ISBN 978-85-17-00030-0). Disponível em: <http://ftp.cptec.inpe.br/labren/publ/livros/brazil_solar_atlas_R1.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2018.

SAATY, Thomas L. A scaling method for priorities in hierarchical structures. Journal Of Mathematical Psychology, [s.l.], v. 15, n. 3. 1977. p.234-281. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0022-2496\(77\)90033-5](http://dx.doi.org/10.1016/0022-2496(77)90033-5).

_____. Método de Análise Hierárquica. São Paulo: McGraw-Hill, Makron, 1991.

SILVEIRA, Miguel Francisco da. Análise do impacto da geração distribuída sobre a rede elétrica de distribuição devido à utilização de geradores fotovoltaicos. 2013. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2013.

UYAN, Mevlut. GIS-based solar farms site selection using analytic hierarchy process (AHP) in Karapinar region, Konya/Turkey. Renewable And Sustainable Energy Reviews, [s.l.], v. 28, p.11-17, dez. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2013.07.042>.

VOOGD, H. (1983). Multicriteria evaluation for urban and regional planning. ISBN 085086 1063. Pion Limited, London.



CULTIVO DA ABOBRINHA (CUCURBITA PEPO L.) SUBMETIDA À ADUBAÇÃO MINERAL NPK E BAC- TÉRIAS CONDICIONADORAS DO SOLO

CULTIVATION OF ZUCCHINI (CUCURBITA PEPO L.) SUBMITTED TO NPK MINERAL FERTILIZA- TION AND SOIL CONDITIONING BACTERIA

Karen Barbosa¹

Green Biotech Brasil²

Kevin Theo Gentil³

Resumo: A abobrinha (Cucurbita pepo L.) possui grande importância socioeconômica para a região Sudeste e Centro-sul do Brasil, podendo ser cultivada em toda a região nordeste, em especial no estado da Paraíba, devido sua adaptabilidade às condições edafoclimáticas do sertão paraibano. O presente estudo teve por objetivo avaliar o crescimento as

trocas gasosas e a produção da cultura da abobrinha (Cucurbita pepo L.) submetida à adubação com NPK e bactérias condicionadoras do solo. O experimento foi em blocos casualizados, com 10 tratamentos e 6 repetições, os tratamentos corresponderam as combinações de adubação mineral NPK com doses de 0%, 50% e 100% da necessidade da cul-

327

1 Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Campina Grande

2 Empresa de biotecnologia

3 Cientista CEO da Green Biotech Brasil, Inventor e Coletor da Tecnologia Barvar no Brasil



tura e bactérias condicionadoras do solo AzotoBarvar-1® bactéria fixadora de nitrogênio, PhosphoBarvar-2® bactéria com ação de solubilização do fósforo e PotaBarvar-2® bactéria com ação de solubilização de potássio. T1 = Testemunha (sem adubação mineral e bactérias condicionadoras do solo); T2 = com 100% da adubação mineral recomendada para a cultura; T3 AzotoBarvar-1® com adição de 100% de PK; T4 = AzotoBarvar-1® com adição de 50% de nitrogênio mais 100% de PK; T5 = PotaBarvar-2® com adição de 100% de NP; T6 = PotaBarvar-2® com adição de 50% de potássio mais 100% de NP; T7 = PhosphoBarvar-2® com adição de 100% de NK; T8 = PhosphoBarvar-2® com adição de 50% de fósforo mais 100% de NK; T9= AzotoBarvar-1®; PotaBarvar-2®; PhosphoBarvar-2®; T10= AzotoBarvar-1®; PotaBar-

var-2®; PhosphoBarvar-1® com adição de 50% de NPK. As plantas foram cultivadas em vasos com capacidade de 45 dm³ por 49 dias, durante esse período as plantas foram avaliadas quanto ao crescimento, trocas gasosas, acúmulo de matéria seca e produção. A associação das bactérias condicionadoras de solo, com a dose de 50% da adubação com NPK promoveu maior número de frutos, produção e altura da plantas da abobrinha quando comparada ao tratamento sem inoculação das bactérias. Conclui-se que os maiores valores obtidos para os parâmetros de crescimento e fisiológicos foram observados nos tratamentos em que se utilizaram as bactérias condicionadoras do solo via sementes e fertirrigação.

Palavras-chave: Cultivo protegido, trocas gasosas, pseudomonas, Barvar.



Abstract: Zucchini (*Cucurbita pepo* L.) has great socioeconomic importance for the Southeast and Center-South regions of Brazil, and can be cultivated throughout the Northeast region, especially in the state of Paraíba, due to its adaptability to the edaphoclimatic conditions of the Paraíba hinterland. The present study aimed to evaluate the growth of gas exchange and the production of the culture of zucchini (*Cucurbita pepo* L.) submitted to fertilization with NPK and soil conditioning bacteria. The experiment was in randomized blocks, with 10 treatments and 6 repetitions, the treatments corresponded to the combinations of NPK mineral fertilizer with doses of 0%, 50% and 100% of the need for culture and soil conditioning bacteria AzotoBarvar-1® nitrogen fixing bacteria, Phospho-

Barvar-2® bacteria phosphorus solubilizing action and PotaBarvar-2® bacteria with potassium solubilizing action. T1 = Control (without mineral fertilizer and soil conditioning bacteria); T2 = with 100% of the mineral fertilizer recommended for the crop; T3 AzotoBarvar-1® with the addition of 100% PK; T4 = AzotoBarvar-1® with the addition of 50% nitrogen plus 100% PK; T5 = PotaBarvar-2® with the addition of 100% NP; T6 = PotaBarvar-2® with the addition of 50% potassium plus 100% NP; T7 = PhosphoBarvar-2® with the addition of 100% NK; T8 = PhosphoBarvar-2® with the addition of 50% phosphorus plus 100% NK; T9 = AzotoBarvar-1®; PotaBarvar-2®; PhosphoBarvar-2®; T10 = AzotoBarvar-1®; PotaBarvar-2®; PhosphoBarvar-2® with the addition of 50% NPK. The plants were grown in



pots with a capacity of 45 dm³ for 49 days, during this period the plants were evaluated for growth, gas exchange, dry matter accumulation and production. The association of soil conditioning bacteria, with the 50% dose of NPK fertilization, promoted a greater number of fruits, production and height of the zucchini plants when compared to the treatment without inoculation of the bacteria. It was concluded that the highest values obtained for the growth and physiological parameters were observed in the treatments in which soil conditioning bacteria were used via seeds and fertigation.

Keywords: Protected cultivation, gas exchange, pseudomonas, Barvar.

INTRODUÇÃO

A abobrinha italiana (*Cucurbita pepo* L.) também conhecida como abobrinha de tronco, pertence à família das cucurbitáceas, tendo como região de origem o México e sul dos Estados Unidos. É uma olerícola que se adapta aos diferentes tipos de clima e solo. Por esse motivo é cultivada em todas as regiões do Brasil (ARAÚJO et al., 2015; COELHO et al., 2020). Está entre as dez hortaliças de maior valor econômico e de maior produção no Brasil, tem como sua principal produtora e consumidora a região centro-sul, os principais estados produtores dessa região é São Paulo como maior produtor, seguido por Minas Gerais, Rio de Janeiro, Paraná e Goiás (DEL-FIM & MAUCH, 2017).

O mercado produtor de hortifrúti no Brasil envolvem em sua grande maioria a agri-



cultura familiar, onde o produto final é distribuído no mercado atacadista, nas feiras e Ceasas ou consumido na propriedade (AMORIM et al., 2017). A procura por uma alimentação mais saudável fez aumentar o consumo das hortaliças, fazendo dessa forma o horticultor utilizar técnicas que aumentem a produção e qualidade do produto (COELHO et al., 2020). Sabendo-se que as hortaliças requerem uma grande quantidade de nutrientes, por isso é necessário o fornecimento adequado dos nutrientes, desde o estágio de plântula até a colheita, pois o desequilíbrio nutricional, seja por carência ou excesso de nutrientes, é fator estressante para a planta, e influencia na produção e na qualidade final do produto (ARAUJO, 2013).

A adubação mineral visa promover a nutrição do solo, para atender a demanda nutricional

da cultura durante todo o seu desenvolvimento, objetivando-se aumentar a produtividade agrícola. Os nutrientes utilizados para promover a nutrição das plantas podem ser de origem orgânica, são os provenientes dos resíduos animais e vegetais, os sintéticos que são resultantes da indústria mineral e petroquímica, e os bioprodutos que é a utilização de microrganismos que melhoram a produção agrícola, promovendo o crescimento das plantas ou com ação protetora a fitopatógenos (RODRIGUES et al., 2015; HAROLDO 2017; FERREIRA, 2016).

Os adubos minerais mais utilizados são os formulados contendo nitrogênio, fósforo e potássio, devido a maior deficiência desses nutrientes no solo e por serem limitantes a produtividade das culturas. A matéria prima principal dos adubos ni-



trogenados é o gás natural, já dos adubos fosfatados e potássicos são as reservas minerais no solo (RODRIGUES et al., 2015).

É necessário o uso consciente e sem excesso dos adubos minerais, pois o consumo exagerado pode trazer riscos a natureza e saúde dos animais e do homem. As rochas fosfatadas apresentam em sua composição além do fósforo, alguns contaminantes como o cádmio, o uso em grandes quantidades de adubos fosfatados pode levar a impactos ambientais devido à alta toxicidade do cádmio (POP et al., 2008). Para o uso na agricultura os minerais de potássio mais utilizados são a silvita (KCl) e a carnalita ($\text{KMgCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), que são sais de potássio, esses quando utilizados de forma inadequado, em excesso pode levar a salinização dos solos, comprometendo a qualidade da produção (NASCIMENTO

et al., 2008).

O nitrogênio por ser um elemento muito móvel no solo, está sujeito a perdas por lixiviação, volatilização entre outros, e sua aplicação em excesso além de poder contaminar os solos e águas subterrâneas, também pode resultar na redução da qualidade e segurança nutricional, devido ao acúmulo de nitrato nas folhas das plantas, a exemplo das hortaliças folhosas como o alface, que estudos vem mostrando o acúmulo de nitrato nas folhas, esse elemento quando ingerido em grandes quantidades, pode causar graves consequências à saúde (LUI et al., 2014; PORTO et al., 2012).

Atualmente, o uso de microrganismos presentes no solo como fertilizantes biológicos, bioprodutos que são compostos, por microrganismos, como fungos e bactérias que visam



promover o desenvolvimento e proteção das plantas. É considerado uma solução natural e mais desejável para manter a sustentabilidade do sistema agrícola do solo. O uso de microrganismos condicionadores do solo com ação de disponibilizar o potássio para assimilação das plantas, capacidade de fixar o nitrogênio ou promover a dissolução de fósforo no solo (MONBARI et al., 2017). É uma opção para se manter a sustentabilidade, melhorando as características físico-químicas do solo, podendo trazer um menor custo da produção.

OBJETIVOS

Objetivo geral

O presente trabalho tem por objetivo avaliar o crescimento, as trocas gasosas, e a produção da cultura da abobri-

nha italiana (Cucurbita pepo L.) em função da adubação mineral com nitrogênio, fósforo e potássio com a adição de bactérias condicionadoras do solo (AzotoBarvar-1®, PotaBarvar-2®, PhosphoBarvar-2®) ou (BARVAR-N, BARVAR-P, BARVAR-K). A linha de produtos Barvar no Brasil devido a sua composição agentes biológicos que exercem a função de solubilização, bagaço de cana, perlita e água, classificando em diferentes classes de fertilizantes, como fertilizante orgânico composto classe A, inoculante e condicionador de solo biológico classe F. A classe de Biofertilizante sendo uma classe internacional.

Objetivos específicos

Determinar a melhor combinação entre o fertilizantes minerais e as bactérias condi-



cionadoras do solo (AzotoBarvar-1®, PotaBarvar-2®, PhosphoBarvar-2®) visando diminuir o uso de adubos minerais, com o uso do primeiro NPK Biológico do Brasil.

Verificar qual combinações de fertilizantes e bactérias condicionadoras do solo influenciou significativamente as características de crescimento e fisiológicas da cultura.

REVISÃO DE LITERATURA

Aspectos gerais da cultura

A cultura da abobrinha (*Cucurbita pepo* L.) tipo italiana também é conhecida por nome popular de abobrinha de moita, de tronco ou de árvore, pertence ao reino Plantae, divisão Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, família Cucurbitaceae, gênero *Cucurbita*, espécie *Cucurbita*

pepo L. (OLINIK et al., 2011).

É uma planta de ciclo anual, com hábito de crescimento ereto, tendo hastes curtas que formam uma típica moita, desta forma se adapta bem a espaçamentos menores quando comparada com as outras cucurbitáceas de ramos longos. Apresenta folhas com recortes, esses geralmente profundos ou intermediário, tendo ápice agudo e frequentemente aculeada, com coloração verde e manchas prateadas. O seu sistema radicular é extenso e superficial, concentrando-se nos primeiros 20 cm superficiais do solo, porém sua raiz principal pode ultrapassar uma profundidade de até 1m (FILGUEIRA, 2012).

Os frutos têm o formato alongado, quase cilíndrico e extremidades afiladas, sua coloração é verde-clara podendo haver finas estrias longitudinais, de cor escura, e a polpa do fruto é de cor



branca ou creme (HEIDEN et al., 2007). A colheita ocorre com os frutos imaturos, apresentando dimensões que variam entre 15cm a 20cm de comprimento, um diâmetro de 4cm a 6cm, com um peso médio que varia de 200 a 250 g (CARPES, 2008). A abobrinha vem se destacando entre as olerícolas pelo seu grande potencial para comercialização, pois além de representar opção produtiva o ano todo para os produtores, ainda possui boa aceitação para o mercado consumidor (AZABUNJA et al., 2015).

As abóboras (*Cucurbita* spp) em geral são muito utilizadas na alimentação humana por terem um elevado valor nutricional (RAMONI et al., 2014). Dependendo da variedade elas podem ser consumidas na forma imatura como a conhecida por abobrinha italiana (*Cucurbita pepo* L.) que são colhidas antes

que as sementes amadureçam (HELDEN et al., 2007), essas também são consumidas cozidas podendo ser usadas para substituir o macarrão e também em saladas, ou na forma madura como a abóbora quando cozida para a produção de doces, ou com sal para fazer purês, podendo ainda os ponteiros de ramas da abóbora (cambuquira) que pode ser usado em refogados e suas flores empadas (CARPES, 2008).

É uma planta que se desenvolve bem sob temperaturas amenas, sendo que o frio excessivo é desfavorável já que é uma planta intolerante a geadas, ela tem seu ótimo desenvolvimento e produtividade entre as temperaturas de 18 a 35°C. As temperaturas elevadas prejudicam a polinização e o desenvolvimento dos frutos, ocorrendo comprometimento da produção (FILGUEIRA, 2012). A cultura da abobri-



na se adapta a qualquer tipo de solo, no entanto desenvolve-se melhor em solos areno-argilosos, com pH entre 6,0 a 6,5 que sejam firmes e com boa drenagem (AZABUNJA et al., 2015).

A abobrinha tem elevada importância socioeconômica em diferentes regiões do país (CAVALCANTE et al., 2017). Já que a produção das olerícolas caracterizam-se pelas atividades serem realizadas em pequenas propriedades e por ser oriunda de mão de obra familiar. Tal fato contribui para a manutenção do homem no campo, e ao mesmo tempo estimula a geração de empregos, pois as atividades são desenvolvidas com baixa utilização de maquinários agrícolas (COSTA et al., 2015). Tendo seu cultivo difundido na agricultura familiar, e seu produto final consumido na propriedade rural, ou comercializadas em mercados

organizados como Ceasas, feiras e mercados varejistas. (DELFIM 2017).

Adubação com macronutrientes N, P e K para abobrinha italiana

No Brasil, existe a necessidade de mais estudos quanto às quantidades adequadas de fertilizantes a serem aplicadas na cultura da abobrinha para diferentes cultivares, regiões e épocas de plantio (SILVA et al., 2011 & ARMOND et al., 2016). Na maioria das vezes o olericultor aplica quantidades elevadas de fertilizantes visando obter maiores produtividades, levando ao surgimento de distúrbios nutricionais nas plantas, além de aumentar o custo de produção. O consumo de luxo proporcionado pela aplicação de elevadas quantidades de nutrientes nas culturas



acaba não resultando em aumento da produção (ARMOND et al., 2016).

A marcha de absorção de nutrientes pela abóbora, verificou-se que o potássio foi o nutriente absorvido em maior quantidade pela planta, seguido dos outros nutrientes dessa maneira: $K > N > Ca > P > Mg > S$ (ANDREAN et al., 2017).

Adubação nitrogenada em abobrinha

O nitrogênio (N) é um dos nutrientes requeridos em maior quantidade pelas culturas para obtenção de altas produtividades, no grupo das hortaliças ele é o segundo elemento mais requerido. A maior parte do nitrogênio disponível nos solos para a nutrição de plantas é obtida por meio de fixação biológica, sendo esse um processo complexo que

envolve a enzima nitrogenase presente em bactérias. O nitrogênio está disponível no solo em diversas formas, incluindo amônio, nitrato, aminoácidos, peptídeos e formas complexas insolúveis, sendo que as plantas tem certa preferência em sua maioria pelo nitrogênio na forma inorgânica, seja como o nitrato (NO_3^-) ou na forma de amônio (NH_4^+) (FERNANDES, 2006).

Na nutrição das plantas o nitrogênio está envolvido em diversas funções, atua na parte estrutural das plantas, sendo componente de aminoácidos, amidas, proteínas, ácidos nucleicos, nucleotídeos, coenzimas, hexoaminas, tem grande influência na produção de clorofila e metabólitos secundários, que encontram-se relacionados com a defesa da planta, processos bioquímicos e fisiológicos como a fotossíntese, respiração, desen-



volvimento da planta, atividades das raízes, absorção iônica de outros nutrientes e diferenciação celular (TAIZ & ZEIGER, 2004 apud BARROS et al., 2012). Segundo Queiroga et al. (2007), o aumento na dose do nitrogênio, proporciona incremento na área foliar da planta, exercendo efeito na produção de fotoassimilados e na produção dos frutos.

A deficiência do nutriente na planta se manifesta primeiro nas folhas maduras das plantas, isso ocorre pelo fato de ser um elemento bastante móvel nos feixes do floema (PÔRTO 2014). Os sintomas da deficiência nas folhas se expressão como uma clorose que posteriormente torna-se uma necrose, levando a uma retardo no crescimento das plantas, também causa restrições no pegamento dos frutos, que por sua vez apresentam menor desenvolvimento. A deficiência do nu-

triente também afeta a eficiência no uso da água e limita a produtividade da cultura (OLIVEIRA, 2018; ANDREAN et al., 2017; MENDES et al., 2010)

A adubação nitrogenada na abobrinha proporciona aumento no número de frutos por planta, na massa média dos frutos, no comprimento dos frutos e na altura da planta, também influencia o acréscimo do teor de nitrogênio foliar (PORTO et al., 2012; SILVA et al., 2011). O nutriente também apresenta influência positiva na produtividade da abobrinha italiana (AZABUNJA et al., 2015). A necessidade de nitrogênio da abobrinha para o estado de São Paulo varia de 90 a 120 kg ha⁻¹, da adubação de plantio há adubação de cobertura, de acordo com o instituto agrônômico (TRANI et al., 2014). A dose de adubo a ser utilizado varia, de acordo com o



solo, a cultivar, e a produtividade almejada. A necessidade de mais estudos sobre a dose adequada de adubação com nitrogênio para abobrinha na região nordeste.

Adubação fosfatada em abobrinha

Embora a exigência do fósforo seja em menor escala em comparação aos outros nutrientes, é de fundamental importância o seu fornecimento nos solos tropicais devido aos baixos teores do elemento disponíveis às plantas (OLIVEIRA et al., 2016). O fósforo no solo pode ser encontrado, nas formas iônica e em compostos do solo como, o fósforo adsorvidos na superfície dos constituintes minerais do solo; na forma de minerais cristalinos e amorfos e como componente da matéria orgânica. Podendo está na forma de $H_2PO_4^-$ que é

denominado de fósforo inorgânico (Pi), ou como fósforo orgânico (Po) que pode representar 20-80% do fósforo total do solo, porém sua liberação é controlada pela taxa de mineralização da matéria orgânica e depende da atividade microbiana.

Devido a sua deficiência nos solos se faz necessário a adubação com fertilizantes fosfatados. Pois o nutriente está envolvido em diversas funções na planta, influenciando na floração, frutificação, síntese de proteínas, constitui nucleoproteínas necessárias para a divisão celular, dessa forma atuando no desenvolvimento das plantas, e favorecendo o desenvolvimento do sistema radicular das hortaliças. O fósforo beneficia o processo de absorção iônica, por aumentar a zona de absorção de água e nutrientes, das raízes, por tanto aumenta a qualidade e o rendimento dos



produtos colhidos (MALAVOLTA, 2006; SOUZA et al., 2018; AVALHÃES et al., 2009).

Pelo fato do nutriente se móvel no floema, a deficiência dele na planta se manifesta nas folhas maduras. Os sintomas de deficiência são redução do tamanho das folhas que posteriormente tornam-se amareladas, podendo ainda apresentar no limbo foliar manchas avermelhadas, também apresenta sintomas em folhas mais novas, que se enroscam e encurvam-se (MELO et al 2015; MENDES et al., 2010).

Em estudos para avaliar o desempenho agrônomo de duas cultivares da abobrinha italiana, a Alícia e Caserta em relação a doses de fósforo, Souza et al, (2018), observaram que as doses de 128 e 150kg há-1 de fósforo, respectivamente, influenciaram positivamente, para as variáveis número total de frutos por planta

e número médio de frutos comercializáveis, quando comparadas as testemunhas que não receberam adubação. O mesmo foi observado por Abreu et al., (2011), para beterraba, e Avalhães et al., (2009), constatou que a aplicação de fósforo promoveu incremento para as variáveis crescimento da raiz, no teor foliar de fósforo e na massa fresca da raiz tuberosa da beterraba.

As doses de fósforo utilizadas na cultura da abobrinha variam de acordo com a região, o tipo de solo, clima, cultivar utilizada e do manejo da cultura, para a região do estado de São Paulo as doses variam de 60 a 240 kg ha-1 de P₂O₅; Minas Gerais, de 40 a 200 kg ha-1 de P₂O₅ e nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina 80 a 240 kg ha-1 de P₂O₅ (SOUZA, 2017). Como para o nitrogênio a necessidade de mais estudos sobre a dose



adequada de adubação fosfatada para abobrinha no nordeste.

Adubação potássica em abobrinha

Dentre os nutrientes mais exigidos pelas hortaliças, o potássio é o macro nutriente mais extraído por elas, estando envolvido em diversos processos fisiológicos como a fotossíntese e respiração (ARAUJO et al., 2013natsa). Ocorrendo na natureza na forma de compostos, e em minerais de minérios que são formados por cloretos e sulfatos. Os minerais mais processados para a uso de potássio na adubação é a silvita (KCl) que tem um teor de 52,44% de potássio e a carnalita (KMgCl₃.6H₂O) que apresentam um teor de 14,07% de potássio na sua composição. Sendo absorvido pelas plantas tanto na forma do íon K⁺ na solução do solo,

quanto na forma de K⁺ trocável (NASCIMENTO et al., 2008; FERNANDES, 2006).

O potássio está envolvido em diversas funções na planta, como na, ativação de diversas enzimas como a quinase pirúvica, aldolase, ATPases e síntese de amido, na regulação estomática possibilitando assim a planta ter um aumento na resistência a seca e baixas temperaturas (MALAVOLTA 2006). Atua na manutenção do estado energético da planta, na translocação e armazenamento de assimilados, e auxilia na fixação biológica do nitrogênio (FERNANDES, 2006). Também está vinculado a característica físico-químicas do fruto como, cor, tamanho, acidez, valor nutritivo e a resistência do fruto ao transporte, manuseio e armazenamento (ARAUJO et al., 2012).

Assim como o nitrogê-



nio e o fósforo, o potássio é um elemento bastante móvel no floema, e assim manifesta os sinais de deficiência nas folhas maduras, por translouca-se dos tecidos mais velhos para ao mais jovens (FERNANDES, 2006). Os sintomas observados são uma redução na taxa fotossintética e aumento na respiração, pois prejudica o funcionamento regular dos estômatos, levando a diminuir a assimilação de CO₂, consequentemente, a produção de fotoassimilados que resulta na diminuição do acúmulo de carboidratos, prejudicando a produção da cultura (ARAUJO et al., 2012; ANDREAN et al., 2017).

Em estudos com abobrinha Araújo et al. (2015), observou que o teor de potássio nos frutos aumentaram linearmente em função da adubação potássica em cobertura independente da época de aplicação. Isso ocor-

re pelo fato de ser um elemento bastante móvel no floema, transloucando-se da parte vegetativa para o fruto. Araújo et al. (2013), avaliando o crescimento e produção da abobrinha em relação a doses de potássio verificou que para a altura da planta, número de folhas, e massa fresca e seca da parte aérea as doses de potássio não influenciaram, o mesmo ocorreu para o número de frutos por planta.

Cecílio filho e Grangueiro (2004) estudando a qualidade de frutos de melancia sem sementes, em função de doses de potássio observaram que a espessura da casca dos frutos aumentou de forma linear de acordo com as doses e fontes do adubo potássico, mostrando que o potássio atua nas qualidades físico-químicas como já descrito, por Malavolta (2006) que em estudos com o melão e a melancia descre-



veu que a deficiência do K⁺ faz os frutos serem menos resistentes.

Para adubação potássica a controvérsias em relação a quantidade e se a adubação de cobertura tem efeito sobre o desenvolvimento da cultura. Para o estado de São Paulo é recomendado adubação de cobertura com doses que variam de 20 a 120 kg ha⁻¹, de acordo com a disponibilidade do nutriente no solo, para adubação de cobertura, doses de 60 a 80 kg ha⁻¹, parcelando as doses em duas aplicações, a primeira após 10 ou 15 dias após o transplante das mudas e a segunda 15 dias após a primeira. Há necessidade de mais estudos sobre doses e épocas de aplicação para a cultura da abobrinha na região nordeste (TRANI et al., 2014).

Bactérias condicionadoras do solo

O plantio convencional aliado ao uso excessivo de fertilizantes minerais vem gerando perdas nas qualidades físico-químicas dos solos, que consequentemente acarreta em degradação por processos erosivos e contaminação das águas subterrâneas devido aos resíduos de fertilizantes que entram em contato (FERREIRA et al., 2016; MARTINS et al., 2015). Dessa forma vem se buscando novas práticas e tecnologias no manejo de componentes biológicos do solo para uma agricultura sustentável. Sabe-se que as interações entre as plantas e microrganismos já são conhecidas há muito tempo, e atualmente o uso de microrganismos presentes no solo como fertilizantes biológicos e inoculantes é considerado uma solução natural e mais desejável para manter a sustentabilidade do sistema agrícola



(MANBARI et al., 2017).

As populações desses microrganismos solubilizadores de potássio e fósforo, e fixadores de nitrogênio ocorrem em quase todos os tipos de solo, variando sua população em função de fatores como o tipo de solo, vegetação, temperatura, pH e teores de matéria orgânica (MENDONZA 2001). Dentro desse grupo temos as rizobactérias, conhecidas como promotoras do crescimento de plantas, que habitam a região da rizosfera das raízes (ANDREAN et al., 2014). Outro grupo de bactérias são as endofíticas que habitam naturalmente o interior das plantas e promove o crescimento da hospedeira, sendo as mais comuns as dos gêneros *Bacillus*, *Pseudomonas* e *Burkholderia* que são constantemente reconhecidos por solubilizarem o P e que estão diretamente ligados ao potencial de controle biológico

co e promoção do crescimento vegetal (CORREIA et al., 2019).

Em estudos para avaliar o crescimento e produção da cenoura cv. Nantes Andreani et al. (2014), verificaram que as rizobactérias isoladas de *Crotalaria spectabilis* Roth induziram a maior produtividade da cultura em comparação a testemunha. Manbari et al., (2017) avaliando o crescimento do feno-grego com inoculação de sementes com biofertilizante *Sinorhizobium meliloti* e (PotaBarvar- 2) observou que as bactérias promoveram um aumento no crescimento da planta, e aumentou a produção de brotações. Souza (2018), em estudo para avaliar o crescimento e produção da soja inoculada com a bactéria *Pantoea agglomerans* (AzotoBarvar-1®), constatou que apesar de não apresentar diferenças significativas entre os tratamentos com e sem inoculação, o



tratamento com Pantoea agglomerans proporcionou melhores resultados no desenvolvimento e aumento de cerca de 17 % na produtividade da soja.

MATERIAIS E MÉTODOS

Localização da área experimental e caracterização do solo

O experimento foi conduzido em condições de vasos plástico, em casa de vegetação, localizado no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande, Pombal/PB, no período de setembro de 2019 a dezembro de 2019. A localização geográfica está definida pelas coordenadas: 06° 46' 13" de latitude sul, 37° 48' 06" de longitude oeste e altitude aproximada de 242 m.

Segundo a classificação

climática de Köppen, o clima predominante na região é do tipo Bsh, o qual se caracteriza como quente e seco, com pluviosidade média anual inferior a 1000mm/ano com chuvas irregulares e medias anuais térmicas superiores a 25°C.

Delineamento experimental e descrição dos tratamentos

O delineamento experimental usado foi o de blocos ao acaso, com seis repetições e dez tratamentos, num total de sessenta parcelas experimentais. Os tratamentos foram compostos pelas combinações de níveis de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), sendo recomendados doses de 0, 50 e 100% da quantidade exigida pela cultura e três condicionadores de solo contendo bactérias (AzotoBarvar-1®, PotaBarvar-2®, PhosphoBar-



var-2®), além do tratamento testemunha (sem adubação mineral e sem bactérias condicionadoras do solo) e outro apenas com aplicação de fertilizantes NPK (100%). As quantidades de N, P e K foram calculadas considerando-se as necessidades da cultura

de acordo com a recomendação de adubação de Cavalcanti et al. (2008). As unidades experimentais foram compostas de vasos com capacidade de 45 dm³. Os tratamentos testados são demonstrados na (tabela 1).

Tabela 1. Descrição dos Tratamentos

Tratamento	Inoculante	Doses de Nitrogênio (N); fósforo (K); Potássio (K)
T1	Sem	0
T2	Sem	100% NPK
T3	AzotoBarvar-1®	100% de PK
T4	AzotoBarvar-1®	50% N + 100% de PK
T5	PotaBarvar-2®	100% de NP
T6	PotaBarvar-2®	50% K + 100% de NP
T7	PhosphoBarvar-2®	100% de NK
T8	PhosphoBarvar-2®	50% P + 100% de NK
T9	AzotoBarvar-1® PotaBarvar-2® PhosphoBarvar-2®	0
T10	AzotoBarvar-1® PotaBarvar-2® PhosphoBarvar-2®	50% de NPK

Condicionadores de solo Inoculante AzotoBarvar-1®

Composto pela bactéria *Pantoea agglomerans* (Estirpe O4), in vivo em 107 a 108 UFC

por grama ou ml (GREEN BIOTECH, 2020). É uma bactéria heterotrófica gram-negativa que tem a capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico aerobiamente e converter em amônia deixando



do-o de forma assimilável para absorção das plantas. A bactéria fixa o nitrogênio usando seletivamente três sistemas distintos de nitrogenase (molibdênio, vanádio e ferro) ativos sob condições totalmente aeróbicas, dessa forma ela tem sua taxa de respiração elevada para eliminar o oxigênio intracelular, e também produz no meio extracelular uma substância polímera que impede a invasão do oxigênio (BAARS et al., 2016; NATZKE et al., 2018).

Inoculante PhosphoBarvar-2®

Composto por dois tipos de bactérias solubilizadoras de fosfato, a *Pantoea agglomerans* (estirpe P5) e *Pseudomonas putida* (Estirpe P13) ambas na concentração de 109 UFC por grama (GREEN BIOTECH, 2020). É uma bactéria gram-negativa, que pode ser encontrada

principalmente no solo, e também nas plantas, na água, insetos e pouco frequente em humanos. Tem como característica promover o crescimento de plantas e produzir quatro categorias de fitohormônios como ácido indol-3-acético (IAA), ácido abscísico (ABA), ácido giberélico (GA4) e a citocinina (CTK) (FENG et al., 2006; LUZIATELLI et al., 2020). Ela atua liberando fosfato a partir de compostos orgânicos, principalmente por segregar enzimas fosfatase (GREEN BIOTECH, 2020).

P. putida é uma bactéria saprofítica do solo também gram-negativa, que tem capacidade para colonizar as raízes das plantas cultivadas, que apresenta vantagens por estimular o crescimento das plantas que coloniza, isso ocorre pelo fato de sua capacidade de sintetizar sideróforos e fornecendo ferro para a planta,



a capacidade de diminuir níveis inibidores de crescimento como o de etileno nos tecidos vegetais pela produção de ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC) desaminase e capacidade de secretar IAA (BERNAL et al., 2017; PATTEN e GLICK et al., 2002). E também tem a capacidade de operar liberando fosfato na forma de compostos inorgânicos principalmente pela produção de ácidos orgânicos (GREEN BIOTECH, 2020).

Inoculante Potabarvar®

Contém dois tipos de bactérias solubilizadoras de potássio a *Pseudomonas vancouverensis* (estirpe 13.1) na concentração de 107 a 108 UFC/gr e a bactéria *Pseudomonas koreensis* (Estirpe 14.3), também na concentração 107 e 108 UFC/gr (GREEN BIOTECH, 2020)

Instalação e condução do experimento

Em cada unidade experimental foi colocado um litro de areia mais um litro de brita na base do vaso para facilitar a drenagem, em seguida foi incorporado oito litros de esterco bovino curtido em 35 L de solo sem ser peneirado, formando assim 43 dm³, foi colocada uma cobertura morta de palhada de milho sobre o solo, os vasos foram dispostos em seis linhas cada um com dez vasos.





Figura 1. Vista da área experimental quando da instalação do ensaio.
Fonte: Autora.

A semeadura ocorreu no dia 19 de setembro de 2019, foi realizada manualmente na profundidade de 1,0 cm, onde foram colocadas quatro sementes por vaso, utilizando-se um total de 240 sementes, divididas em 24 sementes por tratamento. A cultivar utilizada foi a abobrinha cv. Caserta Italiana® (FELTRIN SEMENTES), tendo as seguintes características: colheita entre 45 a 50 dias após a germinação, polpa de coloração creme, peso médio de frutos entre 200 a 250 g

e produtividade média entre 800 a 1200 caixas ha-1 (FELTRIN, 2020).

As sementes foram inoculadas com os condicionadores AzotoBarvar-1®, PotaBarvar-2®, PhosphoBarvar-2® no dia da semeadura de acordo com os tratamentos propostos, sendo utilizada uma dose de 0,192 g do produto para cada 20 ml de água, repetindo-se as aplicações aos 15 e 30 dias após a germinação na dosagem de 1 g vaso-1 dos condicionadores, proposta pelo fa-

bricante.



Figura 2. Inoculação das sementes de abobrinha.
Fonte: Autora

A adubação mineral foi realizada com fontes de ureia, KCL e MAP, que ocorreu em cinco parcelas, sendo uma adubação por semana, totalizando cinco semanas com doses de 100% e 50% da quantidade recomendada para a cultura que corresponde respectivamente a 14 g/pl e 7 g/pl de Ureia, 30 g/pl e 15 g/pl de KCL, 37 g/pl e 18,5 g/pl de MAP. Realizando a primeira adubação aos 15 dias após a germinação.

Quatro dias após a se-

meadura iniciou-se o processo germinativo da abobrinha, sete dias após a semente foi realizado o primeiro desbaste onde foram deixadas apenas duas plantas por vaso. O segundo desbaste aconteceu 31 dias após o sementeio, deixando apenas uma planta por vaso. O experimento foi retirado de campo 49 dias após o sementeio.



Figura 3. Emergência das plântulas de abobrinha italiana.

Fonte: Autora



Figura 4. Primeiro desbaste da abobrinha italiana, deixando apenas duas plantas por vaso.

Fonte: Autora

As irrigações foram realizadas diariamente, de modo a deixar o solo com umidade próxima à máxima capacidade de retenção, com base no método da lisimetria de drenagem, sen-

do a lâmina aplicada acrescida de uma fração de lixiviação de 20%. O volume aplicado (V_a) por recipiente foi obtido pela diferença entre o volume anterior (V_{ant}) aplicada menos a média de dre-



nagem (d), dividido pelo número na equação 1:
de recipientes (n), como indicado

$$V_a = \frac{V_{ant} - D}{n(1 - FL)} \quad \text{Eq. 1}$$

O controle de pragas e cultura.
doenças foi realizado de acordo
com as necessidades da cultura,
com produtos registrados para a



Figura 5. Vista do experimento 16 dias após a emergência da abobrinha
Fonte: Autora.



Figura 6. Vista do experimento aos 38 dias após a emergência.

Fonte: Autora.



Figura 7. Plantas de abobrinha italiana na última avaliação de crescimento aos 49 dias após a emergência.

Fonte: Autora.



Figura 8. Frutos de abobrinha no momento da colheita.

Fonte: Autora.



Figura 9. Fitomassa fresca de folhas e caules (A) e seca (B) após secagem em estufa.
Fonte: Autora.

Parâmetros analisados

A avaliação de crescimento ocorreu 49 dias após o semeio, onde foram observados e catalogados o número de folhas por planta, altura da planta, largura da folha e predição da área foliar. Em seguida as plantas foram retiradas de campo, e foram separadas as folhas do caule e a parte aérea foi colocada para secar, dentro de sacos de papel em estufa, por três dias a temperatura de 25°C, após serem retiradas da estufa foram pesadas.

Os frutos começaram a ser colhidos quando atingiam o comprimento comercial de 18 a 20 cm, e diâmetro de 4 cm, em seguida foram pesados em balança d.

Altura de plantas (AP)

Foi determinada através da medição da distância (cm) existente entre a superfície do solo até o ápice de cada planta. Para essa determinação foram utilizadas 2 plantas por parcela experimental, aos 45 dias após a

germinação (DAG).

Número de folhas por planta (NF)

Foi obtido pela contagem do número de folhas aos 45 dias após a emergência, adotando-se duas plantas por parcela.

Diâmetro do caule (DC)

Foi obtido através de leituras realizadas com um paquímetro digital (mm) a uma altura

de aproximadamente 3 a 4 cm acima da superfície do solo em duas plantas por parcela, aos 45 dias após a emergência.

Área foliar (AF)

A predição da área foliar (AF) foi obtida pelas medidas da largura de todas as folhas que apresentavam largura mínima de 5 cm e foi estimada pela equação tendo o resultado em cm², conforme a equação sugerida por Fialho et al. (2011).

$$\text{Eq. 2 } AF = 47,3647 + 0,6211L^2$$

Se faz necessário o estudo da área foliar da planta, pois ela tem correlação com a atividade fotossintética, já que, seu conhecimento é importante para o entendimento da fotossíntese, interceptação luminosa, uso da água e nutrientes e consequentemente do potencial produtivo

(FIALHO et al., 2011).

Número de frutos por planta (NFP)

Foi obtido pela contagem a partir do surgimento dos primeiros frutos no ponto de colheita até o final do ciclo da cul-



tura, expresso em frutos planta⁻¹.

Peso de frutos (PF)

Foi obtido pela pesagem dos frutos classificados como comerciais, com auxílio de uma balança, sendo o peso médio expresso em g planta⁻¹.

Produção de frutos (PDT)

Foi determinado pela produção total de frutos de cada tratamento, transformada de g planta⁻¹ para kg ha⁻¹.

Parâmetros fisiológicos

Trocas gasosas

Para medir as trocas gasosas das plantas foram utilizando um equipamento portátil de medição de fotossíntese “LCPro+” da ADC BioScientific

Ltda, operando com controle de temperatura a 25°C, irradiação de 1200 μmol fótons $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ CO_2 proveniente do ambiente à uma altura de 3 m da superfície do solo, obtendo-se as seguintes variáveis: Taxa de assimilação de CO_2 (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração (E) ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática (gs) ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e concentração interna de CO_2 (Ci), a pinça foi colocada na terceira folha contada a partir do ápice. De posse desses dados, serão quantificadas a eficiência intrínseca no uso da água (EiUA) (A/E) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$] e a eficiência instantânea da carboxilação (EiCi)(A/Ci).

Análise estatística

Os parâmetros foram submetidos à análise de variância pelo teste de Scott-knott ao nível



de 1% e 5% de probabilidade. Utilizou-se o programa estatístico SISVAR para as análises estatísticas (FERREIRA, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os coeficientes de variação encontrados foram considerados médios para as variáveis

altura de planta, diâmetro de caule, número de folhas e área foliar como pode ser visto na (tabela 2). Para a variável altura de planta (AP) os tratamentos T5 (PB+NP100), T7 (PB+NK100) e T10 (AB+PhB+PB+NPK50) foram superior aos demais tratamento (Tabela 3).

Tabela 2. Médias de altura de plantas (AP), diâmetro de caule (DC), número de folhas (NF) e área foliar (AF) em plantas de abobrinha italiana submetida a adubação de NPK e bactérias condicionadoras do solo, aos 49 dias após a germinação. Pombal, PB. 2020.

Tratamento	AP	DC	NF	AF
	---cm---	---mm---	-folha planta ⁻¹ --	--m ² planta ⁻¹ --
T 1	62,08 B	13,79 E	24,50 E	2,20 D
T 2	57,12 C	19,06 B	37,03 A	3,16 B
T 3	52,75 C	16,68 C	27,66 D	2,97 B
T 4	63,69 B	16,23 C	33,66 B	3,17 B
T 5	73,37 A	18,51 B	37,67 A	2,83 C
T 6	63,97 B	18,84 B	32,33 C	3,77 A
T 7	72,17 A	17,14 C	31,83 C	3,14 B
T 8	53,62 C	20,23 A	31,50 C	2,75 C
T 9	54,85 C	15,22 D	23,00 C	2,40 D
T 10	71,61 A	16,63 C	34,50 B	3,08 B
CV %	5,09	4,95	4,87	6,66
Média	62,52**	17,24**	31,37**	29.521,97**

AP= altura da planta; DC= diâmetro do caule; NF= número de folhas; AF = área foliar, *, **= significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade pelo teste de Scott-nott; NS= não significativo; CV= coeficiente de variação; T1= (testemunha sem adubação e sem bactérias); T2= (100NPK); T3= (AB+100PK); T4= (AB+50N+100PK); T5= (PB+100NP); T6= (PB+50K+100NP); T7= (PB+100NK); T8= (PB+50P+100NK); T9= (AB+PB+PB); T10= (AB+PB+PB+50NPK).



(PhB+100NK); T8= (PhB+50P+100NK); T9=(AB+PhB+PB); T10= (AB+PhB+PB+50NPK)); 100%= dose total de adubação mineral recomendada para a cultura da abobrinha; 50%= metade da dose de adubação mineral recomendada para cultura da abobrinha; N= nitrogênio; P= fósforo; K= potássio; AB= AzotoBarvar-1; PB= PotaBarvar-2; PhB= PhosphoBarvar-2.

A superioridade dos tratamentos mostra que o uso das bactérias podem reduzir a adubação mineral em até 50% da dose, como pode ser observado no tratamento 10 (AB+PhB+KB+NPK50). Estando de acordo com os resultados de Vitorazi filho et al. (2012), que ao avaliar o crescimento do maracujá-doce sob doses de fósforo associadas a inoculação com fungos micorrízicos arbusculares e bactérias diazotróficas, constatou aumento da altura da planta e área foliar, dos tratamentos com inoculação, independente da presença de fósforo no solo, em comparação aos tratamento sem inoculante. Em estudos com alface utilizando inoculantes com bactérias capazes de solubilizar fosfato para avaliar o tempo de

produção das mudas, Florentino et al. (2017), observou que o uso das bactérias conseguiu aumentar o desenvolvimento das mudas, e reduzir o tempo de produção.

As doses de potássio e fósforo com inoculação da bactéria PhosphoBarvar-2® interferiram no diâmetro do caule, onde o tratamento 8 (PhB+50P+100NK) foi superior aos demais tratamentos. Mostrando a importância da adubação fosfatada, para o desenvolvimento da planta, pois o elemento tem devida importância na divisão celular, e absorção iônica das plantas, e a eficiência das bactérias com ação na solubilização do fósforo, podendo reduzir o uso de até 50% da dose de fósforo sem diminuir o desempenho da cultura. Efeito significa-



tivo com adubação fosfatada na abobrinha também foi observado por Costa et al. (2015), avaliando o desenvolvimento e produção da cultura, onde houve aumento no diâmetro do caule de acordo com o aumento da dose de adubo aplicada, o maior diâmetro foi obtido com a dose de 270 kg há-1.

Os tratamentos 2 (100NPK) e 9 (AB+PhB+PB) diferiram significativamente a nível de 1% entre si, tendo média superior o T2 (100NPK). Os tratamentos 2 (100NPK) e 5 (PB+100NP) foram superiores para número de folhas, mostrando a importância da adubação nitrogenada e fosfatada para a divisão celular e desenvolvimento da planta, e que a bactéria que solubiliza o potássio pode reduzir o uso do adubo potássico em 50%. O T6 (PB+50K+100NP) foi superior aos demais tratamentos para área foliar, não havendo diferen-

ça entre o T2 (100NPK) e T10 (AB+PhB+PB+50NPK), o que demonstra que o uso das bactérias, pode reduzir a dose de adubo e não diminuir o desempenho da cultura oferecido pela dose de 100% da adubação mineral.



Tabela 3. Teste de média para a taxa de assimilação de CO₂ (A), condutância estomática (gs), transpiração (E) e concentração interna de CO₂ (Ci), de plantas de abobrinha italiana, em função do uso de condicionadores do solo e macronutrientes primários, aos 49 dias após germinação. Pombal, PB. 2020.

Tratamento	A	gs	E	Ci
T 1	16,70 B	0,32 D	3,82 A	264,17 B
T 2	17,61 A	0,33 C	3,72 A	251,67 B
T 3	15,21 C	0,31 D	3,76 A	250,50 B
T 4	16,57 B	0,35 B	3,95 A	263,33 B
T 5	16,10 C	0,34 C	3,86 A	273,83 A
T 6	16,78 B	0,32 D	3,75 A	260,67 B
T 7	15,48 C	0,31 D	3,78 A	274,33 A
T 8	18,21 A	0,37 A	3,03 A	259,17 B
T 9	17,08 B	0,32 C	3,66 A	255,50 B
T 10	17,11 B	0,33 C	3,83 A	262,50 B
CV (%)	4,27	4,59	4,66	3,64
MEDIA	16,69**	3,86**	261,57*	0,33**

*, **= **= significativo ao nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade pelo teste de Scott-nott; NS= não significativo CV= coeficiente de variação; T1= (testemunha sem adubação e sem bactérias); T1= (testemunha sem adubação e sem bactérias); T2= (100NPK); T3= (AB+100PK); T4= (AB+50N+100PK); T5= (PB+100NP); T6= (PB+50K+100NP); T7= (PhB+100NK); T8= (PhB+50P+100NK); T9=(AB+PhB+PB); T10= (AB+PhB+PB+50NPK)); 100%= dose total de adubação mineral recomendada para a cultura da abobrinha; 50%= metade da dose de adubação mineral recomendada para cultura da abobrinha; N= nitrogênio; P= fósforo; K= potássio; AB= AzotoBarvar-1; PB= PotaBarvar-2; PhB= phosphoBarvar-2.

A taxa de assimilação (PhB+50P+100NK) também de CO₂ das plantas de abobrinha apresentou superioridade aos outros variou de 15,21 à 17,61 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (Tabela 5), Sendo o T2 (100NPK) (100NPK), mostrando que quanto e T8 (PhB+50P+100NK) superiores ao tratamento testemunha. Da mesma forma para a maior for a condutância estomática, maiores serão as trocas gasosas, gerando assim maior incorporação do CO₂ atmosférico, que



resultando em maior produção de fotoassimilados para as plantas. Para o fator transpiração houve diferença significativa a nível de 5% de significância, porem os resultados não apresentaram diferença entre si, isso pode ser explicado pelo fato de nenhum tratamento ter sido submetido a estresse hídrico.

A concentração interna de CO₂ os T8 (PhB+50P+100NK) e T2 (100NPK) apresentaram medias inferiores aos tratamentos T5 (PB+100NP) E T7 (PhB+100NK) que foram superiores a todos os tratamentos, esse resultado está relacionado a (A e gs), pois o T5 e T7 apresentaram decréscimo para esses fatores, ao contrário dos outros dois tratamentos, esse aumento na Ci pode demonstrar que a fotossíntese também pode ter sido limitada por fatores bioquímicos, já que o CO₂ não foi consumido.

Também pode ser analisado que o T10 (AB+PhB+PB+50NPK) assim como o T2 (100NPK) não diferiram entre si pra Ci mostrando que o uso das bactérias pode reduzir a dose de adubo NPK em 50%.



Tabela 4. Fitomassa seca da parte aérea (FSPA) aos 49 dias após a germinação, Número de frutos por planta (NFP), peso médio dos frutos (PMF) e produção (PROD) da abobrinha italiana. Pombal, PB. 2020.

Tratamento	FSPA	NFP	PMF	PROD
	49 DAG	--Frutos planta ⁻¹ --	--g planta ⁻¹ --	--g planta ⁻¹ --
T 1	91,11 D	3,67 D	458,33 B	1674,17 D
T 2	173,52 A	7,00 B	522,17 A	3658,50 B
T 3	117,91 D	5,67 C	534,83 A	3040,67 C
T 4	163,59 B	5,67 C	523,67 A	2975,17 C
T 5	177,57 A	5,83 C	454,00 B	2674,50 C
T 6	169,76 B	6,67 B	487,17 B	3241,50 B
T 7	145,40 C	5,17 C	501,00 A	2585,67 C
T 8	166,19 B	7,17 B	527,67 A	3771,67 B
T 9	93,04 D	5,00 C	414,83 C	2071,67 D
T 10	177,25 A	7,83 A	574,17 A	4499,33 A
CV%	5,84	11,65	7,69	13,95
MEDIA	147,53**	5,97**	499,78**	3019,28**

Na fitomassa seca de parte aérea (FSPA) todos os tratamentos foram superiores ao tratamento testemunha, com exceção ao T9 (AB+PhB+PB) e T3 (AB+100PK) (Tabela 4). Apenas os tratamentos T4 (AB+50N+100PK) e T10 (AB+PhB+PB+50NPK) obtiveram acúmulo de fitomassa semelhante ao tratamento com 100% de adubação mineral (T2). Com isso, o uso isolado de PotaBar-

var-2® pode reduzir a adubação potássica, ou o uso dos três inoculantes (AzotoBarvar-1®, PotaBarvar-1®, PhosphoBarvar-2® + 50% de NPK) pode reduzir a dose em até 50% da adubação da abobrinha. O que condiz com o estudo de Pais et al., (2016) com melancia avaliando o crescimento de parte aérea, notou que os tratamentos com isolados de bactérias promotoras de crescimento vegetal, obtiveram aumento



no teor de matéria seca de parte aérea, em relação com a testemunha que não foi inoculada.

Em estudos com a calêndula (*Tagetes erecta* L.), Zaredost et al. (2014), avaliando a qualidade floral da cultura, com uso da bactéria condicionadora do solo (PhosphoBarvar-2®) que contem bactéria que solubiliza o fósforo com interação de doses de adubo fosfatado, observou que o teor de peso seco das flores foi maior para o tratamento contendo inoculação da bactéria que solubiliza o fósforo + 400mg de fosfato, obtendo o resultado de 16,2 g sendo superior ao tratamento contendo apenas fósforo químico que obteve o resultado de 13,33 g.

Para número de fruto por planta (NFP), todos o tratamento foram superior a testemunha sem adubação e sem inoculação de bactérias, o T10

(AB+PhB+PB+50NPK) foi o tratamento superior, o peso médio do fruto (PMF) o T9 (AB+PhB+PB) foi inferior a todos os tratamentos, os tratamentos 10 (AB+PhB+PB+50NPK), 8 (PhB + 50 P + 100 N K), 7 (PhB + 100 N K), 4 (AB + 50 N + 100 P K) e 3 (AB+100PK) tiveram resultados semelhantes ao tratamento com adubação mineral, e para produção total (PROD) o T10 foi superior a todos os tratamentos, assim as bactérias podem substituir o uso em até 50% de fertilizantes nitrogenados, fosfatados e potássicos, levando a um menor custo de produção, e diminuindo riscos com contaminação dos solos.

Resultados semelhantes foram obtidos por Osorio Filho et al. (2015), em estudos com a variedade de tomate Serato, os quais observaram que dobrou o número de frutos das plantas que



foram inoculadas com o isolado bacteriano UFRGS-VP16, do gênero *Burkholderia*, aumentando também a massa dos frutos das plantas que foram inoculadas com a bactéria UFRGS-1TV, que pertence à espécie *Rhizobium leguminosum* bv. *Viciae*. Estudando o desempenho agrônômico do milho, Spolaor et al. (2016), concluíram que os tratamentos contendo os inoculantes Masterfix L e UEL foram superiores aos não inoculados, com incrementos médios de produtividade de 13,21 e 26,61%, respectivamente, mesmo não ocorrendo adubação de cobertura.

Foi observado que os produtos biológicos a base de bactérias atuam em processos como a solubilização de fosfatos e zinco e produção de hormônios como as auxinas, giberilinas e citocininas que consequentemente gera um aumento no crescimen-

to e produtividade das plantas (MATOSO et al., 2019).

Levando a sugerir que os resultados aqui obtidos, superiores ao tratamento testemunha foi influenciado significativamente por tais processos citados anteriormente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todos os parâmetros estudados, inerentes à planta, foram influenciadas pela aplicação dos condicionadores do solo e quantidades de nutrientes utilizados. Altura de plantas, diâmetro de caule, número de folhas, área foliar e atividade fotossintética foram superiores na medida em que se adicionaram as bactérias condicionadoras e os macronutrientes N, P e K na fertilização do solo. O tratamento 2 (100NPK), apresentou diminui-



ção em AP, DC, NF, AF e resultados para atividade fotossintética inferiores pela não aplicação dos condicionadores do solo e macronutrientes primários.

Em se tratando da aplicação das bactérias, observou-se que os tratamentos que receberam algum dos condicionadores ou todos influenciaram significativamente parâmetros avaliados na cultura durante a condução do ensaio. Com base nos resultados aqui obtidos, recomenda-se outros estudos utilizando produtos contendo bactérias, porém, com maior duração de tempo.

CONCLUSÕES

O uso das bactérias condicionadoras de solo e macronutrientes primários influenciou os parâmetros avaliados.

As bactérias condicionadoras de solo fixadoras de

nitrogênio e solubilizadoras de potássio e fósforo da linha BARVAR em associação com 50% da adubação com NPK promoveram maior número de frutos, peso médio de frutos e produção por planta da abobrinha.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRÊU, F. L. G.; CAZETTA, J. O.; XAVIER, T. F. Adubação fosfatada no meloeiro-amarelo reflexos na produção e qualidade dos frutos. Revista Brasileira de fruticultura. v. 33, n. 4, p. 1266-1274, 2011.

AMORIM, D. J.; ALMEIDA, E. I. B.; FERRÃO, G. E.; PIRES, I. C. G. Analise de qualidade e do preço de hortaliças comercializadas no mercado varejista da Chapadinha/MA. Revista Agrotópica. v. 29, n. 2, p. 151-156, 2017.



- ANDREAN, A. F. B. A.; SERON, C. C.; MANGAROTTI, D. P. O.; NASCIMENTO, J. M. R.; HACHMANN, T. L.; REZENDE, R. Efeito de diferentes doses de nitrogênio e potássio via fertirrigação sobre a massa média de frutos da cultura da abobrinha italiana cultivar novita plus. In: Encontro Internacional de Produção Científica, 10, Maringá, 2017. Anais. Maringá: Centro Universitário de Maringá, 2017.
- ARAÚJO, H. S.; CARDOSO, A. I. I.; OLIVEIRA JUNIOR, M. X.; MAGRO, F. O. Teores e extração de macronutrientes em abobrinha-de-moita em função de doses de potássio em cobertura. Agrária – Revista brasileira de Ciências Agrárias. v. 10, n. 3, p. 389-395, 2015.
- ARAÚJO, H. S.; MANUEL JUI-
NIOR, X. O.; MAGRO, F. O.;
CARDOSO, A. I. I. Doses de po-
tássio em cobertura na produção
de frutos de abobrinha italiana.
Revista de Ciências Agrárias. v.
36, n. 3, p. 303-309, 2013.
- ARAÚJO, H. S.; QUADROS, B.
R.; CARDOSO, A. I. I.; COR-
RÊA, V. C. Doses de potássio em
cobertura na cultura da abóbora.
Revista Pesquisa Agropecuária
Tropical, v. 42, n. 4, p. 469-475,
2012.
- ARMOND, C.; OLIVEIRA, V.
C.; GONZALEZ, S. D. P.; OLI-
VEIRA, F. E. R.; SILVA, R. M.;
LEAL, T. T. B.; REIS, A. S.; SIL-
VA, F. Desenvolvimento inicial
de plantas de abobrinha italiana
cultivada com húmus de minho-
ca. Revista Horticultura Brasilei-
ra v. 34, n.3, p. 439-442, 2016.
- AVALHÃES, C. C.; PRADO, R.



M.; GONDIM, ALVES, A. U.; COREEIA, M. A. R. Rendimento e crescimento da beterraba em função da adubação com fósforo. *Revista Scientia Agraria*, v. 10, n. 1, p. 075-080, 2009.

AZAMBUJA, L. O.; BENETT, C. G. S.; BENETT, K. S. S.; COSTA, E. Produtividade da abobrinha ‘Caserta’ em função do nitrogênio e gel hidrorreten- tor. *Revista Científica*. V. 43, n. 4, p. 353-358, 2015.

BAARS, O.; ZHANG, X.; MOREAL, F. M. M.; SEYED-SAYAMDOST, M. R. The Siderophore Metabolome of *Azotobacter vinelandii*. *Journal Applied and Environmental Microbiology*. v. 82, n. 1, p. 27-39, 2016.

BARROS, M. M.; ARAUJO, W. F.; NEVES, L. T. B. C.; CAM-

POS, A. J.; TOSIN, J. M. Produção e qualidade da melancia submetida a adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v.16, n.10, p.1078– 1084, 2012.

BERNAL, P.; ALLSOPP, L. P.; FILLOUX, A.; LLAMAS, M. The *Pseudomonas putida* T6SS is a plant warden against phytopathogens. *Journal International Society for Microbial Ecology*. v. 11, p. 972-987, 2017.

BIZARRO, V. G.; MEURER, E. J.; TATSCH, F. R. P. Teor de cádmio em fertilizantes fosfatados comercializados no Brasil. *Revista Ciência Rural*. v. 38, n. 1, p. 247-250, 2008.

Características agronômicas da semente de abobrinha italiana (*cucurbita pepo* L.) ELTRIN SEMENTES. Disponível



em: <<https://www.sementesfeltrin.com.br/Produto/abobrinha-caserta-italiana>> acessado em: 25 de março, 2020.

CARPES, R. H. Variabilidade da fitomassa de frutos de abobrinha italiana e de tomate e o planejamento experimental. 2018. 92p. Tese de Doutorado (Pós-Graduação em Agronomia) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Rural de Santa Maria, Santa Maria. 2008.

CAVALCANTE, R. R.; NASCIMENTO, I. R.; ROCHA, R. N. C. Características produtivas de frutos de abobrinha de moita em função de diferentes doses de adubação nitrogenada. Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária. v. 11, n. 6, p. 11-15, 2017.

CAVALCANTI, F. J. A. Coord. Recomendações de adubação

para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação. 3. ed. Recife, IPA, 2008. 212p.

CECÍLIO FILHO, A. B.; GRANGEIRO, L. C. Qualidade de frutos de melancia sem sementes em função de fontes e doses de potássio. Revista Ciências agrotecnologia, v. 28, n. 3, p. 570-576, 2004.

COELHO, V. A. T.; SOUZA, C. G.; NASCIMENTO, E. S.; LACERDA, L. G.; CARDOSO, P. A. Deficiências de macronutrientes em Abobrinha Italiana (*Cucurbita pepo* L.): caracterização de sintomas e crescimento. Research, Society and Development, v. 9, n. 3, p. 1 – 19, 2020.

COSTA, A. R.; REZENDE, R.; FREITAS, P. SS. L.; GONÇALVES, A. C. A.; FRIZZONE, J. A. A cultura da abobrinha italiana



(Cucurbita pepo L.) em ambiente protegido utilizando fertirrigação nitrogenada e potássica. Revista irriga Botucatu, v. 20, n. 1, p. 105-127, 2015.

DELFIM, T. F.; MAUCH, C. R. Fenologia, qualidade e produtividade de frutos de genótipos de abobrinha cultivados em ambiente protegido. Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária. v. 11, n. 3, p. 49-55, 2017.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. Nutrição Mineral de Plantas. Planta, 2006, 416p. FENG, Y.; SHEN, D.; SONG, W. Rice endophyte *Pantoea agglomerans* YS19 promotes host plant growth and affects allocations of host photosynthates. Journal of Applied Microbiology. v. 100, p. 938-945, 2006.

FERNANDES, M. S. Nutri-

ção Mineral de Plantas. SBCS, 2006, 432p. Ferreira, A. L. Fungos e bactérias fazem plantas crescerem mais. EMBRAPA AGROBIOLOGIA. 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/12132485/fungos-e-bacterias-fazem-plantas-crescerem-mais>> acesso em: 15 de junho de 2020.

FIALHO, G. S.; DALVI, L. P.; DALVI, N. B. C.; KUHLCAMP, K. T.; EFFEGEN, E. M. Predição de área foliar em abobrinha-italiana: um método não destrutivo, exato, simples, rápido e prático. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS). v. 1, n. 2., p. 59-63, 2011.

FILGUEIRA, F. A. R. Novo Manual de Olericultura. Viçosa: UFV, 2012,



- FLORENTINO, L. A.; SILVA, A. B.; LANDGRAF, P. R. C.; SOUZA, F. R. C. Inoculação de bactérias produtoras de ácido 3-indol acético em plantas de alface (*Lactuca sativa* L.). Revista Colombiana de Ciências Hortícolas. v. 11, n. 1, p. 89-96, 2017.
- HEIDEN, G.; BARBIERL, R. L.; NEITZKE, R. S. Chave para a identificação das espécies de abóboras (*Cucurbita*, *Cucurbitaceae*) cultivadas no Brasil. Documentos EMBRAPA. n. 197, 33p. 2007.
- Insumos Biologicos: Azotobarvar, Potabarvar, Phosphatebarvar, Green Biotech Brasil. Disponível em: < <http://www.greenbiotech.com.br/>> acesso em: 05 de junho de 2020
- LUZIATELLI, F.; FICCA, A. G.; MELINI, F.; RUZZI, M. Genome Sequence of the Plant Growth-Promoting Rhizobacterium *Pantoea agglomerans* C1. Journal American Society for Microbiology. v. 8, n. 44, p 1-2, 2019.
- LUZ, J. M. Q.; QUEIROZ, A. A.; OLIVEIRA, R. C. Teor crítico foliar de nitrogênio na batata 'Astrix' em função de doses de nitrogênio. Horticultura Brasileira. v. 32, n. 2, p. 225-229, 2014.
- MALAVOLTA, E. Manual e nutrição mineral de plantas. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 631p.
- MARTINS, J. D. L.; MOURA, M. F.; OLIVEIRA, J. P. F.; GALINDO, C. A. F. Esterco bovino, biofertilizante, inoculante e combinações no desempenho produtivo do feijão comum. Revista Agro@mbiente On-line. v. 9, n. 4, p. 369- 376, 2015.



- MATOSO, E. S.; AVANCINI, A. R.; REIS, V. M.; SILVA, S. D. A. Maturação e produtividade de cana-de-açúcar com o uso de bactérias diazotróficas. In: 5ª Semana Integrada, Pelotas, 2019. Anais... Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2019.
- MELO, B.; MARCUZZO, V. K.; TEODORO, R. E. F.; CARVALHO, H. P. Fontes e doses de fósforo no desenvolvimento e produção do cafeeiro, em um solo originalmente sob vegetação de Patrocínio – MG. Revista Ciência Agrotecnologia. v. 29, n. 2, p. 315-321, 2015.
- MENDES, A. M. S.; FARIAS, C. M. B.; SILVA, D. J.; Efeitos, funções dos nutrientes e principais sintomas de deficiência na cultura da melancia. Sistema de produção de Melancia. EM-BRAPA. 2010. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melancia/Sistema_ProducaoMelancia/adubacao.htm> acesso em: 05 Abril de 2020.
- MENDOZA, E. A. Microorganismos solubilizadores de fosfatos em cultivos de alface (*Lactuca sativa* L.). 2001. 62p. Relatório (trabalho apresentado junto à Coordenadoria de Estágio do Curso de Agronomia) - Universidade Federal de Santa Catarina. 2001.
- NASCIMENTO, M.; MONTE, M. B. M.; LOUREIRO, F. E. L. Agrominerais – Potássio. IN: LUZ, A. B.; LINS, F. A. F. Rochas e minerais industriais. Rio de Janeiro, 2008. p. 175-203.
- NATZKE, J.; NOAR, J.; BRUNO-BÁRCENA, J. M. *Azotobacter vinelandii* Nitrogenase Acti-



vity, Hydrogen Production, and Response to Oxygen Exposure. American Society Microbiology. v. 84, n. 16, p. 1-10, 2018.

OLINIK, J. R.; OLIVEIRA JÚNIOR, A.; KEPP, M. A.; REGHIN, M. Y. Produtividade de híbridos de abobrinha italiana cultivados sob diferentes coberturas de solo. Horticultura Brasileira v. 29, n. 1, p. 130-134, 2011.

OLIVEIRA, R. F.; SILVA, E. S.; CARMO, I. L. G. S.; MONTEIRO NETO, J. L. L.; MEDEIROS, R. D.; ABANTO-RODRIGUES, C. Plantas de cobertura e doses de nitrogênio no cultivo da melancia na savana de Roraima, Brasil. Revista Scientia Agropecuaria. v. 9, n. 4, p. 477-484, 2018.

OLIVEIRA, R. J. P.; GATIBONI, L. C.; VALICHESKI, R. R.; MIQUELLUTI, D. J.; BRUNETTO,

G. Calibração da adubação fosfatada e potássica para beterraba na região do Vale do Itajaí. Revista Horticultura Brasileira. v. 34, n. 2, p. 210- 215, 2016.

OSORIO FILHO, B. D.; SANTOS, B. T.; LOPES, P. T.; PRADDE, V. M.; STEFFEN, G. P. K.; MORAIS, R. M. A1-356 Inoculação de rizóbios como bactérias promotoras de crescimento, para produção sustentável de tomates. In: Congresso Latino-americano de Agroecologia. Argentina, 2015. Anais... La Plata, Argentina, 2015. P. 1-9.

PAIS, A. K. L.; SILVA, J. R.; ALENCAR, F. C.; PEIXOTO, A. R.; SOUZA, J. C.; PAIZ, C. D. Seleção de rizobactérias como promotoras de crescimento em melancia. Revista Scientia Plena. v. 12, n. 04, p. 1-8, 2016.



PATTEN, C. L.; GLICK, B. R. Role of *Pseudomonas putida* Indoleacetic Acid in Development of the Host Plant Root System. *Journal Applied and Environmental Microbiology*. v. 68, n. 8, p. 3795-3801, 2002.

PORTO, M. L. A.; PUIATTI, M.; FONTES, P. C. R.; CECON, P. R.; ALVES, J. C.; ARRUDA, J. A. Produtividade e acúmulo de nitrato nos frutos de abobrinha em função da adubação nitrogenada. *Revista Bragantia*. v. 71, n. 2, p. 190-195, 2012.

PÔRTO, M. L. A.; PUIATTI, M.; FONTES, P. C. R.; CECON, P. R.; ALVES, J. C. Produtividade e acúmulo de nitrato nos frutos da abóbora “Tetsukabuto” em função da adubação nitrogenada. *Revista Horticultura Brasileira*. V. 32, n. 3, p. 280-285, 2014.

QUEIROGA, R. C. F.; PUIATTI, M.; FONTES, P. C. R.; CECON, P. R.; FINGER, F.L. Influência de doses de nitrogênio na produtividade e qualidade do melão *Cantalupensis* sob ambiente protegido. *Revista Horticultura Brasileira*. v. 25, n. 4, p. 550-556, 2007.

RAMONI, E. O.; BALBI, M. E.; FARIA, F. D.; LUTZ, B. Z.; DE MORAIS, G. C. N. Determinação química e nutricional de sementes de abóbora (*Cucurbita* spp, *Cucurbitaceae*) comercializadas salgadas na cidade de Curitiba PR, Brasil. *Revista Visão Acadêmica*, v. 15, n. 2, p. 17 – 27, 2014.

RODRIGUES, R. B.; OZORIO, L. M.; PINTO, C. L. B.; BRANDÃO, L. E. T. Opção de troca de produtos na indústria de fertilizantes. *Revista administração*. v.



50, n. 2, p. 129-140, 2015.

SILVA, L. V.; OLIVEIRA, G. Q.; SIVA, M. G.; NAGEL, P. L.; MACHADO, M. M. V.; Doses de nitrogênio em cobertura em duas cultivares de abobrinha no município de Aquidauana-MS. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. v. 6, n. 3, p. 447-451, 2011.

SOUZA, F. I. Desempenho agrônomo de abobrinha italiana em função da adubação fosfatada. 2017. 48p. Dissertação (Mestrado em Manejo do Solo e Água) – Universidade Federal Rural do Semi Árido, Mossoró – RN, 2017.

SOUZA, F. I.; GRANGEIRO, L. C.; SOUZA, V. F. L.; GONÇALVES, F. C.; OLIVEIRA, F. H. T.; JESUS, P. M. M. Agronomic performance of italian zucchini as a function of phosphate fertilization. *Revista Brasileira de En-*

genharia Agrícola e Ambiental.

v. 22, n. 3, p. 206-211, 2018.

SPOLAR, L. T.; GONÇALVES, L. S. A.; SANTOS, O. J. A. P.; OLIVEIRA, A. L. M.; SACPI, C. A.; BERTAGNA, F. A. B.; KUKI, M. C. Bactérias promotoras de crescimento associadas a adubação nitrogenada de cobertura no desempenho agrônomo de milho pipoca. *Revista Bragantia*. v. 75, n. 1, p. 33-40, 2016.

TRANI, P. E.; PASSOS, F. A.; ARAÚJO, H. S. Calagem e adubação da abobrinha italiana (de moita) (*Cucurbita pepo*), abóbora brasileira (*Cucurbita moschata*), moranga (*Cucurbita maxima*) e abóbora japonesa (híbrida). Instituto Agronomico de Campinas, São Paulo, 2014.

VITORAZI FILHO, J. A.; LIMA, K. B.; FREITAS, M. S. M.;



MARTINS, M. A.; OLIVARES, F. L. Crescimento de mudas de maracujazeiro-doce inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares e bactérias diazotróficas sob diferentes doses de fósforo. Revista Brasileira de Fruticultura. v. 34, n. 2, p. 442-450, 2012.

ZAREDOST, F.; HASHEMABADI, D.; ZIYABARI, M. B.; TORKASHVAND, A. M.; KAVIANI, B.; SOLIMANDARABI, M. J.; ZARCHINI, M. The effect of phosphate bio-fertilizer (Barvar-2) on the growth of marigold. Journal of Environmental Biology. v. 35, p. 439-443, 2014.



DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DA SOJA EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO DE NPK QUIMI- CO E INOCULAÇÃO COM BACTÉRIAS CONDICIO- NADORAS NPK BIOLÓGICO

SOYBEAN DEVELOPMENT AND PRODUCTIVITY AS A FUNCTION OF NPK CHEMICAL FERTILIZA- TION AND INOCULATION WITH NPK BIOLOGI- CAL CONDITIONING BACTERIA

Cicero Aritana Wilton Ferreira¹

Green Biotech Brasil²

Kevin Theo Gentil³

Resumo: A soja (*Glycine max* L.) é uma leguminosa originada da Ásia, foi domesticada há cerca de 4500-4800 anos. O primeiro relato do cultivo de soja no Brasil foi em 1882 no estado da Bahia. Nos últimos anos a cultura da soja vem alcançando um elevado índice de produtividade, muito por conta do investimento

na adubação equilibrada e melhoramento genético, que juntos são capazes de elevar o potencial produtivo na planta, em conjunto com outras praticas de manejo. Os nutrientes requeridos em maiores quantidades são o nitrogênio (N), potássio (K) e o fósforo (P). Diante disso, o presente estudo teve como objetivo avaliar

376

1 Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal do Cariri

2 Empresa de biotecnologia

3 Cientista CEO da Green Biotech Brasil, Inventor e Coletor da Tecnologia Barvar no Brasil



o desenvolvimento e produtividade da soja em função da inoculação de bactérias nas sementes e adubação química com NPK na semeadura. O experimento foi conduzido na área experimental do Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade (CCAB), da Universidade Federal do Cariri (UFCA), em Crato – CE. O experimento foi realizado em delineamento em blocos casualizados, em parcela subdividida 4x2, com quatro repetições, totalizando assim 32 parcelas experimentais. As parcelas foram quatro doses de NPK (0, 25, 50 e 100% da dose recomendada) e as subparcelas referente ao uso de bactérias condicionadoras da empresa Barvar (COM e SEM). Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias do fator Barvar comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e o fator dose de NPK foi

submetido à análise de regressão.

Utilizou-se o programa estatístico Sisvar 5.3 para as análises estatísticas. As variáveis analisadas foram altura da planta, altura de inserção da primeira vagem, número de ramos, número de vagens, massa das vagens, massa de 100 grãos, massa de grãos e produtividade. Para o fator adubação as variáveis altura da planta, massa de vagens, massa de grãos e produtividade apresentaram resultados significativos a 1 e 5%, respectivamente. O aumento nas doses de NPK aplicado proporcionou melhoras para a altura da planta, massa de vagens, massa de grãos e produtividade. O uso de inoculação com o Barvar proporcionou incremento no desenvolvimento e produtividade da soja, com acréscimo de 11% na produtividade da soja. A interação entre a inoculação com o Barvar e as doses de NPK não



influenciou no desenvolvimento e produtividade da soja.

Palavras-chave: Adubação biológica. Nutrição. Barvar N, Barvar P, Barvar K, NPK Biológico

Abstract: Soybean (*Glycine max* L.) is a legume originated in Asia, was domesticated about 4500-4800 years ago. The first report of soybean cultivation in Brazil was in 1882 in the state of Bahia. In recent years soybean cultivation has reached a high productivity index, due to the investment in balanced fertilization and genetic improvement, which together are able to raise the productive potential in the plant, together with other management practices. The nutrients required in larger amounts are nitrogen (N), potassium (K) and phosphorus (P). Therefore, the present study had as objective to evalua-

te the development and productivity of the soybean as a function of the inoculation of bacteria in the seeds and chemical fertilization with NPK at sowing. The experiment was conducted in the experimental area of the Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade (CCAB), of the Universidade Federal do Ceará (UFCA), in Crato - CE. The experiment was carried out in a randomized block design, in a 4x2 subdivided plot, with four replications, totaling 32 experimental plots. The plots were four doses of NPK (0, 25, 50 and 100% of the recommended dose) and the subplots referring to the use of conditioning bacteria from Green Biotech Company (WITH and WITHOUT). The data were submitted to analysis of variance by the F test and the Barvar factor averages compared by the Tukey test at 5% probability and



the NPK dose factor was submitted to regression analysis. The statistical program Sisvar 5.3 was used for the statistical analysis. The variables analyzed were plant height, height of insertion of the first pod, number of branches, number of pods, mass of pods, mass of 100 grains, grain mass and yield. For the fertilization factor the variables are plant height, pod mass, grain mass and yield showed significant results at 1 and 5%, respectively. The increase in the doses of NPK applied provided improvements for plant height, pod mass, grain mass and productivity. The use of inoculation with Barvar line bio-fertilizers provided an increase in the development and productivity of soybean, with an increase of 11% in soybean yield. The interaction between Barvar inoculation and NPK doses did not influence the development and

productivity of soybean.

Keywords: Biological fertilization. Nutrition. Barvar. Barvar N. Barvar P. Barvar K. Biologic Npk

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L.) é uma leguminosa originada da Ásia, foi domesticada há cerca de 4500-4800 anos, com o objetivo de utilizar os grãos naquela região para a dieta humana. O primeiro relato do cultivo de soja no Brasil foi em 1882 no estado da Bahia (CAMPOS & MENEZES, 2016).

A Cultura da soja para a humanidade é de grande importância, devido a facilidade no cultivo, quantidade de proteína que assemelha muito a proteína animal e devido ao amplo proveito de seus produtos (MONTEIRO et



al., 2015). Possui grande interesse mundial devido ao alto teor de proteína, sendo importante fonte de alimentação animal e humana (PAZINATTO et al., 2015).

A soja é uma das atividades que mais cresce no Brasil. Cultivada em todo o país, é utilizada tanto como alimento como para usos alternativos, podendo ser usado na fabricação de ração animal, combustível e óleos. As regiões com as maiores produções são a Sul e Centro Oeste. No Sul é liderado pelo estado do Paraná e no Centro Oeste pelo estado do Mato Grosso (RATZ, 2014).

Uma forma de melhoria no sistema de produção de alimentos é o uso de fertilizantes na agricultura, que proporcionam aumento na produtividade. No mercado há uma vasta gama de produtos ofertados, com diferentes fórmulas químicas, diversos

nutrientes, eficiência e granulometria (FIORIN et al., 2016).

Nos últimos anos, a cultura da soja vem alcançando um elevado índice de produtividade, muito por conta do investimento na adubação equilibrada e melhoramento genético, que juntos são capazes de elevar o potencial produtivo da planta, em conjunto com outras práticas de manejo. Dos nutrientes requeridos em maiores quantidades o nitrogênio (N) é o requerido em maior quantidade, mas é suprido pela fixação biológica, o potássio (K) é o segundo, e é indicado que sua aplicação seja no solo por meio de fertilizantes, o fósforo (P) é fornecido também pela adubação, e sua disponibilidade é um dos fatores principais para o crescimento e desenvolvimento (SILVA & LAZARINI, 2014; SILVA., 2017).

A soja é muito exigen-



te em nutrientes e tem resposta muito rápida a adubação, tem grande facilidade de translocar e absorver nutrientes, principalmente o Nitrogênio, Fósforo e Potássio, que são aproveitados em maior quantidade (GABRIEL et al., 2016).

Tem se propagado a ideia do uso de fertilizantes naturais com o intuito de usar menos produtos químicos, obtendo uma produção de mais natural, com melhor qualidade nutricional, e consequentemente reduzindo o uso de fertilizantes industriais, que constituem um dos principais custos da produção agrícola (PAVINATO et al., 2008).

Dentre estes fertilizantes naturais, destacam-se os biofertilizantes, micronutrientes em diferentes combinações e formulações, biorreguladores, bioestimulantes e inoculantes, sempre procurando impulsionar a produ-

tividade da cultura (PRIETO et al., 2017).

Diante disso, o presente estudo teve como objetivo avaliar o desenvolvimento e produtividade da soja em função da inoculação de bactérias nas sementes e adubação química com NPK na semeadura.

REVISÃO DE LITERATURA

Caracterização da cultura da soja (*Glycine max* L.)

Classificação botânica

Atualmente a cultura da soja *Glycine max* (L.) Merrill apresenta a seguinte classificação botânica: Pertence ao reino Plantae, divisão Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, ordem Fabales, família Fabaceae (Leguminosae), subfamília Faboidae (Papilionoideae), gênero *Glycine*,



espécie *Glycine max* e forma cultivada *Glycine max* (L.) Merrill. É uma planta de ciclo anual, autógama, ereta, herbácea, apresenta características morfológicas variáveis e devido a sua morfologia pode sofrer muita influência do ambiente (SANTOS, 2011).

Morfologia

A soja apresenta um ciclo entre 100 a 160 dias, e podem ser classificados em grupos de maturação precoce, semi precoce, médio, semi tardio e tardio, dependendo da região. A altura varia de acordo com a interação entre o ambiente e o tipo de cultivar, mas varia de 30 a 200 cm. O sistema radicular é tipo fasciculado, onde é constituído por um eixo principal e grande número de raízes secundárias. A maior parte dela é a 15 cm de profundidade, mas seu comprimento pode

chegar a 1,80 m. O caule é tipo hispido, ramoso e seu tamanho varia de 0,80 a 1,50 m (SANTOS, 2011).

No decorrer do ciclo, a soja manifesta quatro tipos de folhas, sendo: cotiledonares, folhas primárias ou simples, folhas trifolioladas ou compostas e pró-filos simples. Sua cor pode variar de verde pálida a verde escura, dependendo do tipo de cultivar. As flores podem apresentar coloração roxa, branca ou púrpura diluída, de 3 até 8 mm de diâmetro. Quando a planta exibe de 10 a 12 folhas trifolioladas, com os botões axilares exibindo ráculos de 2 a 35 flores cada um, é quando se dá início floração. O fruto é tipo vagem levemente arqueada, pilosa, a sua coloração varia de amarelo-palha, cinza e preta, conforme o estágio de desenvolvimento da planta. As sementes de soja são lisas, ovais, globosas



ou elípticas na cor amarela, preta ou verde. O hilo é geralmente marrom, preto ou cinza (SANTOS, 2011).

Exigências edafoclimáticas

A cultura da soja para ter um bom desenvolvimento em determinada região necessita, entre outras coisas, de boas condições climáticas como temperatura, precipitação e fotoperíodo favorável (BRT, 2013).

A água é fundamental para o crescimento, principalmente em dois períodos de desenvolvimento da cultura: a fase de germinação/emergência e a floração/enchimento de grãos, pois constitui aproximadamente 90% do peso da planta e atua em quase todos os processos bioquímicos e fisiológicos. Tanto o déficit de água quanto o excesso são maléficos para a soja, pois ela ne-

cessita absorver no mínimo 50% do seu peso em água para garantir boa germinação, sendo que o teor de água no solo deve ficar entre 50-85%. No desenvolvimento a necessidade de água aumenta e atinge o máximo durante a floração/enchimento de grãos (7 a 8 mm/dia), logo após esse período decresce. Déficits hídricos com grande significância no decorrer da floração e enchimento de grãos acabam provocando alterações fisiológicas na planta, que consequentemente vai reduzir a produtividade dos grãos. A necessidade ideal de água na soja para uma boa produtividade varia de 450 a 800 mm por ciclo (BRT, 2013).

Quanto à temperatura, o ideal para a soja é entre 20°C e 30°C, com a temperatura ideal para desenvolvimento de 30°C. O crescimento em temperaturas menores ou iguais a 10°C é



nulo ou pequeno e acima de 40°C ocorre efeito contrário no crescimento ocasionando danos na floração e diminuição de retenção de vagens. A soja é considerada de dia curto, entretanto devido a soja apresentar alta sensibilidade ao fotoperíodo, cada cultivar apresenta uma faixa em que o fotoperíodo é maléfico para o florescimento (BRT, 2013)

Origem, expansão e usos da soja

Acreditasse que a cultura da soja (*Glycine max*) tenha derivado de *G. gracilis*, que por sua vez tenha como ancestral *G. soja*. A origem dela é atribuída a Ásia, em algumas regiões da China. A primeira menção de soja nos Estados Unidos da América (EUA) foi em 1804, porém só em 1890 há relatos que vários experimentos eram conduzidos com soja.

Em 1910 foi realizada a primeira importação de óleo entre os Estados Unidos da América (EUA) e a região da Manchúria, região da China. A soja era mais utilizada como forrageira até o período de 1941, contudo a partir desse ano a área cultivada de grãos superou a destinada para forragem (SANTOS, 2011).

A mais antiga citação de soja no território brasileiro diz respeito à experiências feitas na Bahia em 1882 por Gustavo Dutra no IAC de Campinas por Daffert. A região pioneira no cultivo da soja foi Santa Rosa, RS, em 1921. Na chamada região pioneira, a soja foi semeada experimentalmente na Estação de Agricultura e Criação pelo Prof. Gentil Coelho Leal e pelo técnico rural Floriano Peixoto Machado pela primeira vez em outubro de 1921, que logo em seguida repassou as sementes para agricultores da re-



gião para começar a cultivá-las em 1924, porém só em 1941 há relatos de dados oficiais no estado. E a partir da década de 30 que foi lançada a primeira variedade de soja desenvolvida no Brasil (FEDERIZZI, 2015).

A cultura da soja passou a ser a oleaginosa mais produzida e consumida no mundo, pois sua matéria prima possui a vantagem de originar uma gama de produtos como o farelo de soja e óleo vegetal, sendo o primeiro e o mais utilizado na fabricação de ração animal. Esse processo é responsável pelo consumo de aproximadamente 25 milhões de toneladas de grãos, somando o consumo interno com as exportações. Pode ser usado, também, na indústria química e na fabricação de biodiesel, representando 80% da matéria prima requerida para a produção, que é estimada em 2,5 milhões de litros por ano,

além da utilização na indústria de alimentos (FREITAS, 2011; ROCHA et al., 2016).

De coadjuvante à principal commodity do agronegócio nacional, a cultura da soja encontra-se em todos os Estados brasileiros, com ótima adaptação e alta produtividade. A possibilidade de produzir esta cultura no Brasil se deve ao melhoramento genético realizado por diversas instituições públicas, a exemplo da UFV, ESALQ, UFLA, UNESP e EMBRAPA, entre outras, tornando a soja o principal pilar do PIB agrícola do país (BETTI et al., 2000).

Importância econômica

Durante os últimos anos, o agronegócio brasileiro vem ganhando destaque devido ser um dos principais exportadores de soja, em forma de farelo,



grão e óleo, devido apresentar características favoráveis para adaptação da cultura, tais como topografia adequada no cerrado para mecanização, regime pluviométrico ótimo nos cultivos de verão e uma série de tecnologias que facilitam no melhor desenvolvimento da soja na região, proporcionando adaptação a baixas latitudes, (HARBS et al., 2015).

Segundo o Departamento de Agricultura Americano – USDA, na safra de 2018/2019, estima-se que a produção mundial da soja será de 354,54 milhões de toneladas, comparada com a de 2017/2018 houve uma redução de 5,30%. Ainda segundo a USDA, o Brasil com 33% passa a ser o maior produtor de soja do mundo, em sequência vem os Estados Unidos com 32,85% e posteriormente a Argentina com 15,80%, os três países juntos correspon-

dem a 81,65% da safra mundial de soja (CONAB, 2018).

O Brasil com 44,68% é o maior exportador de grãos de soja do mundo, em segundo vem os Estados Unidos com 38,51% e em terceiro a Argentina com 4,94%, os três países juntos correspondem a 88,13% de todas as exportações mundiais. Segundo estimativas da USDA, a exportação do Brasil na safra 2018/2019 gira em torno de 72,30 milhões de toneladas, valor menor em 1,36 da safra de 2017/2018 (CONAB, 2018).

No Nordeste se destaca o estado da Bahia, principalmente a cidade de Barreiras, o estado tem a soja com a maior área plantada e a principal cultura agrícola, com 4,8% da produção nacional e 58,8% da área cultivada da região (SILVA et al., 2015). O nordeste é a quarta região com maior produção de soja, com



aproximadamente 11,9 milhões de toneladas na safra 2017/2018, com o estado da Bahia ocupando a sexta posição na questão de produção nacional com 6,4 milhões de toneladas na safra 2017/2018 (CONAB, 2018).

O Maranhão aparece como segundo maior produtor da região, com 2,9 milhões de toneladas, seguido de perto pelo estado do Piauí que fica com a terceira colocação com 2,5 milhões de toneladas, ambos com expectativa de crescimento da área plantada (CONAB, 2018).

Importância dos nutrientes para a cultura

A composição química, vigor e metabolismo da soja são influenciados diretamente pela disponibilidade de nutrientes. Diante disso, o fornecimento adequado contribui para o

desenvolvimento das plantas, condicionando-as a produzirem metabólitos fundamentais para o desenvolvimento de sementes e frutos (MONTEIRO, 2015).

Função do NPK para a soja

O nitrogênio (N) é um dos nutrientes mais importantes para a cultura da soja, pois é responsável por fazer parte da composição da clorofila, enzimas e proteínas e também por diversas reações. A deficiência desse elemento ocasiona diretamente a falta de crescimento e desenvolvimento das folhas, raízes, translocação de foto-assimilados, fotossíntese e produção, também provoca a baixa produção de clorofila, provocando a clorose geral e severa das folhas velhas, isso pode levar até a necrose e redução significativa dos teores de proteínas nos grãos (SANTOS,



2018).

Evidencia-se que a adubação nitrogenada realizada em excesso tornasse prejudicial ao processo de Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN), a adubação deve ser feita sempre respeitando o limite recomendado de 20 kg ha⁻¹. Devem-se observar em campo as nodulações de fixação de nitrogênio em plantas a partir da emergência (VE), contudo apenas nos estágios de desenvolvimento V2 e V3 é que a fixação fica mais ativa (LIBÓRIO, 2015).

O nitrogênio no solo é encontrado de três formas: nitrogênio amoniacal, proveniente dos minerais argilosos que se encontram no solo e é fornecido para as plantas de forma lenta e gradual, nitrogênio orgânico, originário da parte orgânica do solo, não disponível para as plantas e por fim, nitrogênio inorgânico ou compostos solúveis de origem

dos íons de amônio e nitrato, nesta forma o nitrogênio está prontamente acessível para ser utilizado pelas plantas (SILVEIRA, 2018).

Para suprir a necessidade de N, a soja realiza a FBN através de bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, que ao associarem simbioticamente às raízes das plantas formam estruturas denominadas de nódulos, essas bactérias utilizam o N₂, que compõe cerca de 80% dos gases atmosféricos e ocasionam uma redução até amônia (NH₃), que pode se conseguir de forma similar em processos industriais. Nos nódulos, as bactérias utilizam íons de hidrogênio e incorporam na amônia sintetizada ocorrendo a produção de íon amônio (NH₄⁺) que vai ser usado pela planta de diversas formas (BITENCOURT, 2015).

No Brasil, o nutriente que mais limita a produtividade



da cultura de soja é o fósforo, que está presente na respiração, participam da síntese de macromoléculas e da absorção ativa de nutrientes, transferências de genes e processos que envolvem transferência de energia, membranas biológicas e armazenamento de energia na fotossíntese que será utilizada em outros processos, em sua grande maioria na forma de ATP (CAVALLI et al, 2016).

Uma possível limitação de P no início do desenvolvimento na planta pode causar danos irreversíveis à soja, alguns sintomas de deficiência são a redução na altura da planta, atraso na emergência das folhas, brotação e desenvolvimento de raízes secundárias, na produção de matéria seca e de sementes (BARBOSA et al, 2015).

O fósforo é um macronutriente essencial, mas é um dos menos absorvidos pela plan-

ta, entretanto em solos formados sob clima tropical e subtropical é o mais utilizado na adubação, isso devido à forte interação com os óxidos de ferro (Fe) e alumínio (Al) (ROSSI et al, 2018). É encontrado principalmente na forma de ortofosfato que é derivado de ácido fosfórico, de baixa mobilidade e solubilidade, tendo sido suprida pelas raízes essencialmente pelo processo de difusão no qual depende da umidade do solo, interação de partículas e da superfície radicular (LEITE et al, 2017).

A cada safra são desenvolvidas novas tecnologias a fim de aumentar a produção por área, entretanto o efeito da adubação potássica (K) tem uma grande influência no desenvolvimento da cultura em função da sua importância no processo metabólico da planta (JÚLIO et al, 2016).

O potássio tem como



principais funções favorecer a formação e translocação de carboidratos na síntese da celulose, uso eficiente da água pela planta, respiração da planta e na fotossíntese, além disso, é importante no transporte até os órgãos de reserva na forma de carboidratos e formação de amido e açúcares. Devido esse elemento apresentar alta mobilidade e baixa eficiência de uso no solo, a principal forma de suprimento do potássio na soja é por meio de elevadas quantidades de adubação potássica (TOLLER et al, 2018).

A quantidade adequada de potássio tem surtido efeitos benéficos na qualidade dos grãos, devido os nutrientes desempenharem várias funções fisiológicas no metabolismo do vegetal, como o controle de turgidez no tecido, transpiração, abertura e fechamento de estômatos, quebra de translocação de amido, for-

mação de carboidratos, ativação de muitas enzimas envolvidas na respiração e fotossíntese, reduz a deiscência, favorece a retenção de vagens durante a formação e maior resistência: a salinidade, geada, seca, acamamento e doenças (SILVA, 2016).

Quando se diz respeito à sanidade da planta o potássio é considerado um dos nutrientes com efeito maior na grande maioria das espécies vegetais e isso não é diferente na cultura da soja, ele desempenha papel fundamental na grande maioria das reações do metabolismo. Uma das características do potássio é promover rigidez da estrutura dos tecidos e regular o funcionamento dos estômatos, aumentar a espessura da parede celular em células da epiderme, além de colaborar para a recuperação de tecidos que sofreram injúrias (PINHEIRO et al, 2011).



A carência desse nutriente pode causar diversos prejuízos aos sojicultores, entre eles está a presença de folhas cloróticas, presença de hastes verdes, frutos partenocárpicos e a sua falta ocasiona a penetração de fungos fitopatogênicos que diminui a atividade enzimática, reduz a taxa fotossintética, isso atua diretamente na diminuição da produtividade e da qualidade da produção (GABRIEL et al., 2016; ZAMBIAZZI et al., 2017; KORBBER et al., 2017).

Adubação biológica na soja (bactérias condicionadoras)

Com os avanços científicos e uma grande quantidade de tecnologias do setor produtivo, pode-se alegar que o aumento da capacidade e crescimento da produção da soja está diretamente ligado, exemplo disso é a se-

leção de estirpes e de bactérias fixadoras nitrogênio (BFN) e o melhoramento genético. Como a soja necessita de uma grande demanda na cultura da nitrogênio para processos de biossíntese de aminoácidos, bases nitrogenadas e ácidos nucleicos, ela também é responsável pelo aumento da proteína e produtividade das sementes da soja, por conta disso está se tornando cada vez mais indispensável o uso de BFN (BULEGON et al, 2016).

Devido ao alto custo de adubos químicos, uma forma de diminuir os gastos com esse tipo de adubação é a realização de inoculação com bactérias que fazem a fixação simbiótica de nitrogênio, realizando uma simbiose com o sistema radicular da planta captando o nitrogênio do ar e fixando no solo, sendo esta a fonte mais requerida pela cultura. O gênero mais utilizado para



esse tipo de fixação é o *Bradyrhizobium* spp., Esse tipo de adubação orgânica tem eficiência maior que os adubos químicos, além disso, melhoram características biológicas e físicas do solo, pois as bactérias que se desenvolvem nas raízes e no solo decompõem a matéria orgânica e fornecem nutrientes ao solo. (DOMINGUES, 2018; DORNELAS & OLIVERIA, 2018).

Além das bactérias fixadoras *Bradyrhizobium* spp., existe também o grupo de bactérias promotoras de crescimento, bactérias do gênero *Azospirillum* spp., que por conta do da produção de hormônios de crescimento ocasiona o maior e melhor desenvolvimento do sistema radicular, aumentando assim o volume e consequentemente a área explorada pela raiz, assim influenciando positivamente na nodulação e eficiência da absorção de nutrien-

tes pela cultura da soja (BOSSI et al, 2017).

MATERIAL E MÉTODOS

Local do experimento

O experimento foi conduzido na área experimental do Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade (CCAB), da Universidade Federal do Cariri (UFCA), em Crato – CE, localizado a 498 km da cidade de Fortaleza-CE, durante o período de outubro de 2017 a abril 2018. Geograficamente situada entre os paralelos 7° 14' 3,4" de latitude Sul e os meridianos 39° 22' 7,6" de longitude Oeste, a 442 metros de altitude.

Possui solo classificado como Argissolo Vermelho Amarelo (FUNCEME, 2012), de textura franco-arenosa e relevo suave ondulado. Na camada de



0-20 cm antes da instalação do experimento a composição química foi: pH (1:2,5 H₂O): 4,9; K: 1,27 mmolc dm⁻³; P (meli- ch- 1): 6,0 mg dm⁻³; H+Al: 18,5 mmolc dm⁻³; Ca: 7,9 mmolc dm⁻³; Mg: 5,6 mmolc dm⁻³; CTC: 33,8 mmolc dm⁻³, Matéria orgâni-

ca: 4,08 g kg⁻¹ e V (%): 45,27. A constituição química camada de 0-20 cm antes da instalação do experimento está representada na Tabela 1.

Tabela 1 - Constituição química na camada de 0-20 cm da área experimental.

pH	P	K	Ca	Mg	H+Al	CTC	MO	V
H ₂ O	mg dm ⁻³	-----	mmolc dm ⁻³	-----	-----	-----	g kg ⁻¹	%
4,9	6,0	1,27	7,9	5,6	18,5	33,8	4,08	45,27

Clima da região

Pela classificação da Aw de IPECE (2018) o clima é caracterizado como tropical úmido com estação seca, com duas estações climáticas bem definidas e precipitação média anual de 1129 mm e com uma temperatura média anual de 27°C (FUNCEME, 2015).

Delineamento experimental

O experimento foi realizado em delineamento em blocos casualizados, em parcela subdividida 4x2, com quatro repetições, com um total de 32 parcelas experimentais, conforme a descrição dos tratamentos e o croqui (Tabela 1 e Figura 1). As parcelas foram quatro doses de NPK (0, 25, 50 e 100% da dose recomendada) e as subparcelas referente ao uso de bactérias condicionadoras da empresa Green Biotech Brasil Ltda (COM e SEM).



Tabela 2 – Combinação dos fatores em cada tratamento e suas respectivas designações.

<i>Combinação dos Fatores</i>		<i>Tratamento</i>	<i>Designação dos Tratamentos</i>
<i>Doses (D)</i>	Bavar (NPK)		
D0	Bc	D0Bc	0% Fertilizante mineral com Bavar
D25	Bc	D25Bc	25% Fertilizante mineral com Bavar
D50	Bc	D50Bc	50% Fertilizante mineral com Bavar
D100	Bc	D100Bc	100% Fertilizante mineral com Bavar
D0	Os	D0Bs	0% Fertilizante mineral sem Bavar
D25	Os	D25Bs	25% Fertilizante mineral sem Bavar
D50	Os	D50Bs	50% Fertilizante mineral sem Bavar
D100	Os	D100Bs	100% Fertilizante mineral sem Bavar

Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 1 – Croquí da área experimental

D25Bc	D0Bs	D50Bs	D0Bc	D50Bc	D0Bc	D50Bs	D100Bc
D100Bc	D100Bs	D100Bc	D25Bc	D0Bs	D100Bs	D25Bs	D50Bc
D25Bs	D0Bc	D100Bs	D50Bc	D50Bs	D25Bs	D25Bc	D0Bc
D50Bs	D50PBc	D0Bs	D25Bs	D25Bc	D100Bc	D0Bs	D100Bs

Fonte: Dados da pesquisa.

Para comparar e interpretar os resultados, os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, onde se verificou alta probabilidade de distribuição não normal. Desta forma, todos os dados sofreram transformação raiz quadrada para obterem distribuição

normal.

Em seguida, após verificar distribuição normal, os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias do fator Bavar comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e as doses de NPK foram submetidas à análise de regres-



são para seleção do modelo com maior expoente significativo. Foi utilizado o programa estatístico Sisvar 5.3 para as análises estatísticas.

Genótipo da soja

A cultivar da soja utilizada nesse trabalho foi a M8349 IPRO, apresentando como características o elevado potencial produtivo, excelente arquitetura de planta e resistência ao acamamento, com precocidade na 2ª safra, alta estabilidade e ampla adaptação geográfica. Quanto às características morfológicas podem-se apontar a coloração da pubescência, cinza, do hilo, marrom claro e da flor, roxa. Apresenta um hábito de crescimento determinado e uma altura média de 72 cm (MONSOY, 2018).

Inoculantes Barvar

A linha de produtos Barvar no Brasil devido a sua composição agentes biológicos que exercem a função de solubilização, bagaço de cana, perlita e água, classificando em diferentes classes de fertilizantes, como fertilizante orgânico composto classe A, inoculante e condicionador de solo biológico classe F. A classe de Biofertilizante seria uma classe internacional onde este produto de nitrogênio usado no experimento é chamado de AzotoBARVAR-1 que contém a estirpe O4 de *Pantoea agglomerans* O4 vivas em 10^7 a 10^8 UFC por grama ou ml. A *Pantoea agglomerans* é uma bactéria aeróbica de vida livre gram-negativa, que tem a capacidade de fixar nitrogênio usando três diferentes sistemas de nitrogênio ativos em condições de total ausência



de oxigênio que tipicamente inativam a enzima nitrogenada. No entanto, a taxa de transferência de oxigênio para a célula é reduzida pelo aumento das concentrações de alginato durante o curso do crescimento de *Pantoea agglomerans*. Este fenômeno fornece uma baixa concentração de oxigênio intracelular necessária para a atividade nitrogenada (GREEN BIOTECH, 2018).

Para o fornecimento de fósforo, foi utilizado o PhosphoBARVAR-2 que contém dois tipos de bactérias solubilizantes de fosfato (PSB) altamente eficientes que secretam ácidos orgânicos e enzimas de fosfatase que hidrolisam compostos de fosfato inorgânicos e orgânicos insolúveis em íons de fosfato solúvel em torno de raízes (GREEN BIOTECH, 2018).

O biofertilizante PotaBARVAR-2 contém dois tipos de

bactérias solubilizantes de potássio. As bactérias hidrolisam compostos insolúveis de potássio no solo ao redor das raízes, liberando o íon para absorção otimizada (GREEN BIOTECH, 2018). O PotaBarvar-2 tem a presença de bactérias do gênero *Pseudomonas* (*koreensis* e *vancouverensis*), que tem como finalidade proporcionar efeitos benéficos sobre o desenvolvimento das plantas, influenciando a germinação, emergência e crescimento das plantas (COSTA et al., 2013).

Os biofertilizantes AzotoBARVAR-1, PhosphoBARVAR-2 e PotaBARVAR-2 são produzidos exclusivamente pela Green Biotech Incorporation e o uso misturado dos três é capaz de fornecer nitrogênio, fósforo e potássio de forma segura e saudável, com o meio ambiente (GREEN BIOTECH, 2018).

Todos os inoculantes



Barvar foram cedidos pela empresa Green Biotech Brasil, representante legal para realizar os testes destes produtos no país, com importação autorizada pelo Ministério da Agricultura.

Preparo da área, instalação e condução do experimento

Foi realizada a calagem (Figura 2) no dia 05 de setembro de 2017 para correção da acidez do solo, visando-se elevar a saturação de bases para 70%. Em seguida foram realizadas duas gradagens para incorporação do calcário. Após a gradagem, no dia 11 de setembro foi feita a instalação do sistema de irrigação por micro aspersão, onde cada micro aspersor ficou posicionado a uma distância de 3 metros dentro da linha de irrigação e cada linha foi posicionada a 3,0 m de distância, a rega era feita diaria-

mente, visando acelerar o processo de reação do calcário no solo. A área permaneceu em pousio por um mês e vinte dias para alcançar a saturação desejada. Os aspersores utilizados possuíam uma vazão de 80 litros/hora, com turno de rega diário para suprir a demanda da cultura, com lâmina diária de 6 mm.



Figura 2 – Calcário aplicado para correção do solo. Crato, CE. 2018.



Fonte: Dados da pesquisa.

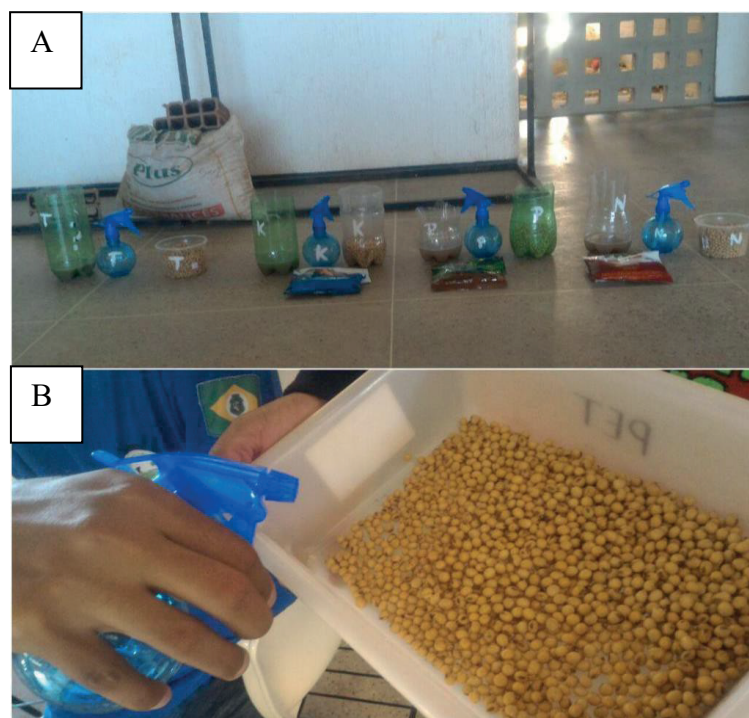
No dia 25 de outubro de 2017 foi realizado o plantio, a semeadura foi feita manualmente, por meio da abertura de sulcos espaçados de 0,45 m com profundidade de 0,05 m (Figura 3A e 3B). Para os tratamentos com a inoculação com os inoculantes BARVAR foi realizada a inoculação das sementes no dia da semeadura e aplicou-se diretamente no solo após o fechamento do sulco, utilizando-se a dose de 100 g de cada produto comercial por hectare, diluído em 10 L de água (Figura 4A e 4B).

Figura 3 – Abertura manual dos sulcos para o plantio (A) e sulcos feitos (B). Crato, CE. 2018.

Fonte: Dados da pesquisa.



Figura 4 – Diluição do produto (A) e inoculação nas sementes (B).



Fonte: Dados da pesquisa.

A adubação de cada sulco foi feita de acordo com cada tratamento, logo em seguida a adubação foi coberta por uma camada de solo de aproximada-

mente 0,05 m, logo depois foi colocada uma semente a cada 8 cm na linha de semeadura (Figura 5).

Figura 5 – Semeadura manual.



Fonte: Dados da pesquisa.

A adubação foi feita apenas uma vez, no plantio, de acordo com as quantidades recomendadas para a cultura da soja (EMBRAPA, 2013). Destaca-se que foram utilizados adubos simples para esta operação em virtude de não existir fórmula comercial compatível.

Desta forma, foram uti-

lizados na adubação de fundação, as quantidades de 100 kg ha^{-1} de sulfato de amônio (20 kg ha^{-1} de N), 389 kg ha^{-1} de superfosfato simples (70 kg ha^{-1} de P_2O_5) e $67,0 \text{ kg ha}^{-1}$ de cloreto de potássio (40 kg ha^{-1} de K_2O). Todas estas quantias foram referentes a dose 100%, com as demais sendo variações proporcionais em função

de cada tratamento.

No dia 01 de novembro de 2017, foi feita a aplicação dos produtos AzotoBARVAR-1, PhoshoBARVAR-2 e PotaBARVAR-2, somente nas parcelas com uso do Barvar, diretamente no solo, com a dosagem de 100 g de cada produto comercial, diluídos em 100 L de água por hectare. A aplicação foi feita diretamente no solo, na linha de semeadura logo após a irrigação, visando manter o solo úmido até o momento da aplicação das bactérias.

Para o controle de plantas invasoras foram feitas duas capinas manuais, com a utilização de enxadas. Para controle de pragas, foram feitas aplicações de acordo com a exigência. Foi realizada duas aplicações do produto Engeo pleno, nos dias 30 de novembro e 7 de dezembro, utilizando a dosagem recomendada

pelo produto, para o controle da cochonilha da raiz.

Houve, também, ocorrência periódica de ninfas de gafanhotos, em que foi utilizado para o seu combate o inseticida Decis com a dosagem também recomendada pelas instruções do produto. Durante a fase de maturação das vagens foi constatado a presença de percevejo, por conta disso foi feita, também, mais duas aplicações do produto Engeo Pleno para o controle, aplicando a quantidade recomendada para a cultura.

A partir dos 120 dias após a semeadura começou a ser feita a coleta das parcelas experimentais, prosseguindo de acordo com a maturação das vagens, para a realização das análises de desenvolvimento e produtividade da soja.

Avaliações sobre as caracterís-

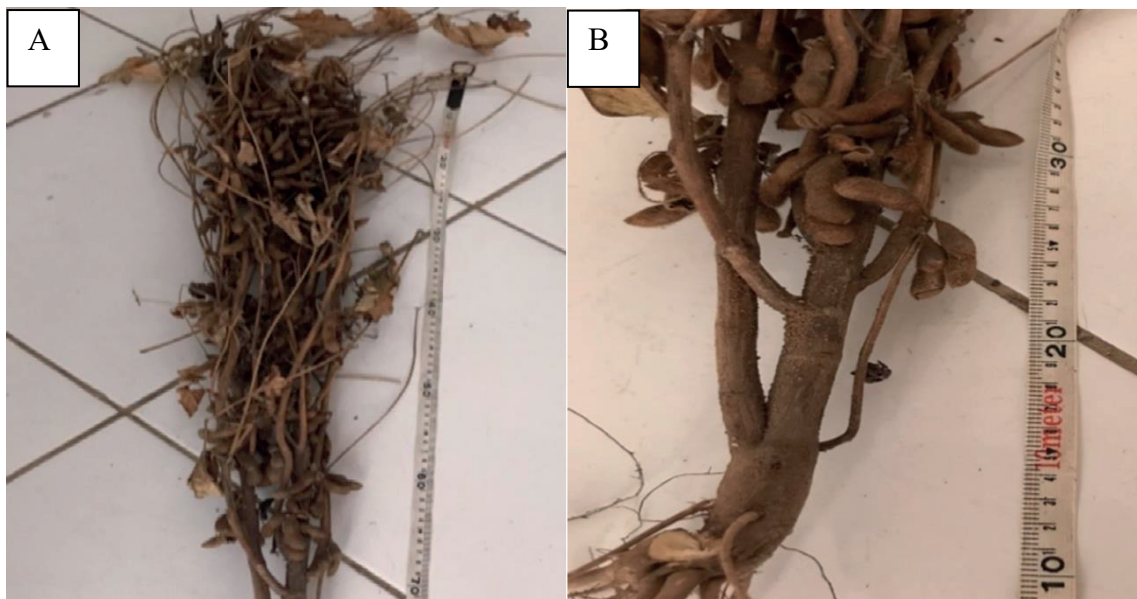


ticas agronômicas**Altura da planta, altura de inserção da primeira vagem e número de ramos**

A altura da planta (Figura 6A) e da inserção da primeira vagem (Figura 6B), foram adquiridos com o auxílio de fita métrica, medindo-se da base da

planta (contato das raízes com a parte aérea) ao ápice do ramo principal, e até a base de inserção da primeira vagem, respectivamente. Foi feita a avaliação de dez plantas por parcela amostral e feito a média. A quantidade de ramos foi quantificada pela contagem dos ramos que possuíam vagens.

Figura 6 – Avaliação da altura da planta (A) e da altura de inserção da primeira vagem (B).



Fonte: Dados da pesquisa

Número de vagens, massa das vagens e massa de 100 grãos

O número de vagens foi

definido pela contagem total das vagens de cada planta e, após isso foi feito a média (Figura 7A). Já para a massa das vagens foi feita



pela pesagem, através de balança semianalítica de precisão, das vagens de cada planta (Figura 7B).

Figura 7 – Determinação do número de vagens e da massa total das vagens de cada planta.



Fonte: Dados da pesquisa.

Massa de 100 grãos, massa de grãos e produtividade

massa de grãos foi determinada a produtividade da cultura (kg ha^{-1}).

A massa de 100 grãos foi feita pela pesagem, através de balança semianalítica, dos grãos de cada planta (Figura 8A). Para quantificar a massa de grãos foi feita a pesagem de todos os grãos da planta na balança semianalítica (Figura 8B). Com os dados de número de plantas por hectare e

Figura 8 – Quantificação da massa de 100 grãos (A) e da massa total dos grãos (B).



Fonte: Dados da pesquisa

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados estão apresentados nas tabelas 3, 4 e 5. Para cada variável, obteve-se o valor do coeficiente de variação (CV), que segundo Werner (2013) é uma medida muito importante sobre a variabilidade de resultados experimentais, e que seu uso pode ser adequado para definição do número de repetições do ensaio, que é essencial para identificar uma diferença entre médias de tratamentos com

uma dada probabilidade. Pimentel Gomes (2009) elaborou para experimentos de campo com culturas agrícolas, considerando os coeficientes de variação como baixos, quando são inferiores a 10%; médios, quando estão entre 10 e 20%; altos, quando estão entre 20 e 30% e muito altos, quando são superiores a 30%.

De acordo com os resultados da Tabela 3 e a classificação de Pimentel Gomes (2009), os valores de CVs do fator Adubo das variáveis analisadas foram considerados médios para as va-

riáveis (altura da planta e número de ramos) e alto (altura da primeira vagem), enquanto que para o Barvar foram baixos (altura da planta e número de ramos) e alto (altura da primeira vagem). Korber et al. (2017) encontrou também CV alto para altura de primeira vagem, porém o CV da altura da planta foi classificado como baixo. Batista Filho et al. (2013) também encontrou um resultado parecido, avaliando doses de adubação foram encontrados CV baixo para a altura de planta, ao mesmo tempo que para altura da primeira vagem o CV analisado foi considerado médio.

De acordo com a análise de variância dos dados (Tabela 3), nenhuma das variáveis (altura da primeira vagem, altura da planta e número de ramos) apresentaram resultados significativos para a interação entre o uso do Adubo e do Barvar e para o

fator Barvar e Adubo em separado. Segundo Zambiazzi (2017), as variáveis altura de plantas e altura de inserção da primeira vagem são características que dependem do genótipo, fertilidade do solo, fatores ambientais, umidade, clima, ano agrícola, dentre outros fatores.



TABELA 3. Síntese da análise de variância e do teste de médias para altura da planta (Altura), altura da primeira vagem (ALT1ªV) e o número de ramos por planta (Nº Ramos).

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios ¹		
		ALT Planta	ALT 1ª V	Nº Ramos
Bloco	2	0,54503 ^{NS}	0,37791 ^{NS}	0,00503 ^{NS}
Adubo (A)	3	2,51126 ^{NS}	0,19846 ^{NS}	0,12524 ^{NS}
Resíduo 1	6	0,95586	0,30322	0,15191
Barvar (B)	1	0,20190 ^{NS}	0,01003 ^{NS}	0,01096 ^{NS}
Adubo*Barvar (A*B)	3	0,27455 ^{NS}	0,12282 ^{NS}	0,05155 ^{NS}
Resíduo 2	8	0,53897	0,37824	0,03125
CV 1 (%)	-	13,04	20,19	12,43
CV 2 (%)	-	9,79	22,55	5,64
Média Geral	-	57,1 cm	7,7 cm	9,9 ramos

Fatores	Teste de Médias ²		
	ALT Planta cm	ALT 1ª V cm	Nº Ramos unidade planta ⁻¹
Barvar			
COM	58,7 a	7,9 a	10,1 a
SEM	55,4 a	7,5 a	9,8 a

¹Todos dados sofreram transformação Raiz Quadrada. ²As médias das variáveis estão com os valores sem transformação. **: significativo (P<0,01); *: significativo (P<0,05); NS: não significativo; CV%: coeficiente de variação. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Enquanto ao teste de media para as 3 variáveis, pode-se observar melhoras não significativas com o uso de inoculação com Barvar para as 3 variáveis. A variável altura da planta é uma característica de fundamental importância uma vez levado em

conta o rendimento, as perdas durante a operação de colheita, controle de plantas daninhas, também está estreitamente ligado ao rendimento da planta. As variações na altura da planta podem ser influenciadas diretamente pelo espaçamento, tempe-



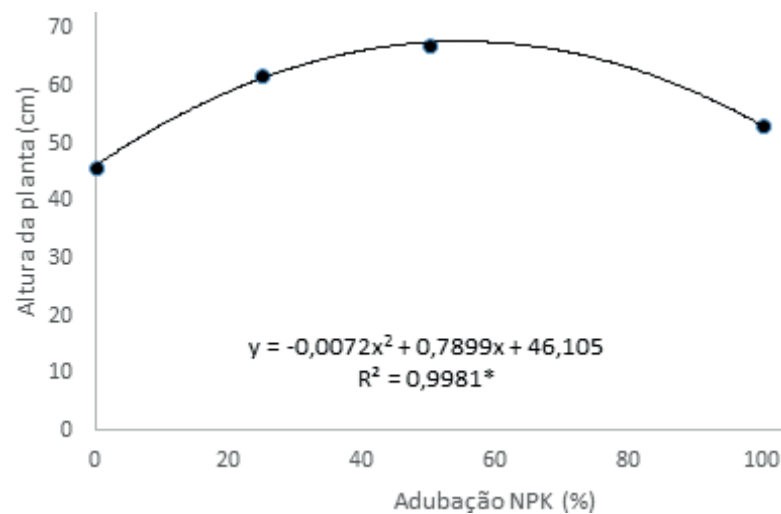
ratura, época de semeadura, fertilidade, entre outros parâmetros ambientais (ZAMBIAZZI et al., 2017).

A altura de inserção da primeira vagem é essencial para se obter um bom rendimento operacional da colhedora, em conjunto com a minimização de perdas de colheita, sendo recomendado valor igual ou superior a 10,0 cm (ZAMBIAZZI et al, 2017). No presente trabalho, com o uso do Adubo ou do Barvar as plantas não atingiram a altura de inserção da primeira vagem apropriada, com média geral de 7,7 cm. Monteiro et al. (2015) também encontraram respostas baixas para a altura da primeira vagem (4,63 cm), trabalhando com doses de NPK em soja hortaliça.

De acordo com o gráfico 1, observa-se a análise de regressão para a variável altura de plan-

ta, onde pode-se notar que houve efeito polinomial de segunda ordem significativo a 5% de probabilidade, com valor máximo de 67,8 cm de altura com o uso de 54,85% da dose recomendada



Gráfico 1. Análise de regressão para altura de planta em função a adubação de NPK.

Ratz et al. (2017) também evidenciaram que a redução ou até mesmo a ausência de NPK na adubação promove menor porte da planta, salientando que a presença ideal de NPK é essencial para o desenvolvimento da cultura.

Segundo Balbinot Junior et al. (2015) a qualidade de luz percebida por algumas plantas por meio dos fotorreceptores também é um dos fatores que pode afetar no padrão de crescimento da planta, pois plantas de

soja expostas a uma qualidade de luz baixa tendem a exibir um alto crescimento de altura, com o objetivo de aumentar a interceptação desse recurso.

Modolo et al. (2016) ainda observaram que uma redução de altura das plantas também pode ter sido ocasionado por uma competição entre as plantas, pois com condições adversas as plantas atuam umas sobre as outras, limitando a luz, reduzindo assim o desenvolvimento em altura.

Na tabela 4, nota-se que



o CV para o fator Adubo foi alto para as variáveis número de vagens e massa de vagens, e muito alto para massa de 100 grãos, enquanto o CV para o fator Barvar foi alto para variável massa va-

gem; alto para variável número de vagens e muito alto para variável massa de 100 grãos.

TABELA 4. Síntese da análise de variância e do teste de médias para o número de vagens por planta (Nº Vagens), massa de vagens por planta (Massa Vagem) e a massa de cem grãos (Massa 100).

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios		
		Nº Vagens	Massa Vagem	Massa 100
Bloco	2	0,59797 ^{NS}	0,17675 ^{NS}	0,15222 ^{NS}
Adubo (A)	3	11,2163 ^{NS}	3,13057 ^{NS}	1,23127 ^{NS}
Resíduo 1	6	4,7094	1,0923	0,1825
Barvar (B)	1	1,5549 ^{NS}	0,11623 ^{NS}	0,00938 ^{NS}
Adubo*Barvar (A*B)	3	1,11347 ^{NS}	0,29145 ^{NS}	0,09296 ^{NS}
Resíduo 2	8	4,6210	0,5911	1,5367
CV 1 (%)	-	26,16	25,19	11,25
CV 2 (%)	-	25,91	18,53	32,67
Média Geral	-	73 vagens	18,1 g	15,1 g

Fatores	Teste de Médias		
	Nº Vagens unidade planta ⁻¹	Massa Vagem g	Massa 100 G
Bavar			
COM	80 a	18,6 a	15,3 a
SEM	67 a	17,7 a	15,0 a

¹Todos dados sofreram transformação Raiz Quadrada. ²As médias das variáveis estão com os valores sem transformação. **: significativo (P<0,01); *: significativo (P<0,05); NS: não significativo; CV%: coeficiente de variação. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a5% de probabilidade.



Korber et al. (2017), encontraram CVs médios e alto para número de vagens por planta, variando de 13,91 a 20,21%. Já Silva e Lazarini (2014), apresentaram CV de 3,2% para número de vagens por planta, mas não encontraram resultados significativos para essa variável, assim como para massa de 100 grãos, que apresentou CV baixo e sem significância.

O uso de Barvar e adubo, bem como a interação entre o Barvar e a Adubação não foi significativa (Tabela 4) para as variáveis analisadas (número de vagens por planta, massa de vagens e massa de 100 grãos). Fontoura (2015) verificou que o número de vagens por planta está estreitamente relacionado com a época de plantio, densidade de plantas, algum tipo de injúria que a planta possa ter sofrido durante o seu desenvolvimento, ataque

de pragas e características da variedade, no entanto o número de vagens isoladamente, pode não alterar a produtividade, sendo preciso avaliar uma série de outras variáveis.

O uso de adubo NPK não obteve modelo de resposta significativa para o número de vagens, resultado semelhante ao encontrado por Guarreschi et al. (2011) que com a dosagem de 50% da adubação recomendada resultou em resultados semelhantes ao da testemunha (0%), demonstrando assim que tais adubações acabam sendo insuficientes para melhores resultados.

Com relação à massa de 100 grãos não observou resposta significativa à adubação, Silva et al. (2011) também notaram ausência de efeito significativo sobre a massa de 100 grãos, além de que obtiveram médias bem parecidas à desse estudo, algo em



torno de 15 g. Segundo os mesmos autores, as plantas estavam bem nutridas, principalmente durante o enchimento dos grãos, sendo assim, houve um bom suprimento de NPK durante o desenvolvimento da cultura.

Nota-se na tabela 4, em relação ao teste de médias para o Barvar, que as três variáveis analisadas não apresentaram diferença estatística significativa, mas observou maior média com a inoculação das bactérias, com acréscimo de 19,4% no número de vagens por planta. Resultados parecidos foram encontrados no trabalho de Oliveira et al. (2012), que estudando o efeito da inoculação de bactérias em diferentes doses de NPK no milho, mostraram significância para doses, mas apenas quando foi usado o inoculante para o comprimento de espiga.

Na tabela 5, o tratamen-

to Adubo, o CV foi médio para massa de grãos e alto para produtividade, enquanto que para o Barvar ambos os CVs foram muito altos para as variáveis de massa de grãos e produtividade.

Observa-se que não ocorreu interação significativa entre Adubo e o Barvar, com a análise em separado não sendo significativo para as duas variáveis analisadas (massa de grãos e produtividade) para o Barvar. Em relação ao Adubo, apenas a variável massa de grãos apresentou resultado significativo a 5% de probabilidade.

Para Amaral e Rodrigues (2015) a ausência ou baixa aplicação de P e K prejudica a massa fresca e produtividade. Como os fertilizantes representam cerca de 22,4% do custo de produção da soja, os insumos são um dos fatores que apresentam um maior custo para o produtor.



O uso eficiente dele é de fundamental importância para garantir uma boa produtividade e consequentemente boa rentabilidade.

TABELA 5. Síntese da análise de variância e do teste de médias para a massa de grãos por planta (Massa Grãos) e a Produtividade.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios	
		Massa Grãos	Produtividade
Bloco	2	0,02239 ^{NS}	18,03330 ^{NS}
Adubo (A)	3	2,08018 *	342,8813 ^{NS}
Resíduo 1	6	0,31451	124,31960
Barvar (B)	1	0,15401 ^{NS}	52,06522 ^{NS}
Adubo*Barvar	3	0,00718 ^{NS}	26,64042 ^{NS}
Resíduo 2	8	1,89094	203,98593
CV 1 (%)	-	19,91	24,35
CV 2 (%)	-	33,49	31,19
Média Geral	-	8,6 g	2245 kg ha ⁻¹

Fatores	Teste de Médias	
	Massa Grãos g planta ⁻¹	Produtividade kg ha ⁻¹
Barvar		
COM	8,9 a	2363 a
SEM	8,2 a	2129 a

¹Todos dados sofreram transformação Raiz Quadrada. ²As médias das variáveis estão com os valores sem transformação. **: significativo (P<0,01); *: significativo (P<0,05); NS: não significativo; CV%: coeficiente de variação. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em trabalho realizado por Gonçalves Junior et al. (2010), estudando doses de P, K e Zn em Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico no Oeste do Paraná, também não apresentou resposta significativa a 5% no teste de Tukey, mas foi encontrado tendência de crescimento linear para essa variável.



Em experimento feito por Lacerda et al. (2015) a cultura da soja não respondeu a adubações de cobertura ou semeadura e obteve uma produtividade média no experimento de 3.466 kg ha⁻¹, em 2010/2011, e 3.485 kg ha⁻¹ em 2012/2013, vale salientar que o experimento foi feito em condições de sequeiro, que pode ter favorecido uma falta de resposta para a adubação. Brevilieri (2012) ressalta que a cultura da soja em comparação com a do milho é bem menos responsiva ao manejo da fertilidade do solo, com isso uma adubação de manutenção é a mais indicada, pois nutrientes aplicados em excesso acabam não sendo absorvido pelas plantas e ficam propícios a processos de perdas no sistema.

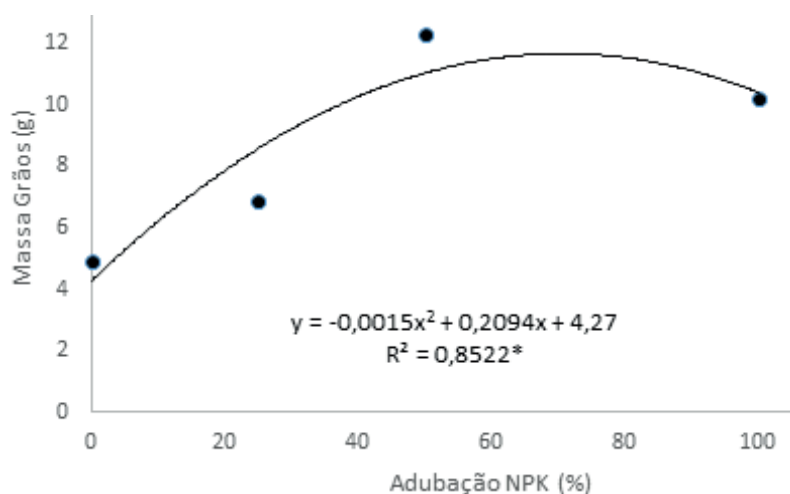
Para o teste de médias (tabela 5), a massa de grãos apresentou média maior quando ocorreu a inoculação com o Barvar,

mesmo não diferindo significativamente. Para a produtividade, quando houve a inoculação com o Barvar a média foi maior, em relação a não inoculação, também sem diferir significativamente, apresentando acréscimo de 11% na produtividade.

De acordo com o gráfico 2, pode-se observar que a variável massa de grãos por planta apresentou efeito quadrático significativo a 5% de probabilidade para as doses de NPK, com o pico de produção de 11,6 g por planta com o uso de 69,8% da adubação recomendada.



Gráfico 2. Análise de regressão par massa de grãos por planta em função a adubação de NPK.



Fiss et al. (2018) avaliam a massa de grãos da planta em função dos espaçamentos, obtiveram resultados similares, pois com a variedade Fundacep 59RR atingiu o valor máximo de 11,8 g e com a cultivar BMX potência RR o valor mínimo de 12,8, foi ressaltado que o número de grãos por planta está estritamente ligado com a quantidade de vagens. Baseado nisso, pode-se notar que o aumento na massa de grãos é muito influenciado pelo aumento na altura da planta, pois uma planta maior terá consequente-

mente mais ramos laterais e vagens, aumentando assim a quantidade e proporcionalmente a massa de grãos.

Em trabalho realizado por Costa et al. (2018), com doses acima de 200 kg ha de fertilizante mineral acabou ocasionando uma diminuição na quantidade de massa de grãos na cultura da soja, isso se deu possivelmente por uma lixiviação dos nutrientes essenciais das plantas ou uma possível intoxicação por uma grande quantidade de nutrientes fornecidos, limitando assim esta



variável.

NPK, obtendo resposta linear

De acordo com o grá-

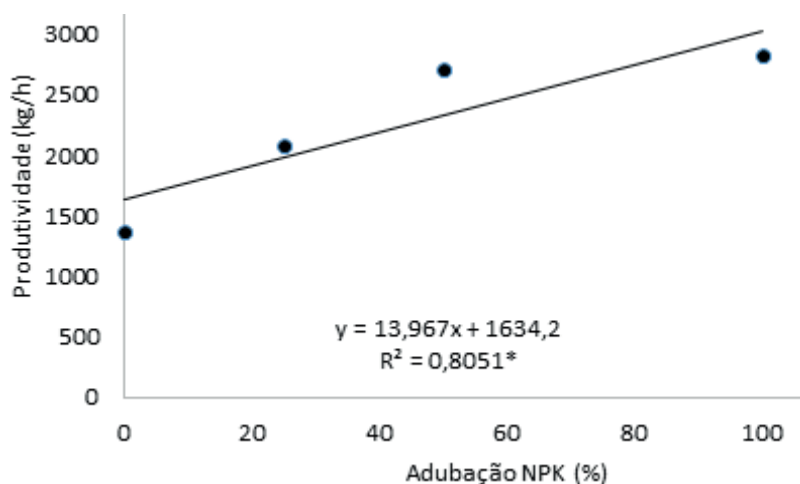
crescente.

fico 3, observa-se que a variável

produtividade apresentou efeito

significativo a 5% para dose de

Gráfico 3. Análise de regressão para a produtividade em função da adubação de NPK.



Como pode-se observar o NPK influenciou positivamente no aumento da produtividade. Resultado similar encontraram Amaral e Rodrigues (2015), com a produtividade apresentando comportamento linear, com valores menores na testemunha. Os autores ressaltam que mesmo com os resultados indicando acréscimo de produtividade com o aumento das doses de ferti-

lizantes, fica sendo necessário verificar se a relação custo benefício entre o uso do fertilizante e a resposta da cultura é economicamente viável, sendo este resultado dependente do valor dos adubos e da venda da soja.

Costa et al. (2018) em experimento realizado constatou que o uso em elevadas doses de NPK proporcionaram redução na produtividade, esse fato possivel-



mente está relacionado a composição química do fertilizante químico, que tem uma alta solubilidade, afetando assim a disponibilidade dos nutrientes para a cultura e/ou uma possível intoxicação por uma grande quantidade de nutrientes fornecidos. Porém, com a dose correspondente a 0 kg ha⁻¹ de fertilizante (controle), obteve-se a menor produtividade de grãos (2.457,72 kg ha⁻¹), com a limitação de nutrientes para as plantas o seu desenvolvimento é restrito, fazendo assim que ela não cresça da forma adequada.

CONCLUSÕES

O aumento nas doses de NPK aplicado proporcionou melhoras para a altura da planta, massa de vagens, massa de grãos e produtividade. O uso de inoculação com os produtos da linha Barvar, (NPK biológico) propor-

cionou incremento no desenvolvimento e produtividade da soja, com acréscimo de 11% na produtividade da soja.

A interação entre a inoculação com o Barvar e as doses de NPK não influenciou no desenvolvimento e produtividade da soja.

REFÊRENCIAS

AMARAL, U.; RODRIGUES, F. P. Aspectos produtivos e econômicos da soja sob adubação suplementar em áreas de pivô central. Multi-Science Journal. v.1, n.3, pag.24-30, 2015. Disponível em:<<https://www.ifgoiano.edu.br/periodicos/index.php/multiscience/article/view/97/82>>.

BARBOSA, N. C.; ARRUDA, E. M.; BROD, E.; PEREIRA, H. S. Distribuição vertical do fósforo no solo em função dos Modos



de aplicação. Biosci. J., Uberlândia, v. 31, n. 1, p. 87- 95, Jan./Feb. 2015. Disponível em:<<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/18196>>.

BATISTA FILHO, C. G.; MARCO, K.; DALLACORT, R.; SANTI, A.; INOUE, M. H.; SILVA, E. S. Efeito do Stimulate® nas características agronômicas da soja. Acta Iguazu. v.2, n.4, p. 76-86, 2013. Disponível em:<<http://e-revista.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/9112/6682>>.

BETTI, J. A.; PIZZINATO, M. A.; DDECHEN, S. C. F.; FREITAS, S. S. O AGRÔNÔMICO, Volume 52 - Número 2/3 - 2000. Disponível em:<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/142568/1/Livro-Embrapa->

Soja- desenvolvimento-BR-OL.pdf>.

BITENCOURT, R.; SILVA, T. R. B.; JÚNIOR, A. C. G.; POLRTINE, J. P.; ARIEIRA, C. R.; D. SILVA, C. A. T.; SECCO, D.; SANTOS, R. F.; ALVES, C. Z. Adubação da soja usada como residual no cultivo do crambe. Journal of Agronomic Sciences, Umuarama, v.4, n. especial, p.17-30, 2015. Disponível em: <<http://www.dca.uem.br/V4NE/02correcto.pdf>>.

BOSSI, A.; CORREA, D. F. S.; SILVA, T. M. Efeitos no desenvolvimento e rendimento produtivo da soja Submetida à associação de bradyrhizobium spp. E azospirillum Spp. 2017. Disponível em:<<http://repositorio.unifafibe.com.br:8080/xmlui/handle/123456789/29/browse?type=author&value=BOSSI%->



2C+Adriel>.

BREVILIERI, R.C. Adubação fosfatada na cultura da soja em Latossolo Vermelho cultivado há 16 anos sob diferentes sistemas de manejo. 2012. 43p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, Aquidauana. Disponível em:<<https://www.sbcs.org.br/cbcs2015/arearestrita/arquivos/1402.pdf>>.

BRT-SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS. Cultivo e manejo da soja, Minas Gerais, 2013. Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br/>>.

BULEGON, L. G., L. RAMPIM, J. KLEIN, D. KESTRING, V. F. GUIMARÃES, A. G. BATTISTUS, E A. M. INAGAKI. Componentes de produção e produtividade da cultura da soja submetida

à inoculação de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*. Terra Latinoamericana v 34: pag 169-176, 2016. Disponível em:<http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792016000200169>.

CAMPOS, R. T. M; MENEZES, C. W. G. Resposta à adubação química da soja a diferentes combinações de npk e inoculante. Seminário de iniciação científica, 5., 2016. Disponível em:<<http://www.ifnmg.edu.br/arquivos/2016/proppi/sic/resumos/721e48b6-230b-4482-be3f-74d5dc55ec.pdf>>.

CAVALLI, C.; LANGE, A.; WRUCK, F. J.; SANTOS, P. H. Adubação fosfatada e nutrição foliar na cultura da soja em solo com fertilidade em construção. Cultura Agronômica, Ilha Solteira, v.25, n . 1 ,



p.93-104, 2016. Disponível em: <<http://ojs.unesp.br/index.php/rculturaagronomica/article/download/2345/1758>>.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira: grãos. Levantamento mensal, Maio 2018, v.5, n.3 Brasília, 2018. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>.

COSTA, F. K. D.; MENEZES, J. F. S.; ALMEIDA JUNIOR, J. J.; SIMON, G. A.; MIRANDA, B. C.; LIMA, A. M.; LIMA, M. S. Desempenho agrônomo da soja convencional cultivada com fertilizantes organomineral e mineral. Nucleus, v.15, n.2, out. 2018. Disponível em: <<http://www.nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/view/2902>>.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; SANTOS, F. G.; SOUZA, L. M. F.; CAVALLINI, M. C. Interação entre inoculação das sementes com *Pseudomonas fluorescens* e adubação fosfatada na produção do milho em sucessão a espécies forrageiras no Cerrado. Tecnologia & Ciência Agropecuária. v.7, n.3, p.37-43, 2013. Disponível em: <<https://gestaounificada.pb.gov.br/emepa/publicacoes/revista-tca-emepa/edicoes/volume-07-2013/volume-7-numero-3-setembro-2013/tca7307.pdf>>.

DORNELAS, A. C. O.; OLIVEIRA, M. D. R. Avaliação morfofisiológica da cultura da soja (*glycine max*) a partir de fertilizantes biológicos. Agricultural Sciences. V. 31, n 1, Jan./Feb 2018. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/bioscience-journal/article/view/18196>>.



DOMINGUES, R. F. Efeitos da coinoculação com *bradyrhizobium japonicum* e *azospirillum brasilense* na cultura da soja via fertilizante organomineral. Uberlândia, Julho, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/21932>>.

EMBRAPA-EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil 2014. Londrina: EMBRAPA soja, 2013. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/975595/tecnologias-de-producao-de-soja---regiao-central-do-brasil-2014>>.

FEDERIZZI, L. C. A soja como fator de competitividade no mercosul: histórico, Produção e perspectivas futuras. Centro de

Estudos e Pesquisas em Agronegócios – CEPAN/UFRGS, 2015.

Disponível em:<<http://cdn.fee.tche.br/jornadas/2/E13-10.pdf>>.

FIORIN, J. E.; VOGEL, P. T.; BORTOLOTTI, R. P. Métodos de aplicação e fontes de fertilizantes para a cultura da soja. Revista Brasileira de Ciências Agrárias. v.11, n.2, p.92- 97, 2016. Disponível em:<http://agraria.pro.br/ojs-2.4.6/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=agraria_v11i2a5371&path%5B%5D=4895>. DOI:10.5039/agraria.v11i2a5371.

FISS, G.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T.; CASTELLANOS, C. I. S.; MENEGHELLO, G. E.; AUMONDE, T. Z. Produtividade e características agronômicas da soja em função de falhas na semeadura. Rev. Cienc. Agrar., v.



61, 2018. Disponível em: <<https://ajaes.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/2477>>.

FONTOURA, T. B.; COSTA, J. A.; DAROS, A. Efeitos de níveis e épocas de desfolhamento sobre o rendimento e os componentes do rendimento de grãos da soja. *Scientia Agraria* 7: 49-54. 2015. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/agraria/article/view/7271>>.

FREITAS, M. C. M. A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. *Enciclopédia Biosfera*. v.7, n.12, p.1-12, 2011. Disponível em: <<https://www.conhecer.org.br/enciclop/2011a/agrarias/a%20cultura%20da%20soja.pdf>>.

FUNCEME-FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA

E RECURSOS HÍDRICOS. Índice de aridez para o Ceará. 2015. Disponível em: <<http://www.funceme.br/index.php/areas/17-mapas-tem%C3%A1ticos/542-%C3%AD-Índice-de-aridez-para-o-cear%C3%A1>>. Acesso: 05/01/2019.

GABRIEL, S. G.; BUENO, A. C.; SANTOS, R. F. Resposta da soja (*Glycine max*) à duas diferentes fontes de potássio. *Revista Uningá Review*. v.25, n.1, p.05-09, 2016. Disponível em: <<http://revista.uninga.br/index.php/uningareviews/article/view/1749/1357>>.

GONÇALVES JÚNIOR, A. C.; NACKE, H.; MARENGONI, N. G.; CARVALHO, E. A.; COELHO, G. F. Produtividade e componentes de produção da soja adubada com diferentes doses de fósforo, potássio e zinco.



Ciência e Agrotecnologia. v. 34, n. 3, p.660-666, 2010. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/cagro/v34n3/19.pdf>>.

GUARESCHI, R. F.; GAZOLLA, P. R.; PERIN, A.; SANTINI, J. M. K. Adubação antecipada na cultura da soja com superfosfato triplo e cloreto de potássio revestidos por polímeros. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.35, n.4, p.643-648, 2015. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542011000400001&script=sci_abstract&tlng=pt>.

GREEN BIOTECH BRASIL. Produtos Biológicos. 2019. Disponível em: <<https://green-biotech.com.br/produtos-biologicos>>.

HARBS, R.; BACHA, C. J. C.; HARBS, R. Poderá a África ser

concorrente do Brasil na produção de soja. Revista de política agrícola. n.3, p.62-76, 2015. Disponível em:< <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1037/966>>.

JÚLIO, O. L. L.; ASCARI, J. P.; MENDES, I. R. N.; SANTOS, E. S.; DUARTE, W. M.; NIED, A. H. Formas de adubação potássica e produtividade da cultura da soja. Revista Agrarian. v. 9, n.32, p.149-155, 2016. Disponível em:< <http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/4004/3648>>.

BALBINOT JUNIOR, A. A. B.; PROCÓPIO, S. O.; COSTA, J. M.; KOSINSKI, C. L.; PANISONS, F.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C. Espaçamento reduzido e plantio cruzado associados a diferentes densidades de plantas em soja. Semina:



Ciências Agrárias, Londrina, v. 36, n. 5, p. 2977-2986, set./out. 2015. Disponível em em:<<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/download/16273/17148>>.

KORBER, A. H. C.; PINTO, L. P.; PIVETTA, L. A.; ALBRECHT, L. P.; FRIGO, K. D. A. Adubação nitrogenada e potássica em soja sob sistemas de semeadura. Revista de Agricultura Neotropical. v. 4, n.4, p.38-45, 2017. Disponível em:< <http://periodicosonline.uems.br/index.php/agrineo/article/view/1653/1726> >.

LACERDA, J. J. J.; RESENDE, A. V.; NETO, A. E. F.; HICKMANN, C.; CONCEIÇÃO, O. P. Adubação, produtividade e rentabilidade da rotação entre soja e milho em solo com fertilidade construída. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.50,

n.9, p.769-778, set. 2015. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/pab/v50n9/1678-3921-pab-50-09-00769.pdf>>.

LEITE, R. C.; CARNEIRO, J. S. S.; FREITAS, G. A.; CASALI, M. E.; SILVA, R. R. Adubação fosfatada na soja durante três safras consecutivas na nova fronteira agrícola brasileira. Revista Scientia Agraria. v.18, n.4, p.28-35, 2017. Disponível em:< <https://revistas.ufpr.br/agraria/article/view/50310/34312>>. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v18i4.50310>

LIBÓRIO, P. H. S.; BÁRBARO, I. M.; NOBILE, F. O. Co-inoculação no desenvolvimento vegetativo e nodulação de plântulas de soja submetidas à calagem, fertilização nitrogenada e aplicação de micronutrientes. Nucleus, v.12, n.2, out, 2015. Disponível



em:<<http://www.nucleus.feituve-rava.com.br/index.php/nucleus/article/view/1504>>.

MONSOY. Monsoy: semeando o futuro. 2018. Disponível em: <http://www.monsoy.com.br/variedades_monsoy/m8349-ipro/>. Acesso em: 08/03/2019.

MODOLO, A. J.; SCHILDOWSKI, L. L.; STORCK, L.; BENIN, G.; DE OLIVEIRA VARGAS, T.; TROGELLO, E. Rendimento de soja em função do arranjo de plantas. Revista de Agricultura v.91, n.3, p. 216 - 229, 2016. Disponível em:<<http://www.fealq.org.br/ojs/index.php/revistadeagricultura/article/view/143>>.

MONTEIRO, A. N. L.; ALVES, J. M. A.; MATOS, W. S.; SILVA, M. R.; SILVA, D. L.; BARRETO,

G. F. Densidade de plantas e doses de NPK nos componentes de produção de soja-hortaliça na Savana de Roraima. Revista Agro@ambiente On-line. v.9, n.4, p.352-360, 2015. Disponível em:<<https://revista.ufrr.br/agroambiente/article/view/2638/1888>>. DOI:10.18227/1982-8470ragro.v9i4.2638.

OLIVEIRA, M. A.; ZUCARELI, C.; SPOLAOR, L. T.; DOMINGUES, A. R.; FERREIRA, A. S. Desempenho agrônomo do milho sob adubação mineral e inoculação das sementes com rizobactérias. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v.16, n.10, p.1040-1046, 2012. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v16n10/a02.pdf>>.

OLIVEIRA, J. G.; SILVA, V. S. G.; COSTA, J. P. V. Comporta-



mento de sojas submetida a materiais fertilizantes e inoculação com bradyrhizobium. Revista da Universidade Vale do Rio Verde, Três Corações, v. 15, n. 1, p. 66-72, jan./jul. 2017. Disponível em: <<http://periodicos.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/view/3016>>.

PAVINATO, P. S.; MULLER, M. M. L.; MEERT, L.; KOLLN, O. T.; MICHALOVICZ, L. Doses de biofertilizante foliar nas culturas de soja e do milho. Fertilbio, 2008. Disponível em: <http://www.diadecampo.com.br/arquivos/materias/%7B4D295E-32-9B7E-45DD-85A9-B2274E-2819B0%7D_56_1.pdf>.

PAZINATTO, E.; VENSON, R. P.; LAJUS, C. R.; SORDI, A.; CERICATO, A.; LUZ, G. L.; Rendimento e viabilidade Econômica da cultura da soja Submeti-

da a doses e fontes Nitrogenadas em cobertura. Unoesc & Ciência - ACET Joaçaba, v. 6, n. 1, p. 83-88, jan./jun. 2015. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/64069047-Rendimento-e-viabilidade-economica-da-cultura-da-soja-submetida-a-doses-e-fontes-nitrogenadas-em-cobertura.html>>.

PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental. 15. Ed. Piracicaba, ESALQ. P.451, 2009. Disponível em: <<https://fealq.org.br/produto/curso-de-estatistica-experimental-15a-edicao/>>.

PINHEIRO, J. B.; POZZA, E. A.; POZZA, A. A. A.; MOREIRA, A. S.; ALVES, M. C. Severidade da ferrugem da soja em função do suprimento de potássio e cálcio em solução nutritiva. Rev. Ceres, Viçosa, v. 58, n.1, p. 43-50,



jan/fev, 2011. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?pi-0034737X2011000100007&script=sci_abstract&lng=pt>.

PRIETO, C. A.; ALVAREZ, J. W. R.; FIGUEREDO, J. C. K.; TRINIDAD, S. A. Bioestimulante, fertilizante e inoculação de sementes no crescimento e produtividade da soja. *Revista de Agricultura Neotropical*, Cassilândia-MS, v. 4, n. 2, p. 1-8, abr./jun. 2017. Disponível em:<<http://periodicosonline.uems.br/index.php/agrineo/article/view/1167>>.

RATZ, R. J.; PALÁCIO, S. M.; QUIÑONES, F. R. E.; VICENTINO, R. C.; MICHELIM, H. J.; RICHTER, L. M. Potencial biotecnológico de rizobactérias promotoras de crescimento de plantas no cultivo de milho e soja. *ENGEVISTA*, V. 19, n.4, p. 890-905, Outubro 2017. Disponível

em:<<http://periodicos.uff.br/engevista/article/view/9142/6615>>.

ROCHA, A. J. S.; MÜHL, F. R.; RITTER, A. F. S.; MOREIRA, A.; FELDMANN, N. A.; RHODEN, A.; BALBINOT, M. Avaliação de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja na safra 2014/2015. *Ciências Agro-veterinárias e Alimentos*. n. 1, 2016. Disponível em:< <http://revista.faiFaculdades.edu.br/index.php/cava/article/view/203/113>>.

ROSSI, N. G.; VILAR, C. C.; USHIWATA, S. Y.; REIS, R. G. E.; NABEIRO, J. C. X. Influência do modo de aplicação de fertilizante fosfatado na produção de soja em sistema de plantio direto e convencional no cerrado. *Gl. Sci Technol*, Rio Verde, v.11, n.02, p.101-111, mai/ago. 2018. Disponível em:<<https://maissoja.com.br/influencia-do-modo-de->



-aplicacao-de- fertilizante-fosfado-na-producao-de-soja-glycine-max-em-sistema-plantio-direto-e- convencional-no-cerrado/>.

SANTOS, D. F. Reação de Cultivares de Soja a *Meloidogyne morocciensis*, 2011. Disponível em:<bdm.unb.br/bitstream/10483/1833/1/2011_DaniloFurtadodosSantos.pdf>.

SANTOS, K. M. M. Co-inoculação de *azospirillum brasilense* e *bradyrhizobium japonicum* na soja como estratégia para aumento de produtividade e redução do uso de nitrogênio, 2018. Disponível em: <<http://anais.unievangelica.edu.br/index.php/CIPEEX/article/view/3642>>.

SILVA, A. C; LIMA, E. P. C; BATISTA, H. R. A importância da soja para o agronegócio brasileiro: uma Análise sob o enfoque da

produção, emprego e exportação.

2011. Disponível em : <http://www.apec.unesc.net/V_EEC/sessoes_tematicas/Economia%20rural%20e%20agricultura%20familiar/A%20IMPORT%C3%82NCIA%20DA%20SOJA%20PARA%20O%20AGRONEG%C3%93CIO%20BRASILEIRO.pdf>.

SILVA, A. F. S.; LAZARINI, E. Doses e épocas de aplicação de potássio na cultura da soja em sucessão a plantas de cobertura. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 35, n. 1, p. 179-192, jan./fev. 2014. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/download/13117/14061>>.

SILVA, E. L. Adubação potássica na cultura da soja cultivada na região do cerrado maranhense. Chapadinha, 2016.



Disponível em: <<https://monografias.ufma.br/jspui/handle/123456789/1265>>.

SILVA, L. L.; PINTO, L. S. R. C. Resposta da soja utilizando diferentes condições de inoculação com *Bradyrhizobium*. Anais do Seminário de Pesquisa e Inovação Tecnológica- SEPIT, v.1, n.1, 2017. Disponível em:<<http://editora.iftm.edu.br/index.php/sepit/article/view/315/169>>.

SILVEIRA, L. Implicações de plantas de cobertura e de doses de nitrogênio no rendimento de grãos da soja. 2018. Disponível em: <<http://tede.unioeste.br/handle/tede/3785>>.

TOLLER, M.; PELUZIO, J. M.; REIN, E.; LIMA, M. D.; HACKENHAAR, C.; HACKENHAAR, N. Adubação po-

tássica e época de semeadura em soja para a produção de etanol. Revista Agrogeoambiental, Pouso Alegre, v. 10, n. 2, jun. 2018. Disponível em: <<https://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/view/1114>>.

ZAMBIAZZI, E.V.; BRUZI, A. T.; ZUFFO, A. M.; SOARES, I. O.; MENDES, A. E. S.; TERE-SANI, A. L. R.; GWINNER, R.; CARVALHO, J. P. S.; MOREIRA, S. G. Desempenho agronomico e qualidade sanitária de sementes de soja em resposta à adubação potássica. Revista de Ciências Agrárias. v.40,n.3, p. 543 - 553, 2017. Disponível em:<https://www.researchgate.net/publication/319711046_Desempenho_agronomico_e_qualidade_sanitaria_de_sementes_de_soja_em_resposta_a_adu



baao_potassica?enrichId=r-
greq- 20a0f0af3e2280f7b-
d42af27f010fafc- XXX&en-
richSource=Y292ZXJQYW-
dlOzMxOTcxMTA0NjtBU-
zo1Mzg0OTYwNzczNjkzN
DVAMTUwNTM5ODg3NzA-
2NA%3D%3D&el=1_x_3&es-
c=publicationCoverPdf>.



CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E PRODUTIVIDADE DA SOJA SUBMETIDA A DOSES DE ADUBAÇÃO NITROGENADA E INOCULAÇÃO COM PANTOEIA AGGLOMERANS

AGRONOMIC CHARACTERISTICS AND PRODUCTIVITY OF SOYBEAN SUBMITTED TO DOSES OF NITROGEN FERTILIZATION AND INOCULATION WITH PANTOEIA AGGLOMERANS

Laura Leopoldina Sousa¹

Green Biotech Brasil²

Kevin Theo Gentil³

Resumo: A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma cultura de destaque no cenário mundial de grãos, atualmente é cultivada em praticamente todo território nacional brasileiro. O Brasil aparece como segundo maior produtor mundial desse grão. A cultura da soja é ainda, o cultivo que mais consome fertilizantes no Brasil, sendo o Nitrogênio o nutriente requerido em maior quantidade pela planta. Tendo em vista a preocupação com a sustentabilidade e dependência externa de fertilizantes no setor agrícola, o objetivo desse estudo foi avaliar o efeito da inoculação das sementes com bactérias *Pantoea agglomerans* e sua relação com

430

1 Engenheira Agrônoma pela Universidade Federal do Cariri

2 Empresa de biotecnologia

3 Cientista CEO da Green Biotech Brasil, Inventor e Coletor da Tecnologia Barvar no Brasil



as doses de nitrogênio sobre o desenvolvimento e produtividade da soja. O experimento foi conduzido na área experimental do Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade (CCAB), da Universidade Federal do Ceará (UFCA), em Crato – CE, realizado em delineamento em blocos casualizados, em parcela subdividida, com três repetições, totalizando assim 24 parcelas experimentais. As parcelas foram quatro doses de nitrogênio (0, 25, 50 e 100% da dose recomendada) e as subparcelas referentes ao uso de inoculante AzotoBarvar (com e sem). As variáveis analisadas foram altura da planta, altura de inserção da primeira vagem, número de ramos por planta, número de vagens por planta, massa das vagens por planta, massa de 100 grãos, massa de grãos por planta e produtividade. Os dados obtidos foram submetidos à

análise de variância pelo teste F e as médias do fator Bavar comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Utilizou-se o programa estatístico Sisvar 5.3 para as análises estatísticas. De acordo com as análises de variância nenhuma das variáveis apresentou resultados significativos, para a interação Adubo *Barvar ou para os fatores AzotoBarvar-2 e Adubo em separado. De acordo com o teste de médias, foi observado, porém, melhores resultados para altura da planta, número de vagens por planta, massa das vagens por planta, massa de grãos por planta e produtividade na presença do inoculante.

Palavras-chave: AzotoBarvar-1. Sulfato de amônio. Fixação biológica. FBN.

Abstract: The soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) is a prominent



crop in the world grain scenario, it is currently cultivated in practically all the Brazilian national territory. Brazil appears as the world's second largest producer of this grain. Soybean cultivation is still the crop that consumes the most fertilizers in Brazil, with Nitrogen being the most required nutrient in the plant. The objective of this study was to evaluate the effect of seed inoculation with *Pantoea agglomerans* bacteria and their relationship with nitrogen doses on soybean development and yield. The experiment was carried out in the experimental area of the Center of Agrarian Sciences and Biodiversity (CCAB), Federal University of Cariri (UFCA), in Crato - CE, in a randomized block design, in a subdivided plot, with three replications, thus totaling 24 experimental plots. The plots were four nitrogen doses (0, 25, 50 and

100% of the recommended dose) and the subplots referring to the use of AzotoBarvar inoculant (with and without). The variables analyzed were: plant height, first pod insertion height, number of branches per plant, number of pods per plant, pod per plant mass, mass of 100 grains, grain mass per plant and productivity. The data were submitted to analysis of variance by the F test and the means of the Bavar factor compared by the Tukey test at 5% of probability. The statistical program Sisvar 5.3 was used for the statistical analysis. According to the analysis of variance none of the variables presented significant results, for the interaction Fertilizer*Barvar or for the AzotoBarvar and Fertilizer factors separately. According to the means test, however, it was observed better results for plant height, number of pods per plant,



pod mass per plant, grain mass per plant and productivity in the presence of the inoculant.

Keywords: AzotoBarvar. ammonium sulfate. biological fixation. FBN.

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma cultura que tem destaque no cenário mundial de grãos, pois é a principal oleaginosa utilizada na fabricação de óleos comestíveis para alimentação humana. O grão também é utilizado como fonte de proteína vegetal, alimentação animal e, na produção de biocombustíveis (DOMINGUES, 2010). Atualmente, a soja é cultivada em praticamente todo território nacional, apresentando, em muitas regiões, produtividades médias superiores à média obtida pela

soja norte-americana (CÂMARA, 2014).

Dados da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2018), mostram o Brasil como o segundo maior produtor de grãos de soja do mundo, atrás apenas dos Estados Unidos da América (EUA). O complexo soja, isto é, “grão, óleo e farelo”, constitui-se em uma das mais importantes “commodities” nacionais. Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2018), projetou para 2019 que a produção de soja do Brasil deverá alcançar 119,40 milhões de toneladas, mantendo-se estável na comparação com o volume recorde obtido em 2018.

Para atingir tal produção, os grandes produtores do país utilizam fertilizantes em grande escala. O Brasil é o quarto país que mais consome fertilizantes no mundo, atrás apenas



dos EUA, China e Índia. A cultura da soja é o cultivo que mais consome fertilizantes no Brasil, sendo responsável por cerca de 35% do total de fertilizantes consumidos (ANDA, 2010). O nitrogênio (N) é o nutriente requerido em maior quantidade pela cultura da soja. Estima-se que para produzir 1000 kg de grãos são necessários aproximadamente 80 kg de N. A aplicação de N mineral na cultura da soja eleva o custo de produção (SILVA et al., 2011).

Tendo em vista, que a preocupação com a sustentabilidade e dependência externa de fertilizantes no setor agrícola é crescente na busca de sistemas rentáveis e sustentáveis, veem se desenvolvendo pesquisas com microrganismos fixadores de nitrogênio e também que promovem melhorias no ambiente radicular, favorecendo a absorção e aproveitamento dos nutrientes do

solo. Visto que o nitrogênio é um dos elementos fundamentais para o desenvolvimento das plantas, e sua deficiência provoca redução dos teores de proteínas nos grãos, baixa produção de clorofila provocando clorose geral e severa das folhas mais velhas, podendo levar a necrose (SFREDO; OLIVEIRA, 2010; AQUINO; ASSIS, 2005).

Com base nessas informações, esse estudo teve como objetivo avaliar o efeito da inoculação das sementes com bactérias fixadoras de nitrogênio e sua relação com as doses de adubação nitrogenada sobre o desenvolvimento e produtividade da soja.

REVISÃO DE LITERATURA

Origem, expansão e usos da Soja

A soja (*Glycine max* (L.)



Merrill) tem o continente asiático, mais precisamente, a região correspondente à China Antiga como Centro de Origem. Foi citada pela primeira vez nos EUA em 1804 (Pensilvânia) como planta forrageira promissora e produtora de grãos. Seu potencial foi reconhecido e seu cultivo recomendado a partir de 1880. Porém, a grande expansão como cultura produtora de grãos ocorreu a partir de 1930 (CÂMARA, 2014).

Foi introduzida no Brasil no estado da Bahia em 1882, sem sucesso. Mas obtendo melhores resultados por imigrantes japoneses, a partir de 1908, e em 1923, quando Henrique Löbbe trouxe cerca de cinquenta variedades norte-americanas. A produção foi impulsionada nos anos 1960/70 com o início do cultivo sucessivo trigo/soja. Assim, de uma participação de apenas 0,5% da produção mundial em 1958,

o Brasil atingiu 16% em 1976 e, atualmente, produz em torno de 30% do volume mundial de grãos de soja (CÂMARA, 2014).

A soja surpreende e ganhou grande importância na economia mundial pelas suas múltiplas utilidades. Com a ajuda da ciência, a soja apresenta grande versatilidade, podendo sob a forma de óleo, farelo ou em grão, ser usada como alimento, cosméticos, produto terapêutico, fonte para biocombustíveis, além de outros usos não convencionais. Como ração animal a soja é a base da alimentação de aves e complemento alimentar para outras criações. (EMBRAPA, 2018).

Caracterização da cultura da soja (*Glycine max* L.)

Classificação botânica:



A soja utilizada comercialmente é pertencente ao reino Plantae, divisão Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, ordem Fabales, família Fabaceae (Leguminosae), subfamília Faboideae (Papilionoideae), gênero Glycine, espécie Glycine max e forma cultivada Glycine max (L.) Merrill (SEDIYAMA, 2009).

Morfologia da Planta

As variedades comerciais principais exibem caule híspido, pouco ramificado e raiz com eixo principal e muitas ramificações. Possuem folhas trifolioladas (exceto o primeiro par de folhas simples, no nó acima do nó cotiledonar). Apresentam flores de fecundação autógama, de cor branca, roxa ou intermediária (EMBRAPA, 2018).

Desenvolvem vagens (legumes) levemente arqueadas

que, evoluem da cor verde para amarelo-pálido, marrom-claro, marrom ou cinza, à medida que amadurecem, e que podem apresentar de uma a cinco sementes lisas, elípticas ou globosas, de tegumento amarelo pálido, com hilo preto, marrom ou amarelo-palha. A estatura das plantas varia, dependendo das condições do ambiente e da variedade (cultivar). A estatura ideal está entre 60 a 110 cm (EMBRAPA, 2018).

Exigências edafoclimáticas

O fotoperíodo, a radiação solar, a temperatura e a disponibilidade hídrica são os fatores que afetam fortemente o desenvolvimento e a produtividade da soja (FARIAS et al., 2007).

A soja é considerada uma planta de dias curtos, onde a temperatura influencia na diferenciação floral. O florescimento



é afetado pelas temperaturas inferiores a 20°C sendo ideal para a cultura da soja em torno de 30°C, podendo acontecer distúrbios com temperaturas maiores que 40°C. Conforme a diminuição da temperatura, o número de dias para o florescimento aumenta (SIMEÃO, 2015).

De acordo com a Embrapa (2013), a água atua em todos os processos fisiológicos e bioquímicos da planta. Tem função de solvente pois é através dela que os gases, minerais e outros solutos entram nas células e movem-se pela planta fazendo com que se desenvolva. Para a Soja, a necessidade hídrica é maior em dois momentos, na germinação-emergência e floração-enchimento de grãos.

Ainda de acordo com a fonte supracitada, tanto a falta quanto o excesso de água podem ser prejudiciais. No primeiro mo-

mento, a planta precisa de, no mínimo, 50% de seu peso em água para ter uma boa germinação. Mas o conteúdo de água do solo não deve exceder a 85% do total máximo. No momento da floração-enchimento de grãos a necessidade hídrica aumenta para 7 a 8 mm/dia, depois desse período decresce. Se essa disponibilidade hídrica média for muito inferior podem ocorrer alterações fisiológicas na planta, como o fechamento estomático e o enrolamento de folhas e que pode causar a queda prematura de folhas e flores e abortamento de vagens, provocando uma redução de rendimento.

Importância econômica

Por ser uma das mais importantes oleaginosas cultivadas no mundo e um dos principais produtos do agronegócio



do Brasil, a Soja é produzida em quase todas as regiões do mundo também em virtude da facilidade de seu cultivo e da ampla aplicabilidade de seus produtos e derivados (NEVES 2011; SEDUYAMA, 2009). O complexo da soja envolve uma cadeia produtiva que vai desde produção interna voltada para a exportação do produto bruto, até a modificação do produto voltada para a indústria que processa a soja em farelo ou óleo para a exportação ou para consumo interno (SILVA et al., 2011).

Esse complexo Soja, exerce um papel importante no desenvolvimento da economia brasileira. O mercado da soja no Brasil gera 1,5 milhões de empregos em 17 Estados do País. O desenvolvimento dos setores envolvidos com a soja por meio de investimentos em tecnologias, novas áreas agrícolas e indús-

trias de processamento de grãos e refino de óleos tem promovido efeitos positivos não apenas em volumes operados, mas também na melhoria de vida da população (ABIOVE, 2018).

Segundo dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2018) foram produzidas no mundo 336,699 milhões de toneladas de soja na safra 2017/2018, sendo os EUA o maior produtor mundial do grão com uma produção de 119,518 milhões de toneladas. O Brasil aparece como segundo maior produtor mundial de Soja com uma produção de 116,996 milhões de toneladas, segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2018). O território brasileiro possui grandes áreas ainda inexploradas ou insuficientemente exploradas que poderão ser incorporadas à produção agropecuária, isso, junto



de vários fatores contribuem para que haja grandes chances, no longo prazo, do Brasil aumentar sua produção agrícola (SILVA et al., 2011).

De acordo com o Sistema de Estatística de Comércio Exterior do Agronegócio (AGROSTAT, 2018) o Brasil exportou no último ano 68,1 milhões de toneladas de soja em grão, 14,2 milhões de toneladas de farelo e 1,3 milhões de toneladas de óleo, movimentando um total de US\$ 31,7 bilhões. O aumento da competitividade da agricultura e pecuária do Brasil junto com o esforço do governo e da iniciativa privada em estimular e divulgar o produto agrícola brasileiro no exterior tem aumentado as exportações do agronegócio (SILVA et al., 2011).

Os efeitos positivos promovidos pela soja e a indústria se traduzem em mais empregos,

fontes de renda e melhoria na qualidade de serviços por meio da ampliação de investimentos em educação, capacitação profissional e cidadania (ABIOVE, 2018).

Nutrição da Soja

Para compor seu ciclo vital, as plantas retiram da natureza todos os nutrientes que necessitam, sendo eles os orgânicos ou minerais. A insuficiência ou o desequilíbrio entre estes nutrientes minerais pode resultar na falta ou absorção excessiva. Por isso, é importante que sejam monitoradas as quantidades presentes no solo e nas folhas (DOMINGOS et al. 2015).

É muito variável a quantidade de nutrientes exigida por cada planta para uma nutrição adequada assim, a divisão dos nutrientes em macronutrientes e



micronutrientes é baseada exatamente na quantidade mínima imprescindível de cada nutriente para o desenvolvimento pleno das culturas (FLOSS, 2011).

A cultura da soja é muito exigente com relação a todos os macronutrientes essenciais. Os mesmos devem estar em níveis suficientes e com suas relações equilibradas, para que a cultura possa aproveitar eficientemente (DOMINGOS et al., 2015). De acordo com a Embrapa Soja (2013), a cultura exige por hectare: 83 kg de N; 15,4 kg de P; 38 kg de K para a produção de uma tonelada de grãos de soja.

Benites (2012) associa a forte demanda por fertilizantes pela cultura da soja no Brasil à baixa fertilidade naturalmente existente dos solos no país. Nas principais áreas de produção de soja no Brasil, os Latossolos são os solos predominantes, que

geralmente apresentam adequada condição física, contudo são naturalmente deficientes em nutrientes em função dos fatores de formação desses solos.

Formas no solo, transporte, absorção e função do Nitrogênio para a soja

O Nitrogênio, associado ao oxigênio e ao carbono, é um elemento essencial aos seres vivos, sendo que do ponto de vista econômico e ambiental, é o nutriente que mais influencia a produção agrícola e sua disponibilidade no solo tem relação direta com a produtividade agrícola (ALCANTARA e REIS, 2008).

O Nitrogênio pode ser absorvido pelas leguminosas das seguintes formas, como aminoácido, ureia, amônio, nitrato e N₂. No entanto, a forma predominantemente absorvida é de nitrato



e, quando isso acontece, o NO₃ deve ser reduzido a NH₄⁺; para o N ser transformado em aminoácidos e proteínas. Cerca de 90% do Nitrogênio presente na planta encontram-se em forma orgânica (aminoácidos livres, proteínas, amidos, purinas, pirimidinas, ácidos nucleicos, vitaminas, etc.) (SFREDO e CARRÃO-PANIZZI, 1990).

O nitrogênio atua no metabolismo vegetal, respiração, fotossíntese e crescimento da soja, e também na produção de folhas, flores e grãos, além de fazer parte da composição de clorofilas, hormônios, proteínas e ácidos nucleicos (PEREIRA et al., 2016; KORBER et al., 2017).

É um nutriente bastante móvel no floema e provoca sintomas iniciais de deficiência, nas partes mais velhas da planta. Os sintomas são clorose total seguida de necrose, causada pela

menor produção de clorofila. Em plantas deficientes em Nitrogênio a relação carboidratos solúveis/proteína é maior pois há falta de N para a síntese de proteínas (SFREDO e CARRÃO-PANIZZI, 1990).

O nitrogênio é demandado em maior quantidade, na cultura da soja, durante a fase reprodutiva. Do total exigido, boa parte é destinada para os grãos, em torno de 84%, o restante é alocado nas folhas, caule e raízes (HUNGRIA et al., 2001; HUNGRIA et al., 2007). Na soja, o nitrogênio é essencial, pois os grãos são ricos em proteína, com um teor médio de 40%, sendo a fonte de proteína de menor custo no mercado (BACHEGA, 2015).

Adubação biológica na Soja

Apesar dos estudos existentes sobre a eficiência do



uso de bactérias condicionadoras, as opiniões sobre utilizar apenas as bactérias fixadoras de nitrogênio (FBN) ou utilizar também a adubação nitrogenada para suprir a necessidade de N da soja ainda são conflituosas (CORREIA, 2015).

A adubação mineral com fontes nitrogenadas seria uma alternativa rápida para prover toda necessidade de nitrogênio da soja, todavia, a um custo elevado. Devido a soja ser uma espécie leguminosa, tem como característica possuir simbiose com as FBN. Por essa característica, a cultura obtém a maior parte do nitrogênio que necessita através da fixação simbiótica que ocorre com as bactérias (EMBRAPA, 2013; MASCARENHAS et al., 2005; ZILLI et al. 2010).

A fixação biológica de nitrogênio foi uma das grandes

propulsoras para o cultivo em larga escala da cultura da soja no Brasil. Os processos fisiológicos que envolvem a FBN na cultura da soja são bastante complicados, com várias interações entre a planta e a bactéria fixadora. As bactérias quando em contato com as raízes da soja, infectam-nas, via pelos radiculares, formando os nódulos. Esse processo resulta na transformação do N_2 em amônia (NH_3) (FAGAN, et al. 2007; SILVA et al., 2011).

Em seguida a amônia é reduzida à amônio (NH_4^+) em função da abundância dos íons H^+ presente no interior das células bacterianas, sendo assimilado em formas de nitrogênio orgânico pela planta, principalmente na forma de ureídeos (CÂMARA, 2014).

Outros nutrientes



Potássio (K)

O potássio (K) é o segundo nutriente mais absorvido e exportado pelas plantas de soja, é um dos nutrientes mais importantes para a cultura, sendo que para obter alta produtividade é necessário o seu fornecimento através da adubação (ZAMBIAZZI et al., 2017; CIBOTTO et al., 2016)

A deficiência desse nutriente na planta pode fazer com que a mesma apresente, hastes verdes, clorose nas folhas e frutos com formação partenocárpica (GABRIEL et al. 2016). A baixa disponibilidade de K no solo pode causar ainda diminuição na produtividade de grãos safra após safra, sem os sintomas característicos da deficiência, que é denominado de fome oculta; ou seja, há diminuição da taxa de crescimento da planta com di-

minuição de produtividade, sem sintomas visíveis de deficiência nutricional (BORKERT et al., 1997).

Fósforo (P)

De acordo com Guerra et al. (2006), o fósforo exerce um papel importante para a produtividade das culturas devido sua participação nas membranas celulares, nos ácidos nucleicos e como constituinte de compostos armazenadores de energia como o ATP (trifosfato de adenosina), que participa da germinação e fotossíntese.

Ainda de acordo com os mesmos autores, baixa disponibilidade deste nutriente no solo pode levar a redução no porte da planta e na altura de inserção das primeiras vagens, menor produção e abortamento de flores e maior aborto dessas estruturas,



acarretando em uma baixa produtividade da cultura.

METODOLOGIA

Local do experimento

O experimento foi conduzido na área experimental do Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade (CCAB), da Universidade Federal do Cariri (UFCA), em Crato – CE, localizado a 507 km da cidade de For-

aleza-CE, no período de outubro de 2017 a abril 2018. Geograficamente situada entre os paralelos 7° 14' 3,4" de latitude Sul e os meridianos 39° 22' 7,6" de longitude Oeste, a 442 metros de altitude.

O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo (FUNCEME, 2012), de relevo suave ondulado e textura franco-arenosa e sua constituição química na camada 0-20 cm está representada na Tabela 1.

Tabela 1 - Constituição química na camada de 0-20 cm da área experimental.

pH (1:2,5 H ₂ O)	P (melich- 1)	K	Ca	Mg	H ⁺ Al	Matéria orgânica	CTC	V (%)
4,9	6,0 mg dm ⁻³	1,27 mmolc dm ⁻³	7,9 mmolc dm ³	5,6 mmolc dm ⁻³	18,5 mmolc dm ⁻³	4,08 g kg ⁻¹	33,8 mmolc dm ⁻³	45,27

Clima da região

O clima é caracterizado como tropical úmido com estação seca, correspondente à clas-

sificação Aw do IPECE (2018), com temperatura média anual de 27°C, com duas estações climáticas bem definidas e precipitação média anual de 1129 mm (FUN-



CEME, 2015).

Delineamento experimental

O experimento foi realizado em delineamento em blocos casualizados, em parcela subdividida, com três repetições, totalizando assim 24 parcelas experimentais, conforme a designação dos tratamentos e o croqui (Tabela 2 e Figura 1). As parcelas foram quatro doses de nitrogênio (0, 25, 50 e 100% da dose recomendada)

e as subparcelas referentes ao uso

de inoculante AzotoBarvar (com e sem). A adubação recomendada para a cultura foi obtida de acordo com a recomendação da Embrapa (2013) para a cultura da soja. As parcelas experimentais foram compostas por três metros de largura com três metros de comprimento (9 m²) cada. A parcela útil, utilizada para análise, foi composta por plantas escolhidas de acordo com o grau de maturação.

Tabela 2 – Combinação dos fatores em cada tratamento e suas respectivas designações

Parcela Doses (D)	Subparcela Bactéria (B)	Tratamento	Designação dos Tratamentos
D0	Bc	D0Bc	0% Fertilizante mineral com inoculante
	Bs	D0Bs	0% Fertilizante mineral sem inoculante
D25	Bc	D25Bc	25% Fertilizante mineral com inoculante
	Bs	D25Bs	25% Fertilizante mineral sem inoculante
D50	Bc	D50Bc	50% Fertilizante mineral com inoculante
	Bs	D50Bs	50% Fertilizante mineral sem inoculante
D100	Bc	D100Bc	100% Fertilizante mineral com inoculante
	Bs	D100Bs	100% Fertilizante mineral sem inoculante



Figura 1 – Croquí da área experimental

Bloco 1		Bloco 2		Bloco 3	
D0Bc	D0Bs	D50Bs	D50Bc	D50Bc	D50Bs
D100Bc	D100Bs	D25Bs	D25Bc	D0Bs	D0Bc
D25Bs	D25Bc	D100Bs	D100Bc	D25Bc	D25Bs
D50Bs	D50Bc	D0Bs	D0Bc	D100Bs	D100Bc

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias do fator Bavar comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Utilizou-se o programa estatístico Sisvar 5.3 para as análises estatísticas.

Genótipo da soja

A cultivar M8349 IPRO da soja, foi a utilizada nesse trabalho, a mesma tem como principais características, elevado potencial produtivo, precocidade na 2ª safra, ampla adaptação geográfica, alta estabilidade, excelente arquitetura de planta e resistência ao acamamento.

As características morfológicas são: coloração da flor sendo roxa, do hilo, marrom claro e da pubescência, cinza. Seu hábito de crescimento é determinado e apresenta altura média de 72 cm (MONSOY, 2018).

Inoculante AzotoBarvar-1 ou BARVAR N

O Biofertilizante de nitrogênio usado no experimento é chamado de AzotoBARVAR-1 e possui diferentes classes, pode ser considerado um Fertilizante Orgânico composto classe A, e condicionador de solo biológico, devido a sua composição físico e química, contém a estirpe O4 de



Pantoea agglomerans concentração viva 107 a 108 UFC por grama ou ml, bagaço de cana, perlita e água.

A *Pantoea agglomerans* é uma bactéria aeróbica de vida livre gram-negativa, que tem a capacidade de fixar nitrogênio usando três diferentes sistemas de nitrogênio ativos em condições de total ausência de oxigênio que tipicamente inativam a enzima nitrogenada. No entanto, a taxa de transferência de oxigênio para a célula é reduzida pelo aumento das concentrações de alginato durante o curso do crescimento da *Pantoea agglomerans*. Este fenômeno fornece uma baixa concentração de oxigênio intracelular necessária para a atividade nitrogenada (GREEN BIOTECH, 2018).

Preparo da área, instalação e condução do experimento

A área começou a ser preparada no dia 05 de setembro de 2017 quando foi realizada a calagem, que tinha como objetivo a correção da acidez do solo e elevação da saturação de bases para 70%. Em seguida foram realizadas duas gradagens para incorporação do calcário.

No dia 11 de setembro foi realizado a instalação do sistema de irrigação utilizado, que foi por micro aspersão, cada micro aspersor foi posicionado a 3 metros de distância dentro da linha de irrigação e cada linha foi posicionada a 3,0 m de distância, sendo feita rega diária para acelerar o processo de reação do calcário no solo. Foram utilizados aspersores com vazão de 60 litros/hora, com turno de rega diário para suprir a demanda da cultura, com lâmina diária de 6 mm.



A área permaneceu em pousio por um mês e vinte dias para alcançar a saturação desejada.

A semeadura ocorreu no dia 25 de outubro de 2017, feita de forma manual, e as semen-

tes foram depositadas em sulcos (Figura 2), abertos manualmente com auxílio de enxadas, espaçados a 0,45 m e com profundidade de 0,1 m.

Figura 2 – Abertura dos Sulcos em área experimental para plantio.



Fonte: Autora.

A adubação também foi feita manualmente depositando o adubo nos sulcos (Figura 3), antes das sementes, de acordo com cada tratamento, e em seguida cobriu-se com uma camada de solo de aproximadamente 0,05 m. Na sequência foram deposita-

das uma semente a cada 0,08 m na fileira de semeadura (Figura 4).

Figura 3 – Realização da adubação mineral na área experimental.



Fonte: Autora.

Figura 4 – Sementes de soja depositadas nos sulcos abertos na área experimental.



Fonte: Autora.

A inoculação das sementes que receberam as bactérias da marca comercial (Azotobarvar-1) ou (Barvar N) foi feita

no dia da semeadura, utilizando-se a dose de 100 g do produto comercial por hectare, diluído em 10 L de água, a inoculação



foi feita diretamente na semente ra 6).
e também no solo com o auxílio
de borrifadores (Figura 5 e Figu-

Figura 5 – Inoculação das sementes com AzotoBARVAR-1 antes da semeadura.



Fonte: Autora.

Figura 6 – Aplicação do inoculante AzotoBARVAR-1 no solo da área experimental.



Fonte: Autora.

A adubação foi realizada em dose única, no momento do plantio, utilizando as quantidades indicadas pelas recomendações de adubação para a cultura da soja (EMBRAPA, 2013). Foram utilizados adubos simples pela falta de fórmula comercial compatível.

Desta forma, foram utilizados na adubação de fundação, para todas as parcelas, 389 kg ha⁻¹ de superfosfato simples (70 kg ha⁻¹ de P₂O₅). e 67 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio (40 kg ha⁻¹ de K₂O). As quantidades do adubo nitrogenado foram as únicas que sofreram variações de acordo com os tratamentos, sendo a dose recomendada (100%) a quantidade de 100 kg ha⁻¹ de Sulfato de Amônia (20 kg ha⁻¹ de N), para os demais tratamentos, as doses usadas foram variações proporcionais a recomendação.

No dia 01 de novembro

de 2017 foi realizada uma reaplicação do produto contendo o inoculante no solo, apenas nas parcelas com uso do produto, sendo aplicados a dosagem de 100 g do produto comercial, diluídos em 100 L de água. A aplicação foi efetuada no solo, na linha de semeadura, após a irrigação, mantendo o solo úmido no momento da aplicação das bactérias.

Durante o período que o experimento permaneceu em campo foram efetuadas duas capinas manuais com uso de enxadadas para controle de plantas invasoras. Foi necessário a aplicação de inseticidas para controle de pragas. Foram feitas duas aplicações do produto Engeo pleno, nos dias 30 de novembro e 7 de dezembro, utilizando a dosagem recomendada pelo fabricante, para o controle da cochonilha da raiz.

Houve, também, incidência periódicos de ninfas de



gafanhotos, em que foi utilizado o inseticida (Decis) para o seu controle com a dosagem também recomendada pelas instruções da bula do produto. Foi feita, também, mais duas aplicações do produto Engeo pleno para o controle do percevejo na fase de maturação das vagens, aplicando o recomendado para a cultura.

As parcelas experimentais para avaliação de desenvolvimento e produtividade da soja começaram a ser colhidas a partir dos 120 dias após a semeadura, prosseguindo de acordo com a maturação das vagens.

gura 7) e da inserção da primeira vagem (Figura 8), foram obtidas com o auxílio de fita métrica, medindo do nível do solo ao ápice do ramo principal, e até a base de inserção da primeira vagem, respectivamente. Foram avaliadas dez plantas por parcela amostral e feito a média. O número de ramos foi quantificado pela contagem dos ramos reprodutivos, ou seja, aqueles que continham vagens.

Características agronômicas avaliadas

Altura da planta, altura de inserção da primeira vagem e número de ramos

A altura da planta (Fi-



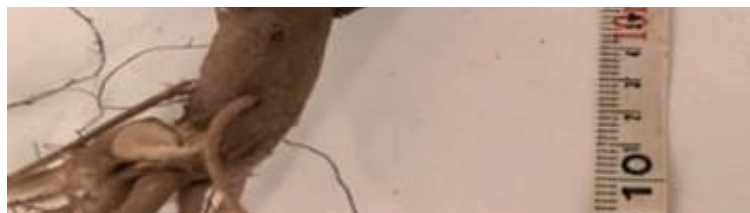
Figura 7- Avaliação de altura da planta.



Fonte: Autora.

Figura 8 – Avaliação da altura de inserção da primeira Vagem.





Fonte: Autora.

Número de vagens, massa das vagens e massa de 100 grãos

O número de vagens foi determinado pela contagem das vagens totais de cada planta e, após, foi feito a média. A massa das vagens de 100 grãos foi feita pela pesagem, através de balança semianalítica, das vagens e grãos de cada planta.

Massa de grãos e produtividade

A massa de grãos foi quantificada através da pesagem de todos os grãos da planta em balança semianalítica. Com os dados de massa de grãos e número de plantas por hectare foi

determinado a produtividade da cultura (kg ha^{-1}).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O coeficiente de variação (CV) segundo Ferreira (2015) é uma medida de dispersão utilizada para comparar a precisão dos experimentos de uma mesma variável em diferentes ensaios e quantificar a precisão das pesquisas. Pimentel Gomes (2009) elaborou uma classificação para experimentos realizados em campo, onde valores abaixo de 10% são considerados baixos, de 10 a 20% são médios, de 20 a 30% são altos e acima de 30% considerados muito altos.



De acordo com a classificação de Pimentel Gomes (2009) os CVs encontrados nesse experimento para o Adubo foram considerados, médios para as variáveis altura da planta (ALT Planta) e número de ramos (Nº Ramos); altos para as variáveis, altura da primeira vagem (ALT1ªV), massa de vagens por planta (Massa Vagem) e a massa de 100 grãos (Massa 100) e muito altos para as variáveis, número de vagens por planta (Nº Vagens), massa de grãos por planta (Massa Grãos) e produtividade.

Já para o Azotobarvar, os coeficientes de variação foram considerados, médio para a variável altura da primeira vagem (ALT1ªV); alto para a variável altura da planta (ALT Planta) e muito altos para as variáveis, número de vagens por planta (Nº Vagens), número de ramos (Nº Ramos), massa de vagens por

planta (Massa Vagem), massa de 100 grãos (Massa 100), massa de grãos por planta (Massa Grãos) e produtividade.

Nenhuma das variáveis, altura da primeira vagem (ALT1ªV), altura da planta (ALT Planta) e número de ramos (Nº Ramos), apresentou resultados significativos, para a interação Adubo*Barvar ou para os fatores AzotoBarvar (B) e Adubo (A) em separado, de acordo com a análise de variância da Tabela 3.

Silva et al. (2011) avaliando inoculação das sementes com *Bradyrhizobium japonicum* (3 e 6 mL kg⁻¹ de sementes), e doses de adubação nitrogenada na semeadura, também verificaram que para a altura de plantas e a altura de inserção da primeira vagem não houve influência significativa das doses de inoculante e N aplicadas no primeiro ano.

Apesar de não apresen-



tar resultados significativos, a variável altura de planta obteve aumento de 5,7% com a presença do produto AzotoBarvar. Correia (2015) explica esse resultado com o fato que a inoculação é uma forma de disponibilizar nitrogênio as plantas, proporcionando mais condições ao seu desenvolvimento vegetativo, tornando as plantas com arquitetura mais alta.

De maneira semelhante, em trabalhos realizados por Domingues (2018) e Santos (2018) avaliando diferentes doses de Azospirillum e Bradyrhizobium, o uso de inoculantes não tiveram efeito significativo sobre a variável altura de plantas em relação a plantas não inoculadas, mas gerou maiores médias.

TABELA 3. Síntese da análise de variância e do teste de médias para altura da planta (Altura), altura da primeira vagem (ALT1ªV) e o número de ramos por planta (Nº Ramos).

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios		
		ALT 1ª V	ALT Planta	Nº Ramos
Bloco	2	7,356 ^{NS}	127,39 ^{NS}	6,755 ^{NS}
Adubo (A)	3	7,381 ^{NS}	35,86 ^{NS}	2,485 ^{NS}
Resíduo 1	6	5,956	49,65	1,567
AzotoBarvar (B)	1	0,091 ^{NS}	26,08 ^{NS}	0,005 ^{NS}
Adubo*AzotoBarvar (A*B)	3	1,427 ^{NS}	22,73 ^{NS}	3,084 ^{NS}
Resíduo 2	8	2,681	93,98	7,333
CV 1 (%)	-	29,57	18,61	14,59
CV 2 (%)	-	19,84	25,59	31,66
Média Geral	-	8,3 cm	37,9 cm	8,5 ramos
Fatores		Teste de Médias		
		ALT 1ª V Cm	ALT Planta Cm	Nº Ramos unidade planta ⁻¹



AzotoBarvar			
COM	8,2 a	38,9 a	8,5 a
SEM	8,3 a	36,8 a	8,5 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de TUKEY a 5% de probabilidade. **: significativo ($P<0,01$); *: significativo ($P<0,05$); NS: não significativo; CV%: coeficiente de variação.

É possível observar na Tabela 4, através da síntese da análise de variância apresentada, que as variáveis número de vagens por planta (N° Vagens), massa de vagens por planta (Massa Vagem) e a massa de cem grãos (Massa 100) não obtiveram resultados significativos para a interação Adubo*Barvar ($A*B$) e para os fatores em separado. Obteve, no entanto, melhores resultados de número de vagens por planta (N° Vagens) e massa de vagens por planta (Massa Vagem) e redução na massa de cem grãos com a presença do produto AzotoBarvar-1. O resultado para massa das vagens por planta foi cerca de 15% superior na presença da bactéria.

TABELA 4. Síntese da análise de variância e do teste de médias para o número de vagens por planta (N° Vagens), massa de vagens por planta (Massa Vagem) e a massa de cem grãos (Massa 100).

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios		
		N° Vagens	Massa Vagem	Massa 100
Bloco	2	3099,5 ^{NS}	175,11 ^{NS}	9,246 ^{NS}
Adubo (A)	3	949,5 ^{NS}	47,10 ^{NS}	26,323 ^{NS}
Resíduo 1	6	978,3	23,77	16,700
AzotoBarvar (B)	1	1,215 ^{NS}	51,92 ^{NS}	0,432 ^{NS}
Adubo*Barvar ($A*B$)	3	1441,6 ^{NS}	4,97 ^{NS}	15,175 ^{NS}
Resíduo 2	8	2270,5	60,92	24,302
CV 1 (%)	-	44,72	23,28	26,76



CV 2 (%)	-	68,14	37,26	32,28
Média Geral	-	69,9 vagens	20,9 g	15,27 g
Teste de Médias				
Fatores		Nº Vagens unidade planta ⁻¹	Massa Vagem G	Massa 100 G
Barvar				
COM		70,1 a	22,4 a	15,1 a
SEM		69,7 a	19,4 a	15,4 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de TUKEY a 5% de probabilidade. **: significativo (P<0,01); *: significativo (P<0,05); NS: não significativo; CV%: coeficiente de variação.

Resultado semelhante ao de Silva et al. (2011) que também observaram ausência de efeito significativo sobre a massa de 100 grãos e obtiveram ainda médias semelhantes à desse estudo, por volta de 15 g. Dado que, segundo os mesmos autores, demonstra a boa nutrição da planta, principalmente no período de enchimento dos grãos e que houve, portanto, bom suprimento de N, durante todo o desenvolvimento da cultura.

Schneider et al. (2017) e Santos (2018) avaliando diferentes doses de Azospirillum e

Bradyrhizobium também não encontraram diferença significativa nos dados obtidos para massa de 1000 grãos, em relação aos diferentes tratamentos, incluindo a testemunha (sem inoculante).

Os resultados para número de vagens diferem dos obtidos por Barranqueiro e Dalchiavon (2017), que observaram diferenças significativas entre seus tratamentos com inoculantes e a testemunha, no entanto, alguns tratamentos apresentaram médias inferiores a testemunha, os mesmos autores explicam que as reservas de N do solo foram



suficientes para atender a necessidade da perfeita formação de vagens, como observado para a testemunha nesse estudo.

De acordo com a Síntese da análise de variância que foi apresentada na Tabela 5, as variáveis massa de grãos por planta

(Massa Grãos) e a Produtividade não obtiveram resultados significativos para a interação Adubo*Barvar (A*B) e para os fatores em separado.

TABELA 5. Síntese da análise de variância e do teste de médias para a massa de grãos por planta (Massa Grãos) e a Produtividade

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios	
		Massa Grãos	Produtividade
Bloco	2	57,84 ^{NS}	444083 ^{NS}
Adubo (A)	3	14,08 ^{NS}	1084888 ^{NS}
Resíduo 1	6	12,78	986875
AzotoBarvar (B)	1	14,73 ^{NS}	1138937 ^{NS}
Adubo*Barvar	3	1,88 ^{NS}	146031 ^{NS}
Resíduo 2	8	15,77	1217494
CV 1 (%)	-	35,88	35,88
CV 2 (%)	-	39,85	39,85
Média Geral	-	10,0 g planta ⁻¹	2769 kg ha ⁻¹
Teste de Médias			
Fatores		Massa Grãos g planta ⁻¹	Produtividade kg ha ⁻¹
AzotoBarvar			
COM		10,8 a	2986 a
SEM		9,2 a	2551 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de TUKEY a 5% de probabilidade. **: significativo (P<0,01); *: significativo (P<0,05); NS: não significativo; CV%: coeficiente de variação.



O uso de doses de nitrogênio na semeadura não apresentou resposta significativa, com produtividade média de 2.769 kg ha⁻¹ que corresponde a 83% da produtividade média brasileira de 3.333 kg ha⁻¹ obtida na safra 2017/2018 segundo a CONAB (2018).

Esta ausência de resposta também foi observada por Bahry et al. (2013) e Silveira (2018), onde os autores afirmam que a aplicação de nitrogênio mineral na soja não resultou em ganhos significativos de produtividade, pelo contrário, a adição desses fertilizantes pode causar a diminuição da fixação biológica natural. A falta de resposta a adubação nitrogenada também é justificada por Amado et al. (2010) em virtude à alta eficiência da fixação biológica de nitrogênio (FBN) realizada pelas bactérias em condições tropicais.

Quando inoculado com o produto AzotoBarvar-1, as variáveis apresentaram resultados cerca de 17% superiores. O que corresponde respectivamente a 1,6 g e 435 kg ha⁻¹ a mais. Resultados que corroboram com Correia (2015) que avaliando a forma de inoculação e doses de inoculante, também obteve melhor produtividade, com aumento de 625 kg ha⁻¹.

Hungria et al. (2007) e Câmara (2014) explicam o fato, quando afirmam que a inoculação da soja promove a disponibilização de nitrogênio à cultura, nutriente constituinte dos ácidos nucleicos e de proteínas, fundamentais e indispensáveis para todos os processos biológicos da planta de soja, inclusive a produção de grãos. E a carência desse nutriente impossibilita ou reduz atividades biológicas da planta, reduzindo a produção de grãos



por falhas no florescimento e enchimento de grãos.

CONCLUSÕES

O uso de adubação nitrogenada na semeadura da soja não apresenta acréscimo sobre o desenvolvimento e produtividade da soja.

A inoculação das sementes com bactérias *Pantoea Agglomerans* da marca Azo-toBARVAR-1 ou BARVAR N apresentaram diferenças significativas proporcionando melhores resultados no desenvolvimento e aumento de cerca de 17 % na produtividade da soja.

REFERÊNCIAS

Fertilizantes Orgânicos biológicos: NPK BIOLÓGICO BARVAR-N, BARVAR-P, BARVAR-K, Green Biotech Brasil.

Disponível em: < <http://www.greenbiotech.com.br/>> acesso 2020

AGROSTAT - Sistema de Estatística de Comércio Exterior do Agronegócio. Indicadores Gerais Agrost. 2018. Disponível em: <<http://indicadores.agricultura.gov.br/index.htm>> Acesso em: 23 set. 2018.

AMADO, T. J. C.; SCHLEINDWEIN, J. A.; FIORIN, J. E. Manejo do solo visando à obtenção de elevados rendimentos de soja sob sistema plantio direto. Porto Alegre-RS: Evangraf, 2010. p. 53-112 .

ANDA – Associação nacional para difusão de adubos, Anuário estatístico sobre fertilizantes. São Paulo, 2010.

AQUINO, A. M; ASSIS, L. R.



Processos Biológicos no Sistema Solo-Planta: ferramentas para uma agricultura sustentável. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 368 p. Disponível em: <<http://livraria.sct.embrapa.br/livresumos/pdf/00076780.pdf>> Acesso em: 03 set. 2018.

Associação Brasileira das indústrias de óleos vegetais – ABIOVE. Importância Econômica e Social da Soja. 2018. Disponível em: <<http://www.ufpi.br/subsite-Files/ppga/arquivos/files/Dissertacao%20Josynaria.pdf>>. Acesso em: 07 nov. 2018.

BACHEGA, R. C. C. Efeito da adubação nitrogenada nas características agronômicas em soja sob baixa latitude. 2015. 37f. (Dissertação) Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal – Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, 2015. Dis-

ponível em: <<http://www.uft.edu.br/producaovegetal/dissertacoes/RICARDO%20CESAR%20COSTA%20BACHEGA.pdf>> Acesso em: 30 set. 2018.

BAHRY, C. A., VENSKE, E., NARDINO, M., FIN, S. S., ZIMMER, P. D., DE SOUZA, V. Q., & CARON, B. O. (2013). Características morfológicas e componentes de rendimento da soja submetida à adubação nitrogenada. *Agrarian*, v. 6, n. 21, p. 281-288, 2013. Disponível em: <<http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/2240/1570>> Acesso em: 01 dez. 2018.

BARRANQUEIRO, H. R.; DALCHIAVON, F. C. Aplicação de azoto na cultura da soja. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 40, n. 1, p. 196-204, 2017. Disponível em: <<http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?pi>-



0871018X2017000100022&script=sci_arttext&tlng=en> Acesso em: 23 set. 2018.

BENITES, V. M. Fontes de nutrientes para a produção de soja no Brasil. In: VI Congresso Brasileiro de Soja, Cuiabá, MT – 2012: soja: integração nacional e desenvolvimento sustentável. Anais... Adilson de Oliveira Júnior et al (Editores técnicos). Brasília: Embrapa, 2012. Disponível em <<http://www.cbsoja.com.br/anais/>>. Acesso em 19 ago. 2018.

BORKET, C.M.; FARIAS, J.R.B.; SFREDO, G.J.; et al. Resposta da soja à adubação e disponibilidade de potássio em Latossolo Roxo distrófico. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.32, n.10, p.1235-1249. 1997. Disponível em: <<http://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/4778>> Acesso em: 14

out. 2018.

CÂMARA, G. M. S. Fixação biológica de nitrogênio em soja. Informações Agronômicas, Piracicaba, v. 147, p. 1-9, 2014.

CÂMARA, G. M. S. Introdução ao Agronegócio Soja. Piracicaba, 2014. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/departamentos/lpv/lpv584/LPV-584-Soja-01-Apostila-Agronegocio-Texto-2014.pdf>> Acesso em: 03 set. 2018.

CIBOTTO, D. V.; OLIVEIRA NETO, A. M.; GUERRA, N.; MEERT, L.; BOTTEGA, E. L.; LEAL, G. B. Produtividade da soja com antecipação da adubação potássica nas culturas da aveia preta, canola e trigo. Revista Campo Digit@l. v.11, n.1, p.25-32, 2016. Disponível em: <<https://www.bvs-vet.org.br/>



vetindex/periodicos/campo-digital/11-(2016)-1/produtividade-da-soja-com-antecipacao-da-adubacao-potassica-nas-culturas> Acesso em: 21 out. 2018.

Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB. 8º Levantamento Safra 2017/2018. Brasília, 2018. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos/item/download/19461_3e293e81e-be05101ef167a494fe67dd6> Acesso em: 21 out. 2018.

CORREIA, T. P. da S. Eficiência operacional, econômica e agrônoma da inoculação de soja via sulco de semeadura. 2015, 95 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2015. Disponível em: <<http://www.pg.fca.unesp.br/Teses/>

PDFs/Arq1370.pdf> Acesso em: 11 out. 2018.

Departamento de Agricultura dos Estados Unidos – USDA. World Agricultural Supply and Demand Estimates. 2018. Disponível em: <<https://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf>> Acesso em: 29 ago. 2018.

DOMINGOS, C. S; LIMA, L. H. S; BRACCINI, A. L. Nutrição mineral e ferramentas para o manejo da adubação na cultura da soja. Scientia Agraria Paranaensis, v. 14, n. 3, p. 132- 140, 2015. Disponível em: <<http://e-revista.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/view/12218>> DOI: <http://dx.doi.org/10.1818/sap.v14i3.12218> Acesso em: 30 out. 2018.

DOMINGUES, L. S. Influência de cultivares e densidades de



plantas sobre a eficácia de proteção química no patossistema soja-*Phakopsora pachyrhizi*. 2010. 75 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria Santa Maria, Santa Maria, 2010. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/5030>> Acesso em: 03 set. 2018.

DOMINGUES, R. F. Efeitos da coinoculação com *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* na cultura da soja via fertilizante organomineral. 2018. 19 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018 Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/21932>> Acesso em: 01 out. 2018.

Empresa Brasileira de Pesqui-

sa Agropecuária – EMBRAPA. Características da Soja. Brasília, 2018. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG01_24_271020069131.html> Acesso em: 16 out. 2018.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. EMBRAPA soja: inovação, tecnologia, resultados. Londrina, 2018. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/178960/1/Folder-institucional-Embrapa-Soja-CBSOJA-2018.pdf>> Acesso em: 16 out. 2018.

Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Soja em números (safra 2017/2018). Londrina, 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>> Acesso em: 13 set. 2018.



EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Tecnologias de produção de soja: região central do Brasil. Londrina: Embrapa Soja, 2013 Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/95489/1/SP-16-online.pdf>>

Acesso em: 11 nov. 2018.

EMBRAPA SOJA, Tecnologias de produção de soja – Região Central do Brasil 2014. – Londrina: Embrapa Soja, 2013. 265p.; 21cm. – (Sistemas de Produção / Embrapa Soja, ISSN 2176- 2902; n.16). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/95489/1/SP-16-online.pdf>> Acesso em: 22 out. 2018.

FAGAN, E. B; MEDEIROS, S. L; MANFRON, P. A; CASAROLI, D; SIMON, J., NETO, D. D;

MÜLLER, L. Fisiologia da fixação biológica do nitrogênio em soja-Revisão. Revista da FZVA, v. 14, n. 1, 2007. Disponível em: <<http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/fzva/article/view/2481/0>> Acesso em: 23 set. 2018.

FARIAS, J. R. B; NEPOMUCENO, A. L; NEUMAIER, N. Ecofisiologia da soja. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 10p (Embrapa Soja. Circular técnica, 48). Disponível em: <[cttp://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPSO-2009-09/27615/1/circ-tec48.pdf](http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPSO-2009-09/27615/1/circ-tec48.pdf)> Acesso em: 16 out. 2018.

FERREIRA, A. A. S. N. de C. Classificação de coeficientes de variação em experimentos de nutrição de aves: métodos e fatores que influenciam. 2015. 55 f. Dissertação (Mestrado) – Universi-



dade Federal do Piauí, Campus Prof.^a Cinobelina Elvas, Programa de PósGraduação em Zootecnia, área de Produção Animal (Nutrição e produção de alimentos), Bom Jesus-Pi, 2015. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/123456789/612>> Acesso em: 21 out. 2018.

FLOSS, E. L. Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo que está por trás do que se vê. 5. ed. Passo Fundo: UPF, 2011.

FUNCEME-FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS. Índice de aridez para o Ceará. 2015. Disponível em: <<http://www.funceme.br/index.php/areas/17-mapas-tem%C3%A1ticos/542-%C3%AD%C3%A9ndice-de-aridez-para-o-cear%C3%A1>>. Acesso: 20 jun. 2016.

FUNCEME-FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS. Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos da mesorregião Sul Cearense. Fortaleza, 2012.

GABRIEL, S. G.; BUENO, A. C.; SANTOS, R. F. Resposta da soja (*Glycine max*) à duas diferentes fontes de potássio. Revista Uningá Review. v.25, n.1, p.05-09, 2016. Disponível em: <<http://revista.uninga.br/index.php/uningareviews/article/view/1749/1357>> Acesso em: 12 out. 2018.

GUERRA, C. A., MARCHETTI, M. E., ROBAINA, A. D., DE SOUZA, L. C. F., GONÇALVES, M. C.; NOVELINO, J. O. Qualidade fisiológica de sementes de soja em função da adubação com fósforo, molibdênio e cobal-



to. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 28, n. 1, p. 91-97. Maringá, 2006. Disponível em: <<http://ojs.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/1678>> DOI: 10.4025/actasciagron.v28i1.1678 Acesso em: 21 out. 2018.

Green Biotech Brasil. Produtos Biológicos – AzotoBarvar-1. 2018. Disponível em: <<https://greenbiotech.com.br/produtos-biologicos/azoto-barvar-1-nitrogenio/>> Acesso em: 01 dez. 2018.

HUNGRIA, M; CAMPO, R. J; MENDES, I. de C. Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja. Embrapa Soja; Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 2001. Disponível em: <<https://real-estate-brazil.com/wp-content/uploads/2017/05/Hungria-1.pdf>> Acesso em: 21 ago. 2018.

HUNGRIA, M; CAMPO, R. J;

MENDES, I. C. A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. Embrapa Soja-Documents (INFOTECA-E), 2007. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/468512>> Acesso em: 19 out. 2018.

IPECE – Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Perfil Municipal 2017 Crato. Disponível em: <<http://www.ipece.ce.gov.br>> Acesso em: 10 set. 2018.

KORBER, A. H. C.; PINTO, L. P.; PIVETTA, L. A.; ALBRECHT, L. P.; FRIGO, K. D. A. Adubação nitrogenada e potássica em soja sob sistemas de semeadura. *Revista de Agricultura Neotropical*. v. 4, n.4, p.38-45, 2017. Disponí-



vel em: <<http://periodicosonline.uems.br/index.php/agrineo/article/view/1653/1726>> Acesso em: 21 set. 2018.

MASCARENHAS, H, A, A.; TANAKA, R, T.; WUTKE, E, B.; Informações técnicas – Nitrogênio: A soja aduba a lavoura de cana, O agrônomo, p.12-13, Campinas, v.57, n.1, 2005.

MONSOY. Monsoy: semeando o futuro. Disponível em: <http://www.monsoy.com.br/variedades_monsoy/m8349-ipro>. Acesso em: 20 nov. 2018.

NEVES, J. A. Desempenho agrônomo de genótipos de soja sob condições de baixa latitude em Teresina-PI. 2011. 80f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2011. Disponível em: <<http://www.ufpi.br/subsiteFiles/>

ppga/arquivos/files/Dissertacao%20Josynaria.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2018.

PEREIRA, C. S.; BUOSI, I. B.; ZONTA, L. H.; LANGE, A.; FIRORINI, I. V. Doses de inoculante Bradyrhizobium Japonicum em três cultivares de soja no Norte de Mato Grosso. Global Science and Technology. v.9, n.1, p.76-88, 2016. Disponível em: <<https://rv.ifgoiano.edu.br/periodicos/index.php/gst/article/view/807/498>> Acesso em: 21 out. 2018.

PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental. 15. Ed. Piracicaba, ESALQ. P.451, 2009.

SANTOS, K. M. M. Co-inoculação de Azospirillum brasilense e Bradyrhizobium japonicum na soja como estratégia para aumen-



to de produtividade e redução do uso de nitrogênio. 2018, 23p. Monografia de Graduação.; Faculdade Evangélica de Goianésia. Goianésia, 2018. Disponível em: <<http://repositorio.aee.edu.br/jspui/handle/aee/189>> Acesso em: 09 set. 2018.

SCHNEIDER, F; PANIZZON, L. C; SORDI, A; RESCHKE L. C; C. A; KLEIN, C. Eficiência agronômica da cultura da soja (Glycine Max (L.) Merril) submetida a coinoculação. Scientia Agraria, v18, n 4, 2017, pp. 72-79. Curitiba, 2017. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99554928009>> Acesso em: 05 nov. 2018.

SFREDO, G. J; DE OLIVEIRA, M. C. N. Soja: molibdênio e cobalto. Embrapa Soja- Documentos (INFOTECA-E), 2010. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/859439/1/Doc322online.pdf>> Acesso em: 03 set. 2018.

infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/859439/1/Doc322online.pdf> Acesso em: 03 set. 2018.

SFREDO, G. J.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. Importancia da adubacao e da nutricao na qualidade da soja. Embrapa Soja- Documentos (INFOTECA-E), 1990. Disponível em: < <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/448750>> Acesso em: 13 out. 2018.

SEDIYAMA, T. Tecnologias de produção e usos da soja. Londrina, PR: Mecenaz, v. 1. p.314, 2009.

SILVA, A. C; LIMA, E. P. C; BATISTA, H. R. A importância da soja para o agronegócio brasileiro: uma Análise sob o enfoque da produção, emprego e exportação. 2011. Disponível em: <http://www.apec.unesc.net/V_



EEC/sesoes_tematicas/Economia%20rural%20e%20agricultura%20familiar/A%20IMPORTANCIA%20DA%20SOJA%20PARA%20O%20AGRICULTOR%20BRASILEIRO.pdf>. Acesso em: 14 set. 2018.

tação (Mestrado). Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura. Cascavel, 2018. Disponível em: < <http://tede.unioeste.br/handle/tede/3785>> Acesso em: 01 dez. 2018

SILVA, A. F; CARVALHO, M. A. C; SCHONINGER, E. L; MONTEIRO, S; CAIONE, G; SANTOSA, P. A. Doses de inoculante e nitrogênio na semeadura da soja em área de primeiro cultivo. Bioscience Journal, v. 27, n. 3, p. 404-412, 2011. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/viewFile/8067/7555>> Acesso em: 03 nov. 2018.

SIMEÃO, Marcelo. Crescimento e produtividade de grãos de soja sob déficit hídrico no solo. 2015. 76 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas. Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, 2015. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/123456789/343>> Acesso em: 16 out. 2018.

SILVEIRA, L. Implicações de plantas de cobertura e de doses de nitrogênio no rendimento de grãos da soja. 2018. 59 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura. Cascavel, 2018. Disponível em: <<http://tede.unioeste.br/handle/tede/3785>> Acesso em: 01 dez. 2018.

ZAMBIAZZI, E.V.; BRUZI, A. T.; ZUFFO, A. M.; SOARES, I. O.; MENDES, A. E. S.; TERESANI, A. L. R.; GWINNER, R.; CARVALHO, J. P. S.; MOREIRA, J. P. S. 2018. 59 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura. Cascavel, 2018. Disponível em: <<http://tede.unioeste.br/handle/tede/3785>> Acesso em: 01 dez. 2018.



S. G. Desempenho agronômico e qualidade sanitária de sementes de soja em resposta à adubação potássica. Revista de Ciências Agrárias. v.40, n.3, p.543-553, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0871-018X2017000300007&lng=p-t&nrm=iso> DOI: <http://dx.doi.org/10.19084/RCA16055>. Acesso em: 15 out. 2018.

ZILLI, J. E.; CAMPO, R. J.; HUNGRIA, M. Eficácia da inoculação de *Bradyrhizobium* em pré-semeadura da soja. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 45, n.3, p. 335-338, 2010. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/pab/v45n3/v45n3a15>> Acesso em: 23 set. 2018.



USO DE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS E MICRORGANISMOS NA PRODUÇÃO DE PEPINO JAPONÊS

USE OF HUMIC SUBSTANCES AND MICROORGANISMS IN JAPANESE CUCUMBER PRODUCTION

Eumar Grunewald Júnior¹

Green Biotech Brasil²

Kevin Theo Gentil³

Resumo: O pepino (*Cucumis sativus*) é uma cultura de grande importância econômica e social dentro do agronegócio de hortaliças no Brasil, sendo consumido em todas as regiões brasileiras. O uso de microrganismos ou de substâncias que podem influenciar positivamente na melhoria de uma ou mais características das plantas já é uma necessidade dentro da agricultura. Portanto objetivou-se avaliar o desenvolvimento vegetativo e a produção

da cultura do pepino japonês sob uso de produtos à base de substâncias húmicas e microrganismos disponibilizadores de nutrientes. Foi testado o uso de 100, 50 e 0% da adubação mineral recomendada para a cultura e o conjunto de três produtos compostos de microrganismos e um produto à base de Substâncias Húmicas, com dois níveis de adubação cada (50% da adubação mineral recomendada e sem adubação mineral). O uso dos produtos as-

1 Engenheiro Agrônomo pela Universidade do Estado da Bahia

2 Empresa de biotecnologia

3 Cientista CEO da Green Biotech Brasil, Inventor e Coletor da Tecnologia Barvar no Brasil



sociados a 50% da adubação mineral recomendada proporcionou a obtenção de níveis de produção iguais ou superiores aos encontrados quando utilizado 100% da adubação. Para as variáveis de desenvolvimento vegetativo foram encontrados resultados iguais para os tratamentos com o uso dos produtos associados à 50% da adubação e o tratamento com 100% da adubação química recomendada para a cultura.

Palavras-chave: Cucumis sativus, matéria orgânica.

Abstract: Cucumber (*Cucumis sativus*) is a crop of great economic and social importance within the vegetable agribusiness in Brazil, being consumed in all Brazilian regions. The use of microorganisms or substances that can positively influence the improvement of one or more plant

characteristics is already a necessity in agriculture. Therefore, the objective was to evaluate the vegetative development and production of the Japanese cucumber crop using products based on humic substances and nutrient-providing microorganisms. The use of 100, 50 and 0% of the recommended mineral fertilizer for the culture was tested, as well as a set of three products composed of microorganisms and a product based on Humic Substances, with two levels of fertilizer each (50% of the recommended mineral fertilizer and without mineral fertilizer). The use of products associated with 50% of the recommended mineral fertilization provided the achievement of production levels equal to or greater than those found when using 100% of the fertilization. For the variables of vegetative development, equal results were found



for the treatments with the use of products associated with 50% of the fertilization and the treatment with 100% of the chemical fertilization recommended for the culture.

Keywords: Cucumis sativus, organic matter.

INTRODUÇÃO

O pepino (*Cucumis sativus*) é uma cultura de grande importância econômica e social dentro do agronegócio de hortaliças no Brasil, sendo consumido em todas as regiões brasileiras. O fruto pode ser consumido na forma crua em saladas, sanduíches, sopas ou em conservas. Também possui propriedades nutracêuticas, sendo utilizado também em cosméticos e medicamentos.

Sendo uma hortaliça de crescimento vigoroso e de alta

produtividade, o pepino é uma cultura de elevada exigência nutricional. O conhecimento de técnicas que consigam aumentar a eficiência de absorção de nutrientes pela planta bem como de ferramentas que possam aumentar a disponibilidade de nutrientes pode contribuir para uma menor utilização dos fertilizantes químicos tradicionalmente empregados na agricultura e que podem trazer efeitos negativos como a própria acidificação e salinização do solo.

O uso de microrganismos ou de substâncias que podem influenciar positivamente na melhoria de uma ou mais características das plantas já é uma necessidade dentro da agricultura. A produção de substâncias promotoras de crescimento, a disponibilização de nutrientes no solo e a fixação biológica de nitrogênio são alguns dos benefícios ob-



servados a partir da inoculação de plantas com microrganismos. A maior eficiência na absorção de nutrientes está relacionada com um maior desenvolvimento do sistema radicular, isso ocorre principalmente quando se trata de nutrientes pouco solúveis como o fósforo (VORPAGEL, 2010).

A utilização de substâncias húmicas altera as características químicas do solo devido a estas agirem como agentes complexantes, diminuindo a concentração de íons tóxicos na solução do solo e aumentando a disponibilização do fósforo solúvel. O metabolismo das plantas é afetado de forma positiva e as mudanças na química e física do solo proporciona um maior crescimento das raízes.

A realização de pesquisas que busquem estudar a resposta das plantas tratadas com

essas tecnologias é importante uma vez que a própria variação topográfica, mesmo que dentro de uma mesma propriedade, é um fator que influencia a atividade dos microrganismos e também por ser muitas as interações que ocorrem entre as substâncias húmicas e o solo (MASSENSINI et al. 2015).

Dentro desse contexto, esse trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento vegetativo e a produção da cultura do pepino japonês sob uso de produtos à base de substâncias húmicas e microrganismos disponibilizadores de nutrientes.

REVISÃO DE LITERATURA

Pepino Japonês

O pepino é uma cucurbitácea, sendo classificado na mesma família das abóboras,



morangas, melancia, melão, chuchu, maxixe, bucha, melão de São Caetano. O fruto é uma baga de crescimento rápido, com três a cinco lóculos, coloração variando de verde-claro a escuro, com acúleos moles, podendo apresentar frutos cilíndricos ou mais afilados e alongados dependendo do grupo cultivado (CAÑIZARES, 1998; FILGUEIRA, 2003).

Os frutos do pepino crescem rapidamente, e são colhidos imaturos para consumo 'in natura'. O pepino é consumido na forma de salada, mas existem outras formas de consumo, como em conserva ou em sopas. Contém 95% de água, é rico em beta-caroteno, folacina, cálcio, magnésio, potássio, fósforo e selênio. É utilizado também como diurético e há indicações de uso para amenizar dores de garganta. Apresenta baixo valor calórico, em 100g contém 12 a 14 kcal, e

por isso é indicado para pessoas que desejam perder peso (SOCIEDADE DE OLERICULTURA DO BRASIL, 2017).

Quanto ao grupo varietal, pode ser classificado como caipira, industrial, japonês, holandês e comum ou aodai. O pepino tipo japonês se caracteriza por frutos trilobulados, de coloração verde-escura, alongados, com a presença de espinhos brancos, sendo colhidos quando os mesmos atingem entre 20 e 30 cm de comprimento. Seu sabor é bastante agradável, sendo consumido por mercados exigentes. Os frutos se desenvolvem sem a formação de sementes na maioria das cultivares e seu cultivo é preferencialmente feito dentro de casas de vegetação, pois a polinização é indesejável já que altera o formato dos frutos (CARVALHO et al., 2013).

A qualidade dos frutos



do pepino do tipo japonês é um quesito importante para a comercialização. Para garantir que o produto chegará com qualidade na mesa do consumidor, o pepino passa por uma classificação que tem o objetivo de definir as características de qualidade, embalagem, apresentação e medidas para o pepino consumido in natura no mercado brasileiro.

Descoloração, presença de frutos passados, fruto oco e endurecimento das sementes e tortuosidades são características observadas para a classificação dos frutos. É importante que o produtor se atente ao manejo da cultura uma vez que fatores como condução das plantas, nutrição e sanidade influenciam na qualidade dos frutos (NOMURA e CARDOSO, 2000).

Matéria orgânica

A matéria orgânica do solo (MOS) é composta por materiais vegetais e animais em diferentes graus de decomposição, microrganismos e produtos excretados pelos seres vivos. Podem ser incluídas todas as substâncias resultantes da decomposição de plantas aquáticas e terrestres (inclusive turfeiras), além da biomassa total do solo (CUNHA, 2015).

É considerada um indicador de qualidade do solo, pois sua interação com diversos componentes deste exerce efeito direto na retenção de água, formação de agregados, densidade do solo, pH, poder tampão, capacidade de troca catiônica, mineralização, sorção de metais pesados, pesticidas e outros agroquímicos, infiltração, aeração e atividade microbiana (SHUKLA, et al. 2006).

A MOS pode ser dividida em matéria orgânica viva



(células de organismos vivos) e matéria orgânica não viva (matéria orgânica leve ou macrororgânica, ou particulada, húmus e carvão). O húmus consiste de 70% de substâncias húmicas e 30% de substâncias não húmicas (SILVA e MENDONÇA, 2007).

As substâncias húmicas compõe a fração estável da matéria orgânica no solo e são constituídas por ácidos fulvicos, ácidos húmicos, humina e macromoléculas orgânicas resistentes ao ataque microbiano. São compostos de origem orgânica, formados a partir da decomposição de resíduos vegetais e animais do ambiente. Podem ser utilizados como condicionadores de solo para o manejo de diversas culturas. Suas propriedades químicas, microbiológicas e físicas podem contribuir para um incremento na produtividade devido aos benefícios conferidos a estrutura

física e química do solo e para o metabolismo da planta (CARON et al. 2015; SILVA e MENDONÇA, 2007).

Substâncias húmicas e seus efeitos nas plantas

Além dos efeitos relacionados com o solo, as substâncias húmicas podem influenciar o metabolismo das plantas. Elas afetam o transporte de íons, aumentam a respiração e a velocidade das reações enzimáticas, aumentam o conteúdo de clorofila e a síntese de ácidos nucleicos, além dos efeitos sobre a síntese proteica e o aumento ou inibição da atividade de várias enzimas. Podem também aumentar a permeabilidade das membranas do sistema radicular conferindo uma maior absorção de nutrientes pelas plantas (NANNIPIERI et al 1983; SAMSOM e VISSER,



1989; apud CANELLAS et al., 2005).

Promovem o maior desenvolvimento do sistema radicular e a formação de grande quantidade de raízes finas que são as responsáveis por absorver grande parte da água e nutrientes utilizados pelas plantas. A maior quantidade de raízes garante à planta uma eficiência na absorção de nutrientes e uma maior tolerância a estresses nutricionais (PINTON et al, 1999).

Silva et al. (2011), estudando a promoção do crescimento radicular de plântulas de tomateiro por substâncias húmicas isoladas de turfeiras encontrou que os ácidos húmicos consistem na fração humificada de maior bioatividade, ou seja, apresentaram maior capacidade de indução de raízes laterais no estágio inicial de desenvolvimento do tomateiro com a menor con-

centração, com incrementos variando de 185 a 400 % em relação às plantas controle.

Rosa et al. (2009), estudando os efeitos das substâncias húmicas sobre o desenvolvimento do feijoeiro, encontrou um aumento de 30% e 41% no desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular, respectivamente, quando aplicada a dose de 20 mg L⁻¹.

Façanha et al. (2002), concluiu que o incremento da área radicular da cultura do milho e café está relacionado com a presença de grupamentos aúnicos na estrutura dos ácidos húmicos estudados, os quais promovem a ativação da H⁺ - ATPase de membrana plasmática e a consequente acidificação do apoplasto e aumento da plasticidade da parede celular.

Microrganismos disponibil-



zadores de nutrientes para as plantas

Existem na natureza algumas espécies de microrganismos capazes de promover efeitos benéficos às plantas através de diversos mecanismos, bem como o de disponibilizar nutrientes. A fixação biológica do nitrogênio e o processo de solubilização do fósforo são exemplos da capacidade que alguns microrganismos possuem de disponibilizar nutrientes.

Poucos gêneros de bactérias e fungos são capazes de atuar na solubilização do fósforo. Os microrganismos presentes no solo são capazes de utilizar diferentes mecanismos na solubilização de fontes insolúveis de fosfato, sendo a redução do pH a principal estratégia para solubilizar os fosfatos de cálcio e alumínio. O potencial da microbiota

em solubilizar fosfatos apresenta grande variabilidade espacial, havendo dessa forma grande heterogeneidade na densidade e, ou, diversidade das populações desses microrganismos (MASSENSINI et al. 2015).

Microrganismos como *Azospirillum brasilense* e *Bacillus subtilis* são capazes de auxiliar na absorção de fósforo pelas plantas. Os mecanismos envolvidos estão ligados com desenvolvimento das raízes aumentando a absorção de água e capacitando uma melhor absorção dos nutrientes pouco moveis no solo como o fósforo (VORPAGEL, 2010).

Os diazotróficos são aqueles capazes de fixar o nitrogênio atmosférico e pode ser realizada por microrganismos de vida livre, associativos e pelos que mantem uma relação de mutualismo com a planta. A sim-



biose entre o rizóbio e as leguminosas é um exemplo de interdependência em que há a formação de estruturas especializadas.

Os organismos do gênero *Rhizobium* e *Bradyrhizobium* são fixadores em leguminosas. Entre os fixadores que habitam o interior das raízes destacam-se as bactérias dos gêneros *Azospirillum* (endofíticas facultativas) e as bactérias dos gêneros *Gluconacetobacter diazotrophicus*, *Herbaspirillum* e *Azoarcus*, considerados endofíticos obrigatórios (Baldani et al., 1997 apud FREITAS & RODRIGUES, 2010).

Efeitos da inoculação de microrganismos sobre as plantas

O uso de microrganismos fixadores ou solubilizadores de nutrientes pode ser feito com o objetivo de aumentar a produ-

tividade das culturas ou com o objetivo de aumentar a eficiência das adubações com fontes menos solúveis de nutrientes.

Silva (2017), em um experimento realizado com plantas de eucalipto, concluiu que mesmo a inoculação no solo com *Azospirillum brasilense* e *Bacillus subtilis* não promovendo maior crescimento das plantas comparados com os tratamentos controle, houve uma maior eficiência em relação à fonte de P insolúvel, apresentando estas, resultados semelhantes à fonte de P prontamente disponível.

Narloch et al. (2002), encontraram uma maior eficiência na produção de matéria seca pela cultura do rabanete quando inoculada com isolados de *Penicillium* sp. e *Aspergillus* sp., sendo que os primeiros atuam sob as doses mais baixas e os últimos sob a dose mais alta de fosforo



aplicada (140 mg kg^{-1}). Plantas submetidas à inoculação com *Penicillium* sp. e com $17,5 \text{ mg kg}^{-1}$ de P apresentaram produção de matéria seca equivalente às obtidas por plantas com até $70,0 \text{ mg}$ de P por kg de solo, sem inoculação.

Spolaor (2016), estudando o efeito de bactérias promotoras de crescimento associadas à adubação nitrogenada de cobertura no desempenho agrônomo de milho pipoca, concluiu que o uso de *Azospirillum brasilense* e de *Rhizobium* sp., na ausência da adubação de cobertura, promoveu incrementos médios de produtividade de 13,21 e 26,61%, respectivamente e que as doses de N ($50, 100$ e $150 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) em cobertura não influenciaram no aumento da produtividade do milho pipoca IAC 125 quando inoculado.

Em experimento reali-

zado na região Centro-Oeste brasileira, Oliveira (2016) encontrou um aumento de produtividade do milho inoculado com bactérias endofíticas e rizobactérias solubilizadoras de fosfato. Neste trabalho, tanto a inoculação com bactérias endofíticas quanto com rizobactérias fez com que a produtividade aumentasse em até 25% na safra 14/15 e 13% na safra seguinte.

MATERIAL E MÉTODOS

Local do experimento

O experimento foi conduzido em uma pequena propriedade rural situada na zona rural do município de Riachão das Neves, região Oeste do estado da Bahia, localizada nas coordenadas geográficas $11^{\circ}56'11.64''\text{S}$ e $44^{\circ}59'50.39''\text{O}$.



Clima e solo

Conforme o sistema Köppen, o clima da região é classificado como Aw, isto é, tropical subúmido, com chuvas de verão e seca no inverno.

Uma amostra composta de solo da área foi encaminhada

para o laboratório de análises de solo Agrolab, situado na cidade de Luís Eduardo – Bahia, para análise química e granulométrica e o resultado pode ser observado na Tabela 1. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 2006).

Tabela 1: Características físicas e químicas do solo. Barreiras-BA, 2018.

Característica	Resultado da análise
Argila (g Kg ⁻¹)	16,8
Silte (g Kg ⁻¹)	2,4
Areia (g Kg ⁻¹)	80,8
pH (CaCl ₂)	5,8
P(mg dm ⁻³) – Mehlich	9,6
K (mg dm ⁻³)	12,4
S (mg dm ⁻³)	4,5
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,8
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,5
H + Al (cmol _c dm ⁻³)	1,8
Al (cmol _c dm ⁻³)	0,0
V (%)	56
CTC (cmol _c dm ⁻³)	4,14

Tratamentos e delineamento experimental



O delineamento experimental usado foi de blocos ao acaso, em parcelas subdivididas, constituído por sete tratamentos com três repetições, sendo as parcelas formadas pelas épocas

avaliadas e as subparcelas formadas pelos tratamentos. Os tratamentos podem ser observados na Tabela 2:

Tabela 2: Tratamentos do experimento

Tratamentos		Quantidades de N-P-K
100% A	100% da adubação mineral recomendada	50-400-180*
50% A	50% da adubação mineral recomendada	25-200-90
0% A	0% da adubação mineral recomendada	00-00-00
B	Barvar®	00-00-00
B + 50% A	Barvar® + 50% da adubação mineral recomendada	25-200-90
E	Estrutural®	00-00-00
E + 50% A	Estrutural® + 50% da adubação mineral recomendada	25-200-90

*Recomendação para a cultura do pepino segundo Filgueira (2007).

Implantação e condução do experimento

08/04/18 e quando as mudas atingiram uma altura de 5 cm foi feito o transplantio.

A cultura utilizada no experimento foi a do pepino japonês, variedade Kouki F1, com início da colheita aos 50 dias. A semeadura foi realizada em bandejas com 128 células no dia

As mudas foram transplantadas no dia 15/04/18, uma semana após a semeadura, no espaçamento de 0,5 metros entre plantas e 1 metro entre canteiros. A condução das plantas



foi realizada com o tutoramento individual, eliminando-se todas as brotações e flores até o 5º nó da haste principal e fazendo-se a desbrota das ramas laterais (após

o 6º nó da haste principal) entre a segunda e a terceira folha. Quando a planta atingiu a altura máxima das estacas de sustentação, foi retirado o meristema apical.



Figura 1: Realização do tutoramento das plantas de pepino. Barreiras-BA, 2018.

Os produtos utilizados na implantação dos ensaios marca AzotoBARVAR-1® fixador de nitrogênio, PotaBARVAR-2® solubilizador de potássio e PhosphoBARVAR-2® solubilizador de fosfato são considerados o primeiro NPK Biológico do Brasil,

podem ser chamados também de (BARVAR N, BARVAR P, BARVAR K), estes produtos devida a sua composição microrganismos benéficos, bagaço de cana, pelita mineral e água, podem ser classificados em diversas classes de fertilizantes, como inoculantes,

condicionadores de solo biológicos e fertilizante orgânico composto classe A. Os ensaios de pesquisa foram aplicados no momento do transplântio. Foi preparada uma solução dissolvendo uma quantidade de 100 gramas do produto em 10 litros de água para mergulhar as raízes das plantas. Aplicou-se novamente o produto via fertirrigação no florescimento das plantas.

Os tratamentos com o Estrutural® receberam as aplicações logo no Transplântio, repetindo-se as aplicações aos 15, 30 e 45 dias após o transplântio.

As colheitas para avaliar a produção das plantas foram realizadas duas vezes por semana, à medida que os frutos atingiam o tamanho igual ou superior a 22 centímetros. Os frutos colhidos foram acondicionados em sacos plásticos e levados até o laboratório da Universidade do Estado

da Bahia, Campus IX, para a pesagem e contabilização.

A adubação mineral foi realizada com as fontes superfosfato simples, cloreto de potássio e uréia, de acordo com as recomendações de Filgueira (2007).

O controle de pragas e doenças foi realizado de acordo com a ocorrência dessas, utilizando-se produtos registrados para a cultura. Foi adotado o sistema de irrigação por gotejamento.

Variáveis analisadas

Comprimento das plantas

Foi obtido pela medição do comprimento da haste principal das plantas com o auxílio de uma trena graduada em centímetros, semanalmente, a partir de uma semana após o transplântio até o dia 06/05/18.



Número de folhas

Foi obtido a partir da contagem do número de folhas da haste principal, semanalmente, a partir de uma semana após o transplante até o dia 06/05/18.

Massa total de frutos

Foi obtida pela pesagem de todos os frutos produzidos na parcela aos 44, 51 e 72 dias após a semeadura. A pesagem foi realizada no laboratório de química do solo da Universidade do Estado da Bahia, campus IX, com o auxílio de uma balança.

Massa de frutos comerciais

Foi obtida pela pesagem de todos os frutos classificados como comerciais produzidos na

parcela aos 44, 51 e 72 dias após a semeadura. A pesagem foi realizada no laboratório de química do solo da Universidade do Estado da Bahia, campus IX, com o auxílio de uma balança.

Porcentagem de frutos comerciais

Foi obtida pela relação entre a massa de frutos comerciais e a massa total de frutos, com os resultados expressos em porcentagem.

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância em parcelas subdivididas e as médias, quando significativas, foram analisadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa Sisvar 5.0 (FERREIRA, 2000).



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Número de folhas e tamanho da haste principal

As médias para tamanho da haste principal para as quatro épocas avaliadas podem ser observadas na Tabela 3. Aos 7

dias após o Transplântio não houve diferença para os tratamentos testados. Aos 14 DAT, o tratamento 0% da adubação mineral apresentou a menor média (26,47 cm), enquanto que os outros tratamentos não diferiram estatisticamente.

Tabela 3: Tamanho da haste principal das plantas avaliadas aos 7, 14, 21 e 28 dias após o transplântio do pepino sob diferentes tratamentos. Barreiras-BA, 2018.

Tratamentos	Tamanho da haste principal em quatro épocas					DMS
	Épocas				Média geral	
	7 DAT	14 DAT	21 DAT	28 DAT		
100% A	18.73 a D	51.70 ab C	93.75 a B	150.09 a A	78,56	27,8
50% A	18.90 a C	50.53 ab B	95.87 a A	113.54 bc A	69,71	27,8
0% A	16.50 a B	26.47 b B	42.40 c AB	64.21 d A	37,39	27,8
B	17.53 a B	39.28 ab B	85.55 ab A	88.75 cd A	57,77	27,8
B + 50% A	18.37 a C	46.57 ab B	59.67 bc B	129.44 ab A	63,51	27,8
E	15.26 a B	30.67 ab B	75.25 abc A	98.34 bc A	54,88	27,8
E + 50% A	19.73 a C	62.40 a B	87.35 ab B	157.07 a A	81,63	27,8
Média Geral	17,86	43,95	77,12	114,49		
DMS	32,21	32,21	32,21	32,21		

As letras minúsculas indicam as médias na coluna e nas linhas as letras maiúsculas. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. DAT: Dias após o transplântio.

Aos 21 DAT as maiores médias foram obtidas com os tratamentos 100% A, 50% A, B,

E e Estrutural + 50% A. As menores médias foram obtidas para o tratamento B + 50% A (59.67),



seguido do tratamento 0% A (42.40).

A última avaliação ocorreu aos 28 DAT, na época em que as plantas estavam florescendo. O tratamento E + 50% A, B + 50% A e 100% A, com valores de 157,0 cm, 129,44 cm e 150,09 cm respectivamente. Esse resultado mostra que a redução da adubação em 50% associada com o uso do produto Estrutural ou Barvar não alterou o desenvolvimento vegetativo das plantas de pepino.

Os tratamentos 50% A, B e E foram iguais estatisticamente e apresentaram médias superiores ao tratamento 0% A, com exceção do tratamento B que também foi igual ao tratamento Sem uso da adubação. Dessa forma, o uso isolado do produto Estrutural apresentou o mesmo resultado quando se usa 50% da adubação química, para a característica tamanho da haste

principal aos 28 DAT.

Rosa et al. (2009) encontraram efeito significativo de doses crescentes de substâncias húmicas no crescimento da parte aérea de plantas de feijão. Segundo os autores, as substâncias húmicas ao alterarem diretamente o metabolismo bioquímico das plantas, podem influenciar seu crescimento e desenvolvimento. O resultado encontrado por esses autores foi semelhante ao observado neste trabalho, onde o uso do Estrutural associado a 50% da adubação mineral apresentou resultados superiores ao tratamento com o uso de apenas 50% da adubação.

Na avaliação do crescimento de toletes de cana-de-açúcar devido a aplicação de uma substância húmica (vermicomposto), Marques Júnior et al. (2008) verificaram que o efeito positivo no crescimento deste



parâmetro foi devido aos ácidos húmicos isolados do vermicomposto.

De acordo com Vaughan et al. (1985 apud ROSA et al., 2009), os resultados encontrados com o uso de substâncias húmicas pode estar relacionado com o aumento da absorção de nutrientes pelas plantas devido à influência das substâncias húmicas na permeabilidade da membrana celular, dentre outras.

Silva (2017), estudando o efeito da inoculação de *Azospirillum brasilense* e *Bacillus subtilis*, solubilizadores de fósforo, no desenvolvimento de mudas de eucalipto, concluiu que esses microrganismos não promoveram maior crescimento das plantas de eucaliptos, porém foi encontrada uma maior eficiência de fontes de fosforo insolúveis, apresentando o mesmo resultado de fontes de fósforo prontamente disponível.

Esses resultados são semelhantes aos encontrados neste estudo, quando comparada à igualdade no desenvolvimento das plantas do tratamento B + 50% A e 100% A, mostrando que houve um melhor aproveitamento da fonte de fósforo e de outros nutrientes utilizadas.

Para a variável Número de folhas da haste principal, não houve diferença entre os tratamentos nas épocas 7, 14 e 21 DAT. Apenas aos 28 DAT que os tratamentos apresentaram diferença, com o tratamento E + 50% A, B + 50% A e 100% A não diferindo estatisticamente e apresentando as maiores médias sendo elas 28,05, 22,46 e 23,20 folhas por planta respectivamente.

Os tratamentos 50% A, B e E também foram iguais para essa característica. O tratamento 0% A apresentou a menor média entre os tratamentos, com um va-



lor de 19,87 folhas por planta.

Tabela 4: Número de folhas da haste principal das plantas avaliadas aos 7, 14, 21 e 28 dias após o transplântio do pepino sob diferentes tratamentos. Barreiras-BA, 2018.

Tratamentos	Número de folhas da haste principal					DMS
	Épocas				Média geral	
	7 DAT	14 DAT	21 DAT	28 DAT		
100% A	4,28 a C	9,20 a BC	14,33 a B	23,20 ab A	12,75	5,23
50% A	4,49 a B	9,18 a B	14,62 a A	17,32 bc A	11,40	5,23
0% A	4,00 a C	8,05 a BC	13,10 a B	19,87 c A	11,26	5,23
B	3,90 a B	8,25 a B	14,75 a A	15,10 bc A	10,50	5,23
B + 50% A	4,27 a C	8,93 a C	14,33 a B	22,46 ab A	12,50	5,23
E	3,87 a B	7,30 a B	13,67 a A	17,80 bc A	10,66	5,23
E + 50% A	4,47 a D	10,03 a C	15,75 a B	28,05 a A	14,58	5,23
Média Geral	4,18	8,71	14,36	20,54		
DMS	6,04	6,04	6,04	6,04		

As letras minúsculas indicam as médias na coluna e nas linhas as letras maiúsculas. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. DAT: Dias após o transplântio.

A maior quantidade de folhas encontrada nos tratamentos E + 50% A, B + 50% A e 100% A mostra que qualquer um deles levará as plantas a produzirem folhas em quantidade, que servirão de fonte para o enchimento dos frutos. A quantidade de folhas presentes na planta de pepino influencia a quantidade e qualidade dos frutos, mostrando que esses tratamentos são

os mais adequados avaliando a quantidade de folhas por planta (GALVANI et al., 2000; NOMURA e CARDOSO, 2000).

Massa total de frutos

Os tratamentos apresentaram diferença para a variável massa total de frutos (Tabela 3). Os maiores valores foram encontrados para o tratamento Estru-



tural nas três épocas avaliadas, se igualando aos tratamentos B + 50% A e 100% A apenas aos 44 DAS. Os tratamentos E, B e 50% A se igualaram estatística-

mente nas três épocas avaliadas, enquanto que o tratamento três foi o que apresentou as menores médias em todas as épocas.

Tabela 5: Valores da massa total de frutos avaliada aos 44, 51 e 72 dias após a semeadura. Barreiras-BA, 2018.

Massa total de frutos aos 44, 51 e 72 DAS					
Tratamentos	Épocas			Média geral	DMS
	44 DAS	51 DAS	72 DAS		
100% A	2376.67 a A	2072.18 c B	2069.77 b B	2172,87	286,02
50% A	1940.69 b A	1617.59 d B	1617.59 c B	1725,29	286,02
0% A	1033.09 c A	770.10 e A	327.50 d B	710,23	286,02
B	1657.87 b A	1790.39 cd A	1290.39 c B	1579,55	286,02
B + 50% A	2439.25 a B	2786.59 b A	2339.93 b B	2521,92	286,02
E	1768.41 b A	1932.21 cd A	1465.53 c B	1722,05	286,02
E + 50% A	2496.49 a B	3253.38 a A	3286.72 a A	3012,20	286,02
Média geral	1958,92	2031,78	1771,06		
DMS	397,99	397,99	397,99		

As letras minúsculas indicam as médias na coluna e nas linhas as letras maiúsculas. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. DAS: Dias após a semeadura.

As médias do tratamento E + 50% A foram superiores às encontradas para o tratamento com 100% da adubação na segunda e terceira época avaliada, mostrando que o uso do produto Estrutural pode garantir uma maior produção mesmo quando associado à metade da adubação

mineral recomendada.

Benites et al. (2006) avaliaram o efeito da aplicação foliar de ácido húmico sobre a produtividade de soja em sistema de plantio direto no Cerrado. Os autores observaram que a média de produtividade da testemunha (3559 kg.ha⁻¹), sem aplicação fo-



liar, foi inferior a qualquer tratamento que sofreu adição de ácidos húmicos, chegando a produzir até 4608 kg.ha⁻¹, produtividade cerca de 30% superior à testemunha. O incremento de produção encontrado pelos autores se aproxima dos resultados obtidos neste experimento que chegou a 28,7 % de aumento em produção aos 44 DAS, em comparação com o tratamento sem adição de substâncias húmicas (50% A).

O aumento em produção encontrado nas épocas 2 e 3 foram muito superiores aos encontrados por Benites et al. (2006). As plantas de pepino japonês, neste trabalho, tratadas com substâncias húmicas chegaram a dobrar a produção quando comparadas com o tratamento sem o uso de SH's.

As substâncias húmicas presentes no produto Estrutural

podem promover melhorias tanto no solo como no metabolismo das plantas, afetando o transporte de íons, a velocidade de reações enzimáticas, o conteúdo de clorofila, a síntese de ácidos nucleicos, a síntese proteica e a atividade de várias enzimas (NANNIPIERI et al 1983; SAMSOM e VISSER, 1989; apud CANELLAS et al., 2005).

O uso de SH nas plantas pode garantir um maior desenvolvimento do sistema radicular e a formação de grande quantidade de raízes finas que são as responsáveis por absorver grande parte da água e nutrientes utilizados pelas plantas. A maior quantidade de raízes garante à planta uma eficiência na absorção de nutrientes e uma maior tolerância a estresses nutricionais (PINTON et al, 1999).

Os tratamentos B + 50% A e 100% A foram iguais estatis-



ticamente na primeira e terceira época avaliada. A proposta dos produtos presentes no tratamento Barvar (AzotoBARVAR-1® + PotaBARVAR-2® + PhosphoBARVAR-2) é de substituir metade da adubação mineral recomendada e obter os mesmos valores em produtividade alcançados com o uso de 100% da adubação mineral. O mesmo resultado encontrado em duas das três avaliações mostra que o produto tem o potencial de reduzir o uso de fertilizantes químicos.

AzotoBARVAR-1®, PotaBARVAR-2® e PhosphoBARVAR-2 são compostos por microrganismos capazes de fixar e solubilizar nutrientes para as plantas. Os resultados superiores aos encontrados com o uso de apenas metade da adubação (50% A) mostra um incremento potencial em produção com o uso desses produtos.

O incremento em produtividade encontrado para o tratamento B foi de 25%, 72% e 44% na primeira, segunda e terceira época avaliada, respectivamente, quando comparado com tratamento com uso de 50% da adubação mineral. O resultado encontrado na primeira época também foi obtido por Oliveira (2016), avaliando a produtividade do milho inoculado com bactérias endofíticas e rizobactérias solubilizadoras de fosfato, onde a inoculação fez com que a produtividade aumentasse em até 25% na safra 14/15 e 13% na safra seguinte.

Os microrganismos presentes nos produtos AzotoBARVAR-1®, PotaBARVAR-2® e PhosphoBARVAR-2 se mostraram eficientes em disponibilizar nutrientes para as plantas de pepino, uma vez que mesmo com o uso de apenas metade da aduba-



ção, foi possível atingir níveis de produção semelhantes aos encontrados com o uso das quantidades normais de adubação mineral.

Os mecanismos relacionados com a maior disponibilização de nutrientes para as plantas podem estar ligados com desenvolvimento das raízes aumentando a absorção de água e capacitando uma melhor absorção dos nutrientes pouco moveis no solo como o fósforo ou com a redução do pH, sendo essa ultima, a principal estratégia para solubilizar os fosfatos de cálcio e alumínio (VORPAGEL, 2010).

Os tratamentos E, B e 50% A foram iguais estatisticamente nas três épocas avaliadas. Os mesmos apresentaram médias acima do tratamento onde não foi utilizada adubação química (tratamento 3). Esses resultados comprovam o efeito positivo dos produtos testados no tratamento

E e no tratamento B.

O tratamento 0% A apresentou as menores médias nas três épocas avaliadas. A não realização da adubação limitou o potencial produtivo da cultura, fazendo com que esta apresentasse resultados cada vez menores com o passar das avaliações, chegando a uma redução de 68%. Essa redução na produção pode estar relacionada com o aumento da demanda nutricional da planta associada com os baixos teores de nutrientes encontrados no solo pela análise química.

Para a variedade de pepino Aodai, a necessidade de nitrogênio é pequena no início do ciclo e aumenta a partir dos 36 dias após a emergência, acompanhando a curva de acúmulo de matéria seca. Esse comportamento também é observado para os demais macro e micronutrientes (BLANCO, 2011).



Massa e porcentagem de frutos comerciais

Os resultados para massa de frutos comerciais seguiu um padrão semelhante aos resultados encontrados para massa total de frutos (Tabela 6). O tratamento com E apresentou as maiores médias em todas as épocas, sendo igual ao tratamento B apenas aos 44 DAS. Os tratamentos B e 100% A tiveram os

mesmos resultados nas três épocas avaliadas, mostrando, dessa forma, que além dos níveis adequados de produção, a qualidade dos frutos não foi reduzida pelo uso do Barvar associado a 50% da adubação mineral.

Igual ao encontrado para a MTF, os tratamentos E, B e 50% A não diferiram estatisticamente para a massa comercial de frutos.

Tabela 6: Valores da massa de frutos comerciais avaliada aos 44, 51 e 72 dias após a semeadura. Barreiras-BA, 2018.

Massa de Frutos Comerciais aos 44, 51 e 72 DAS					
Tratamentos	Épocas			Média geral	DMS
	44 DAS	51 DAS	72 DAS		
100% A	1956.80 b A	2079.39 b A	1747.83 b B	1928,01	195,36
50% A	1286.01 c A	1411.66 c A	1225.35 c A	1307,67	195,36
0% A	795.18 d A	445.55 d B	211.12 d C	483,95	195,36
B	1532.93 c A	1229.89 c B	913.55 c C	1225,46	195,36
B + 50% A	2191.13 ab A	2257.78 b A	1957.51 b B	2135,47	195,36
E	1533.26 c A	1463.13 c A	1068.64 c B	1355,01	195,36
E + 50% A	2396.08 a C	2763.71 a A	2503.56 a B	2554,45	195,36
Média geral	1670,20	1664,44	1375,37		
DMS	249,40	249,40	249,40		

As letras minúsculas indicam as médias na coluna e nas linhas as letras maiúsculas. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. DAS: Dias após a semeadura.



A porcentagem de frutos comerciais pode ser observada na Tabela 5. Essa variável tem seus valores relacionados com o aproveitamento dos frutos a partir do padrão adequado para a comercialização. Todos os tratamentos, com exceção do tratamento 50% A, que teve o menor resultado (66.6%), não diferiram estatisticamente para essa variável na primeira época avaliada.

meadura, o tratamento 100% A apresentou a maior média, com 100% de aproveitamento dos frutos, e o tratamento Sem adubação mineral apresentou a menor média (57,7 %). Os demais tratamentos não diferiram na segunda época para a variável estudada. Na última avaliação para a porcentagem de frutos comerciais, os tratamentos foram iguais estatisticamente.

Aos 51 dias após a se-

Tabela 7: Valores da massa de frutos comerciais avaliada aos 44, 51 e 72 dias após a semeadura. Barreiras-BA, 2018.

Tratamentos	Porcentagem de frutos comerciais aos 44, 51 e 72 DAS				
	Épocas			Média geral	DMS
	44 DAS	51 DAS	72 DAS		
100% A	83.6 ab A	100 a A	84.8 a A	89,47	18,61
50% A	66.6 b AB	87.3 ab A	75.7 a B	76,53	18,61
0% A	82.8 ab A	57.7 c B	65,0 a AB	68,50	18,61
B	92.3 a A	68.7 bc B	71.1 a B	77,37	18,61
B + 50% A	89.8 ab A	81.0 abc A	83.7 a A	84,83	18,61
E	86.3 ab A	75.7 bc A	73.0 a A	78,33	18,61
E + 50% A	96.2 a A	84.3 ab A	85.3 a A	88,60	18,61
Média geral	85,37	79,24	76,94		
DMS	23,71	23,71	23,71		

As letras minúsculas indicam as médias na coluna e nas linhas as letras maiúsculas. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. DAS: Dias após a semeadura.

Mesmo não havendo grandes diferenças, em relação



aos outros tratamentos, para a qualidade do fruto com o uso de substâncias húmicas neste trabalho, Betoni (2015), encontrou uma maior produtividade e qualidade dos bulbos de cebola quando utilizadas substâncias húmicas nas bandejas de produção de mudas juntamente com pulverizações foliares no campo. Pinto et al. (2008), também observaram menor perda de massa e maior firmeza da polpa de melões tratados com 50 L ha⁻¹ de SH.

A maior qualidade dos frutos de pepino japonês encontrada para o tratamento 100% A pode estar relacionada com a melhor nutrição da planta proporcionada pela aplicação normal dos fertilizantes químicos. Kanahama & Saito (1988) sugeriram que o entortamento de frutos de pepino é resultado da competição entre os lóculos por fotossintetizados, sendo que cada

um deles pode apresentar uma atividade como dreno diferenciada, de acordo com o seu desenvolvimento. Os lóculos que apresentam maior força como dreno crescem mais, causando o entortamento do fruto. Dessa forma, o tratamento com 100% A conseguiu promover uma boa relação entre fonte e dreno. Em contrapartida, a menor porcentagem de frutos comerciais encontrada para o tratamento 0% A pode ter ligação direta com possíveis deficiências nutricionais e uma desregulação da relação fonte-dreno.

CONCLUSÕES

1. O uso de apenas 50% da adubação mineral recomendada, associado ao produto Barvar ou Estrutural além de não afetar negativamente o desenvolvimento vegetativo do pepino japonês.



2. A utilização conjunta dos produtos AzotoBARVAR-1®, PotaBARVAR-2® e PhosphoBARVAR-2 associada a 50% da adubação química não afeta negativamente a produção das plantas de pepino.

3. O uso do AzotoBARVAR-1, PotaBarvar-2, PhosphoBarvar-2 ou Estrutural associado a 50% da adubação química mantém o mesmo índice de produção do pepino japonês comparado a 100% da adubação química, além de proporcionar economia em fertilizantes químicos.

REFERÊNCIAS

Fertilizante Orgânico biológico: BARVAR-N, BARVAR P, BARVAR K, Green Biotech Brasil Ltda. Disponível em: < <http://>

acesso 2018.

BEAUCLAIR, E.G.F.; GULLO, M.J.M.; TOMAZ, H. V.Q.; SCARPARI, M. S. ; OTAVIANO, J.A. Uso de condicionador de solo a base de ácido húmico na cultura da cana-de-açúcar. STAB, Piracicaba, v. 28, p. 42-45, 2010.

BENITES, V. M.; POLIDORO, J. C.; MENEZES, C. C. O. Aplicação foliar de fertilizante orgânico mineral e soluções de ácido húmico em soja sob plantio direto. Comunicado Técnico Embrapa Solos, Rio de Janeiro, nº 35, 2006. 6p. CANELLAS, Luciano Pasqualoto et al. Bioatividade de substâncias Húmicas: Ação sobre o metabolismo e desenvolvimento de plantas . In: CANELLAS, Luciano Pasqualoto; SANTOS, Gabriel de Araújo (Org.). Humos-



fera. 1. ed. Campos dos Goyatacazes: [s.n.], 2005. cap. 10, p. 224-243.

BLANCO, F. F. Irrigação e fertirrigação na cultura do pepino. In: SOUSA, V. F. de; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. (Ed.). Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. Cap. 24, p. 689-717.

MASSENSINI, A. M.; TÓTOLA, M. R.; BORGES, A. C.; COSTA, M. D. Solubilização Potencial de Fosfatos Mediada pela Microbiota Rizosférica de Eucalipto Cultivado em Topossequência Típica da Zona da Mata Mineira. R. Bras. Ci. Solo. 2015.

CAÑIZARES, K. A. L.; GOTO, R. Crescimento e produção de

híbridos de pepino em função da enxertia. Horticultura Brasileira, Brasília, DF, v. 16, n. 2, p. 110-113, 1998.

CARON, V. C. GRAÇAS, J. P.; CASTRO, P. R. C. Condicionadores do solo: ácidos húmicos e fúlvicos. Piracicaba: ESALQ - Divisão de Biblioteca, 2015. 46 p. : il. Série Produtor Rural, nº 58.

CARVALHO, A. D. F.; AMARO, G. B.; LOPES, J. F.; VILELA, N. J.; MICHEREFF FILHO, M.; ANDRADE, R. A cultura do pepino. Brasília, DF. Março, 2013.

CUNHA, T. B.; MENDES, A. M. S. GIONGO, V. Matéria orgânica do solo. 2015. Acesso em: 02 de junho de 2018. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/137613/1/Tony-2015.pdf>>.EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA



AGROPECUÁRIA – EMBRAPA Sistema brasileiro de classificação de solos. 2º ed. Brasília, 2006.

FAÇANHA, A.R.; FAÇANHA, A.L.O.; OLIVARES, F.L.; GURIDI, F.; SANTOS, G.A.; VELLOSO, A.C.X.; RUMJANEK, V.M.; BRASIL, F.; SCHRIPEMA, J.; BRAZ-FILHO, R.; OLIVEIRA, M.A.; CANELLAS, L.P. Bioatividade de ácidos húmicos: efeitos sobre o desenvolvimento radicular e sobre a bomba de prótons da membrana plasmática. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 37, n. 9, p. 1301-1310, 2002.

FILGUEIRA, F. A. R. Novo manual de olericultura. Viçosa: Editora UFV, 2007. 402 p.

FILGUEIRA, F. A. R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e

comercialização de hortaliças.

Viçosa: Editora Universidade Federal de Viçosa, 2003. 412 p.

GONZÁLEZ, M.; GOMEZ, E.; COMESE, R.; QUESADA, M.; CONTI, M. Influence of organic amendments on soil quality potential indicators in an urban horticultural system. Bioresource Technology, New York, v.101, p. 8897-8901, 2010.

FREITAS, I. C. V.; RODRIGUES, M. B. Fixação biológica do nitrogênio na cultura do milho. Agropecuária Técnica – v. 31, n. 2, p 143–154, 2010.

GALVANI E; ESCOBEDO JF; CUNHA AR; KLOSOWSKI ES. 2000. Estimativa do índice de área foliar e da produtividade de pepino em meio protegido - Cultivos de inverno e de verão. Revista Brasileira de Engenharia



Agrícola e Ambiental 4: 8- 13.

KANAHAMA, K.; SAITO, T. Carbohydrate distribution and ¹⁴Cphotosynthates uptake in the curved fruits of cucumber. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, v.57, p.448-453, 1988.

KIEHL, E.J. Fertilizantes orgânicos. São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. 492 p. MARQUES JÚNIOR, R. B.; PASQUALOTO CANELLAS, L.; GRACINDA DA SILVA, L.; LOPES OLIVARES, F. Promoção de enraizamento de microtoletes de cana-de-açúcar pelo uso conjunto de substâncias húmicas e bactérias diazotróficas endofíticas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, n.32, v.6, p.1121-1128, 2008.

MASSENSINI, A. M.; TÓTOLA, M. R.; BORGES, A. C.;

COSTA, M. D. Solubilização potencial de fosfatos mediada pela microbiota rizosférica de eucalipto cultivado em topossequência típica da zona da mata mineira. Iporá, Goiás: [s.n.], 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832015000300692&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 15 maio 2018 VANCE, G. F.; STEVENSON, F. J.; SIKORA, F. J.; *Environmental chemistry of aluminium-organic complexes*. In: SPOSITO G. (ed) *Environmental chemistry of aluminium*. Boca Raton. Lewis, p 169 – 220. 1995.

NARLOCH, C.; OLIVEIRA, V. L.; ANJOS, J. T.; SILVA, G. N. F. Respostas da cultura do rabanete à inoculação de fungos solubilizadores de fosfatos. Brasília: [s.n.], 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/>



v37n6/10561.pdf>. Acesso em: 21 maio 2018.

NOMURA, E. S.; CARDOSO, A. I. I. Redução da área foliar e o rendimento do pepino japonês. *Scientia Agricola*, v.57, n.2, p.257-261, abr./jun. 2000. Acesso em: 20 de junho de 2018. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sa/v57n2/v57n2a10.pdf>>.

OLIVEIRA, C. A.; RIBEIRO, V. P.; GOMES, E. A.; PINHO, J. M. R.; LANA, U. G. P.; MARRIEL, I. E. Produtividade do milho inoculado com bactérias endofíticas e rizobactérias solubilizadoras de fosfato na região Centro-Oeste brasileira. Bento Gonçalves, RS. 2016.

PINTO, J. M.; GAVA, C. A. T.; LIMA, M. A. C.; SILVA, A. F.;

RESENDE, G. M. de. Cultivo organico de meloeiro com aplicacao de biofertilizantes e doses de substancia húmica via fertirrigacao. *Revista Ceres*, v. 55, n. 4, p. 280-286, 2008. ROSA, C. M. DA; CASTILHOS, R. M. V.; VAHL, L. C.; CASTILHOS, D. D.; PINTO, L. F. S. OLIVEIRA, E. S.; LEAL, O. A. Efeito de substâncias húmicas na cinética de absorção de potássio, crescimento de plantas e concentração de nutrientes em *Phaseolus vulgaris* L. R. Bras. Ci. Solo, 2009.

PINTON, R.; CESCO, S.; IACOLETTI, G.; ASTOLFI, S.; VARANINI, Z. Modulation of nitrate uptake by water-extractable humic substances: involvement of root plasma membrane H⁺-ATPase. *Plant Soil*, 215: 155-163, 1999.

SASAL, C.; ANDRIULO, A.;



ULLÉ, J.; ABREGO, F.; BUENO, M. Efecto de diferentes enmiendas sobre algunas propiedades edáficas, en sistemas de producción hortícola del centro norte de la región pampeana. *Ciencia del Suelo*, Buenos Aires, v. 18, p. 95-104, 2000.

SHUKLA, M. K. LAL, R. EBINGER, M. Determining soil quality indicators by factor analysis. *Soil Tillage Research*, v. 87, p. 194-204, 2006.

SILVA, J. T. *Azospirillum brasilense* E *Bacillus subtilis* Solubilizadores de fósforo em mudas de eucalipto. 2017. 67 p. Dissertação (Mestre em Microbiologia Agropecuária)- Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp, Jaboticabal - São Paulo, 2017. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/152278/silva_jt_me_jabo.pdf.pdf?sequence=3&isAllowed=y>. Acesso em: 15 maio 2018.

SILVA, IVO RIBEIRO; MENDONÇA, EDUARDO DE SÁ. Matéria Orgânica do Solo. In: NOVAIS, R.F. et al. *Fertilidade do Solo*. 1 ed. Minas Gerais (Viçosa): Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 275-374.

SILVA, A. C.; CANELLAS, L. P.; LOPES OLIVARES, F.; BARROS DOBBSS, L.; OLIVEIRA AGUIAR, N.; ROSSINOL FRADE, D. A.; REZENDE, C. E.; PEREIRA PERES, L. E. Promoção do crescimento radicular de plântulas de tomateiro por substâncias húmicas isoladas de turfeiras. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol. 35, núm. 5, 2011, pp. 1609-1617. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo Viçosa, Brasil.



SOCIEDADE BRASILEIRA DE
OLERICULTURA. Pepino, cro-
cância e frescor na sua sa-
lada. 2017. Acesso em: 20
de junho de 2018.
Disponível em: <<http://www.hortibrasil.org.br/classificacao/pepino/pepino.html>>.

SPOLAOR, L. T., GONÇAL-
VES, L. S. A.; SANTOS, O. J. A.
P.; OLIVEIRA, A. L. M.; SCA-
PIM, C. A. BERTAGNA, F. A.B.;
KUKI, M. C. Bactérias promoto-
ras de crescimento associadas a
adubação nitrogenada de cober-
tura no desempenho agronômi-
co de milho pipoca. *Bragantia*,
Campinas v. 75, n. 1, p.33-40,
2016.

VANCE, G. F.; STEVENSON, F.
J.; SIKORA, F. J. Environmental
chemistry of aluminium-orga-
nic complexes. In: SPOSITO G.

(ed) Environmental chemistry of
aluminium. Boca Raton. Lewis,
p169-220. 1995.

VORPAGEL, A. G. Inoculação
de *Azospirillum*, isolado e asso-
ciado a bioestimulante, em mi-
lho, no noroeste do RS. Trabalho
de Conclusão de Curso de Gra-
duação em Agronomia da Uni-
versidade Regional do Noroeste
do Estado do Rio Grande do Sul,
defendido perante a banca abaixo
subscrita. Ijuí, 2010.



DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DO GERGELIM EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO FOSFATADA E USO DE BACTÉRIAS CONDICIONADORAS

DEVELOPMENT AND PRODUCTIVITY OF SESAME AS A FUNCTION OF PHOSPHATE FERTILIZATION AND USE OF CONDITIONING BACTERIA

Nailson dos Santos Lopes¹

Green Biotech Brasil²

Kevin Theo Gentil³

Resumo: O gergelim (*Sesamum indicum* L.) é uma cultura de grande importância devido ao seu grande potencial econômico e sua utilização em diversos setores como a gastronomia, cosméticos, medicamentos, biocombustíveis, entre outros. Com isso faz-se necessário à busca de alternativas que possibilite o aumento na sua produção sem

que ocorra um aumento demasiado na exploração de recursos não renováveis como no caso do fósforo. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento e a produtividade do gergelim submetido a diferentes doses de fósforo, mantendo-se constante as adubações nitrogenadas e potássicas, além de avaliar o efeito da inoculação das

507

1 Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal do Cariri

2 Empresa de biotecnologia

3 Cientista CEO da Green Biotech Brasil, Inventor e Coletor da Tecnologia Barvar no Brasil



sementes com bactérias do gênero *Pseudomonas*. O experimento foi conduzido no Sítio Madeira Cortada, situado na zona rural de Missão Velha-CE. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo típico. O experimento foi realizado em delineamento em blocos casualizados em esquema de parcela subdividida, com três repetições. As parcelas foram compostas por quatro doses de fósforo (0, 25, 50 e 100% da dose recomendada) e as subparcelas ao uso do produto inoculante da marca PhosphoBarvar-2 ou BARVAR P (com e sem), totalizando assim 24 observações. Cada parcela media três metros de largura por três metros de comprimento, totalizando 9 m². Os dados passaram pela análise de variância (ANOVA) e pelo teste F e submetidos ao teste de regressão polinomial determinando-se a

curva de resposta de cada variável. O programa utilizado para analisar os dados foi o SISVAR, sendo avaliados as seguintes variáveis: altura de planta, diâmetro do colmo, comprimento da vagem, nº de vagem/planta, nº de grãos/planta, massa de 1000 grãos, produtividade de vagens, produtividade de grãos e rendimento. A interação adubação e PhosphoBarvar não apresentou diferenças para as variáveis. A adubação apresentou diferença significativa a 5 % para o diâmetro do colmo e comprimento da vagem e significativo a 1% para o nº de vagem/planta, produtividade de vagem e produtividade de grãos. O PhosphoBarvar não apresentou diferença significativa para as variáveis nº de grãos por vagem, massa de 1000 grãos, e rendimento. Nas demais variáveis, apresentou diferença significativa a 5%. Portanto observou-



-se que a adubação fosfatada e a utilização da bactéria trouxeram benefícios para a produção do gergelim sendo a bactéria responsável por um aumento de 278 kg ha⁻¹ e 143 kg ha⁻¹ na produtividade de vagem e produtividade de grãos respectivamente, sendo necessário a realização de outros trabalhos para que ocorra a comprovação dos benefícios dos tratamentos aplicados.

Palavras-chave: *Sesamum indicum* L. Produtividade. Adubação biológica. PhosphoBarvar-2.

Abstract: The sesame (*Sesamum indicum* L.) is a crop of great importance due to its great economic potential and its use in various sectors such as gastronomy, cosmetics, medicines, biofuels, among others. Thus, it is necessary to search for alternatives that allow for an increase

in production without an excessive increase in the exploitation of non-renewable resources such as in the case of phosphorus. This study aimed to evaluate the development and productivity of sesame subjected to different doses of phosphorus, keeping nitrogen and potassium fertilization constant, in addition to evaluating the effect of seed inoculation with bacteria of the genus *Pseudomonas*. The experiment was carried out at Sítio Madeira Cortada, located in the rural area of Missão Velha-CE. The soil in the experimental area is classified as a typical Red Yellow Latosol. The experiment was carried out in a randomized block design in a split-plot scheme, with three replications. The plots were composed of four phosphorus doses (0, 25, 50 and 100% of the recommended dose) and the subplots used the inoculant pro-



duct PhosphoBarvar-2 or BARVAR P (with and without), thus totaling 24 observations. Each plot measured three meters wide by three meters long, totaling 9 m². The data underwent analysis of variance (ANOVA) and the F test and were submitted to the polynomial regression test, determining the response curve for each variable. The program used to analyze the data was SISVAR, and the following variables were evaluated: plant height, stem diameter, pod length, pod/plant number, grain/plant number, 1000 grain mass, pod yield, grain yield and yield. The interaction between fertilization and PhosphoBarvar did not show differences for the variables. Fertilization showed a significant difference at 5% for stalk diameter and pod length and a significant difference at 1% for number of pod/plant, pod yield and grain yield. Phos-

phoBarvar did not show significant difference for the variables number of grains per pod, mass of 1000 grains, and yield. In the other variables, there was a significant difference at 5%. Therefore, it was observed that phosphate fertilization and the use of bacteria brought benefits to sesame production, the bacteria being responsible for an increase of 278 kg ha⁻¹ and 143 kg ha⁻¹ in pod yield and grain yield, respectively. It is necessary to carry out other work so that the benefits of the applied treatments can be proven.

Keywords: *Sesamum indicum* L. Productivity. Biological fertilization. PhosphoBarvar-2.

INTRODUÇÃO

O gergelim (*Sesamum indicum* L.) é uma planta olea-



ginosa originária da África e da Ásia de onde se disseminou para vários países. Há muitos séculos essa planta vem sendo cultivada na Índia, seu cultivo também se estende em países como o Japão, Turquia, China, Egito e até nas Américas. Foi introduzida no século XVI, pelos portugueses no Brasil (BELTRÃO e VIEIRA, 2001).

Responsável por menos de 0,5% da área cultivada e da produção em âmbito mundial de gergelim, o Brasil no período de 2001 a 2010 passou de 15 mil para 16 mil toneladas em relação a produção, e sua área colhida foi de 24 mil para 25 mil hectares. O rendimento médio da cultura, nesse mesmo período, passou de 625 para 640 quilos de grãos por hectares, sendo esta produção basicamente vinda de pequenos e médios produtores que utilizam a mão de obra familiar dos estados

de Goiás, Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso, Bahia, Pernambuco, Ceará, Piauí, Paraíba e Rio Grande do Norte. O Brasil em 2011, tinha 8 mil hectares plantados produziu 5 mil toneladas de grãos, atingindo uma produtividade de 625 Kg de grãos por hectares (FAO, 2012; KOURI; ARRIEL, 2009).

Contribuindo com 67% da produção nacional, o estado de Goiás é o principal produtor de gergelim do Brasil. Além de Goiás, são produtores de gergelim os estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Rio Grande do Norte, Ceará, Paraíba, Piauí, Bahia e Pernambuco (EMBRAPA, 2014).

O gergelim é cultivado basicamente para produção de óleo, fazendo com que essa cultura tenha grande importância econômica e social, uma vez que a qualidade do óleo é superior às



demais oleaginosas comumente utilizadas para alimentação humana (LAYANEZ- GARSABALL; MÉNDEZ-NATERA, 2006).

A farinha do gergelim é outro produto oriundo do grão dessa oleaginosa, sendo fonte de vitaminas A, B, C e possuem bom teor de ferro, cálcio e fósforo (BELTRÃO et al., 1989).

O gergelim na região Nordeste, apresenta-se como uma alternativa de renda e fonte de proteína para os pequenos e médios produtores visto que essa oleaginosa faz parte do consumo popular dessas classes de baixa rendas, servindo como alternativa para diminuir o agravante quadro de carência alimentar dessa população (BELTRÃO e VIEIRA, 2001).

A atual produção agrícola faz uso intenso de insumos industrializados com o intuito de

suprir a demanda nutricional das plantas. Porém, esses insumos podem causar, quando aplicados de maneira incorreta, problemas ao meio ambiente, aumentar os custos da produção, além de inibir o potencial e as oportunidades oferecidas pela exploração dos componentes biológicos do solo em benefício da produção sustentável. Com o intuito do aumento da produtividade e a diminuição nos custos da produção para o produtor, tem sido estudada alternativas para a redução do uso de fertilizantes químicos (RATZ, 2014; SOUZA & PERES, 2016).

Atuando com potencialidade direto ou indiretamente no solo ou nas plantas os bioestimulantes tem sido grandes alternativas de uso, pois esses aumentam a produtividade e a qualidade, pulsionam resistência à planta e promovem o crescimento e proteção das plantas, uma vez que



seus princípios e agentes orgânicos não contém substâncias agrotóxicas. No setor agrícola onde esses produtos vêm sendo utilizados ocorre os benefícios como o equilíbrio nutricional e a preservação das interações biológicas, onde o ambiente é favorável ao desenvolvimento dos microrganismos benéficos do solo, proporcionam maior eficiência nutricional e fotossintética das plantas (SOUZA e PERES, 2016).

Além de proporcionar maior desenvolvimento das plantas, aumentar a resistência em relação ao ataque de pragas e patógenos, a aplicação de bioestimulantes agem diretamente sobre fitoparasitas devido a presença de substâncias tóxicas (MARCILIO et al., 2014).

Sabendo disto, o objetivo desse trabalho avaliar o desenvolvimento e a produtividade do gergelim em relação a aplica-

ção da adubação fosfatada, como também avaliar o efeito da inoculação de bactérias do gênero *Pseudomonas* e *Pantoea* agglomerans (PhosphoBarvar-2) ou (BARVAR P) nas sementes e no solo. Esse produto por causa de sua composição, agentes biológicos que exercem a função de solubilizadores, perlita e água pode ser enquadrado em diferentes classes de fertilizantes no Brasil, como condicionador de solo biológico, fertilizante orgânico composto e inoculante, além da classe internacional biofertilizante.

REVISÃO DE LITERATURA

Gergelim

Classificação e Características

O gergelim (*Sesamum indicum* L.) pertence à família Pedaliácea, das quais são iden-



tificados 14 gêneros no mundo. O gênero *Sesamum*, que é constituído de 49 espécies, é o mais importante e sendo o *S. indicum* L. o mais cultivado (MAZZANI, 1983).

No continente Africano se encontra a maioria das espécies do gênero *Sesamum* na forma silvestre, sendo este considerado o continente de origem. Na Ásia por sua vez, apresenta maior variedade de espécies cultivadas. O gergelim apresenta grande diversidade nas características morfológicas, podendo variar na altura, entre 0,50 a 3,00 m, com caule ereto apresentando ou não ramificações e pêlos, com sistema radicular pivotante.

As folhas por sua vez são introduzidas no caule nas posições alternadas ou opostas, apresentando-se de forma mais largas e irregularmente dentadas ou lombadas nas partes in-

feriores de plantas adultas e são lanceoladas na parte superior. As flores são completas e axilares, variando em número de 1 a 3 por axila foliar, possuem coloração variável de lilás ao róseo, e são gamopétalas (flor em que as pétalas são soldadas entre si), zigomorfas (flor com simetria bilateral que pode ser dividida em duas partes iguais), tubulares, bilabiadas, com o lábio inferior mais alongado (BELTRÃO e VIEIRA, 2001).

O fruto caracteriza-se por ser uma cápsula pilosa e dependendo da variedade pode ser deiscente ou indeiscente, ter comprimento variando de 2 a 8 cm, o número de loculos variando em pares de 4, 6, 8 ou 10 e a sua quantidade de 1 a 3 na mesma planta ou em cada axila. As sementes são pequenas, achatadas, de coloração variando de preto ao branco. O peso de 1000



sementes atinge o valor de 2 a 4 g, de acordo com a cultivar e o ambiente da cultura (BELTRÃO e VIEIRA, 2001).

Considerada o principal produto da cultura, as cultivares que apresentam sementes de coloração branco e creme possuem maior valor comercial, pois as sementes de cores escuras restringem-se ao uso caseiro e medicinal (SILVA, 2006).

Características do cultivar BRS Seda

A cultivar foi obtida através da seleção massal para sementes de coloração branca aplicada na cultivar Zirra FAO 51284. A planta caracteriza por possuir porte médio de 1,55 m, ciclo de 90 dias superando a precocidade do cultivar CNPA G4. O crescimento da planta é ramificado com hastes de coloração ver-

de, após 36 dias da germinação ocorre o início do florescimento sendo sua floração e maturação uniformes. Apresenta apenas um fruto por axila, sendo estes deiscientes que se abrem após a maturação completa. As sementes possuem coloração branca, um teor de óleo superior a 52%, peso médio de mil sementes de 3,22 g, podendo-se com isso atribuir um maior valor comercial, principalmente para as indústrias de alimento e confeitarias (EMBRAPA, 2007).

A cultivar de gergelim BRS Seda tem potencial para produzir até 2500 kg ha⁻¹ de sementes em condições ideais de cultivo, se adapta bem em áreas com temperaturas médias entre 23 e 30 °C, com altitudes de até 1.250 m e precipitações entre 300 a 850 mm anuais bem distribuídas, e é tolerante às doenças da mancha angular, cercosporiose



e à murcha de *Macrophomina*,. (EMBRAPA, 2007).

É indicada para o cultivo na região Nordeste, Cerrados de Goiás, Mato Grosso, Distrito Federal, São Paulo e região norte fluminense. Pois, seu rendimento máximo pode ser obtido com precipitações bem distribuídas variando entre 500 e 600 mm; e com taxas de 35% da germinação ao florescimento, 45% durante o florescimento e 20% com o início da maturação dos frutos (EMBRAPA, 2007).

Importância econômica

O cultivo do gergelim sofre poucas alterações em termos de área plantada e produção no Brasil. A essa problemática pode ser atribuída fatores como pouco acesso a informações de mercado pelos produtores, falta de políticas de incentivo à pro-

dução, problemas relacionados com a comercialização e problemas climáticos, principalmente na região Nordeste (EMBRAPA, 2014).

Porém, com os preços praticados do gergelim nos últimos anos no mercado nacional e internacional, configura-se como excelente alternativa a exploração da cultura. Dados da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), cerca de 30% da produção obtida no Brasil é exportada mundialmente. O valor médio da tonelada do gergelim exportado em 2009 foi de US\$ 1.240,86, já o valor médio do produto médio importado foi de US\$ 1.393,01. Os principais países importadores do gergelim são China, Japão, Turquia, Coreia, Estados Unidos, Grécia, Israel, Alemanha, Arábia Saudita e Egito. Entre os anos de 2006 a 2009, ocorreu um aumen-



to de 50% em relação ao valor da tonelada comercializada mundialmente. Aproximadamente 90% do gergelim mundialmente produzido é destinado ao consumo alimentício. Os grãos são utilizados de diversas formas na indústria alimentícia, destacando a indústria de panificação ou com a comercialização do óleo extraído para utilização na culinária. No ano de 2009, o gergelim brasileiro destacou-se no mercado internacional, com o preço de exportação no valor de US\$ 2.684,21 a tonelada (FAO, 2012; KOURI; ARRIEL, 2009).

Com as novas tecnologias de cultivo à disposição dos agricultores é crescente o interesse no plantio do gergelim em grade escala nas regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste, sendo esta uma cultura alternativa para diversificar a produção agrícola. Pois a mesma, pode ser utiliza-

da em cultivo rotacional com as culturas do milho, algodão, soja e também, como cultivo de segunda safra (EMBRAPA, 2014).

Conforme Langham; Wiemers (2002), a demanda mundial de produtos que leva em sua composição o gergelim cresceu 550%, nos últimos 40 anos. Portanto, torna-se uma excelente oportunidade para fonte de renda a exploração da cultura nas regiões Centro-Sul e no Semiárido brasileiro.

Exigências nutricionais e manejo da adubação do gergelim

O gergelim extrai do solo quantidades elevadas de nitrogênio (N) e de potássio (K) podendo variar de acordo com o estado nutricional da planta, volume da produção, variedade utilizada, assim como, da parte colhida da planta como apresentado



na (Tabela 1). Em geral para produzir 1000 kg ha⁻¹ de sementes a planta precisa extrair do solo 50 kg ha⁻¹ de N, 14 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 60 kg ha⁻¹ de K₂O. No final do cultivo cerca de 97% dos nutrientes do solo são extraídos pelas plantas, contendo nos frutos um percentual de 33 a 60% do NPK extraído (EMBRAPA,2007 b).

NPK no período entre o plantio até o trigésimo dia, passando esse período a exigência por esses nutrientes pela planta cresce e atinge a demanda máxima de nitrogênio aos 74 dias, de fósforo dos 60 aos 90 dias e de potássio depois do 35º dia, crescendo até o final do ciclo (EMBRAPA,2007 b).

A planta absorve pouco

Tabela 1. Total de fitomassa e de nutrientes por órgão das plantas de gergelim na colheita

Parte da planta	Fitomassa		N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	Kg/ha	%	Kg/ha	%	Kg/ha	%	Kg/ha	%
Raízes	779	7,7	2,84	2,4	0,95	3,0	4,33	3,2
Caules	2.846	28,1	10,24	8,5	7,94	25,0	42,98	31,5
Folhas	2.058	20,4	34,98	29,2	12,30	38,6	16,74	12,3
Frutos	4.429	43,8	71,74	59,9	10,63	33,4	72,42	53,1
Total	10.112	100,0	119,8	100,0	31,82	100,0	136,47	100,0

Fonte: Bascones e Ritas (1961)

Para alcançar altos rendimentos produtivos e econômicos com a cultura do gergelim, tornasse imprescindível o manejo adequado do potássio e do nitrogênio, primeiro e segundo elementos mais exigidos pelas plantas respectivamente, sendo

nitrogênio o responsável pelo fator crescimento da planta (COSTA et al., 2012).

Para solos que apresentarem através de suas análises para macronutrientes um teor de fósforo menor que 10 mg dm⁻³ (10 ppm), teor de potássio menor que



0,23 cmolc dm⁻³ e teor de matéria orgânica inferior a 2,6%, será necessário fazer a correção do solo, com aplicação de fertilizantes levando-se em conta a textura do solo e a mobilidade dos nutrientes (EMBRAPA, 2014).

Para o fósforo, deve-se aproveitar o plantio e aplicar de uma só vez no solo devido a pouca mobilidade. O potássio por possuir mobilidade intermediária, sua aplicação pode ser no plantio ou em duas aplicações junto com o nitrogênio levando-se em conta a capacidade de lixiviação do solo. O nitrogênio por ter uma grande mobilidade no solo pode ser aplicado em duas vezes sendo a metade após o desbaste e a outra metade após 25 dias, usando preferencialmente o sulfato de amônio como fonte (BELTRÃO e VIEIRA, 2001).

Fósforo

Dinâmica no solo

O fósforo é um elemento que tem grande importância na produção agrícola, esse elemento compõe cerca de 0,12% da crosta terrestre. As reservas de fósforo na sua maioria podem ser encontradas em sedimentos marinhos, fosfatos inorgânicos dissolvidos nos oceanos, nos solos e em rochas que apresentam os minerais como a apatita na sua constituição. Apesar de existir outros minerais que contêm o fósforo, somente as apatitas possuem teores significativos (STEVESON; COLE, 1999).

As rochas fosfáticas são as principais fontes de P, estes recursos naturais não renováveis segundo estimativas se esgotarão nos próximos 80 a 100 anos se não tiverem seu uso racionalizado. Dos 75% de P que são



aplicados e que de certa forma são perdidos ou ficam retidos nas partículas do solo, se pudesse ser disponibilizado para as plantas, a produção agrícola mundial seria suficientemente autossustentável por cerca de 100 anos (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

O fósforo pode ser dividido em quatro categorias: na forma iônica e em compostos na solução do solo; adsorvidos na superfície dos constituintes minerais do solo; minerais cristalinos e amorfos; e componentes da matéria orgânica. Presente entre 0,2 e 5,0 g kg⁻¹ apenas uma pequena fração desse teor total de fósforo está em forma disponível para as plantas (FERNANDES, 2006).

O fósforo se caracteriza por ser um nutriente pouco disponível na rizosfera, devido a fatores como sua interação com constituintes do solo; interação

com o Al, Fe e Ca; ocorrência em formas orgânicas e sua lenta taxa de difusão na solução do solo (FERNANDES, 2006).

O fósforo em seu processo de reciclagem no solo está fortemente relacionado através da matéria orgânica, com de outros elementos, vale ressaltar que o acúmulo de carbono, nitrogênio e enxofre é dependente do teor de P, portanto, influenciará na fertilidade do solo (STEVENSON, 1986).

Em solos das regiões tropicais e subtropicais o P é o elemento menos frequente, esse fator limita a produção, em particular o das culturas anuais. No Brasil, encontram-se teores menores que 10 ppm de fósforo disponível em 90% das análises de solo feitas (MALAVOLTA, 1980).

Nos solos agrícolas brasileiros, o fósforo na sua maior



parte ocorre em solos ácidos na fração mineral ligada aos óxidos de ferro e alumínio, e nos solos neutros ou alcalinos nas frações ligados ao cálcio (Ca). De acordo com o tipo de solo, o fósforo orgânico oscila entre 3-90% do fósforo total, e na MOS (Matéria Orgânica do Solo) entre 1-3% sendo encontrado principalmente na forma de fosfolipídios, nucleotídeos e fosfato de inositol. O fósforo do solo na sua maior parte está na fração não lábil e dificilmente se tornarão disponível para as plantas devido a sua forma quimicamente estável. A fração disponível para as plantas (fração lábil) representa menos que 5% do total (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

A característica mais importante na definição de um solo como sendo fonte ou dreno de P é o seu teor da fração argila. O incremento do teor de argila

em solos mais intemperizados é outro ponto de destaque, pois esses tendem a obter pouco ganho como fonte no solo, mas perdem muito como dreno. Esse fato justifica o porquê de solos pobres em P como do cerrado e com textura média entre 150 a 350 kg ha⁻¹ de argila, ou até mesmo os arenosos, nos quais são cultivadas culturas anuais tem-se mostrados mais produtivos que os argilosos (NOVAIS et al., 2007).

Para quantificar os teores de fósforo no solo, os métodos extratores utilizados no Brasil são o Melich-1 e Resina de Troca mista. Desenvolvido para solos pobres em P e intemperizados como os que predominam no país, o método Melich-1 é um extrator ácido. Já o método das resinas (simples ou mista) o embasamento é de que elas imitam a função das raízes, que a partir da fase sólida do solo adsorve o nu-



triente em solução e força o seu ressuprimento (VEGÜTZ; NOVAIS, 2015).

A necessidade do nutriente a fim de fornecer as condições ideais para a cultura que será implantada pode ser determinada através destes métodos, de acordo com os teores obtidos de fósforos esse nutriente é classificado nos níveis baixos, médio ou alto. Se a verificação for feita pelo método de Resina, deve-se classificar de acordo com a faixa de menor quantidade de argila (0-15%), uma vez que esse método não apresenta sensibilidade ao poder tampão do solo. Uma vez classificada a fertilidade quanto ao nutriente, a dose recomendada deve ser determinada com base na produtividade esperada (VEGÜTZ; NOVAIS, 2015).

Na maior parte do Nordeste onde predomina solos com teor baixos de P disponível, reco-

menda-se para a maioria das culturas aplicações anuais de manutenção nas doses de 20 a 50 kg ha-1 (RAIJ et al., 1982).

Dinâmica na planta

A atuação do P na cultura do gergelim é muito importante pois esse nutriente atua no processo de formação de diferentes órgãos da planta e participa de vários processos metabólicos, como a transferência de energia, síntese e estabilidade de membrana, síntese de ácidos nucleicos, glicose, respiração, ativação e desativação de enzimas, metabolismo de carboidratos, reações redox e fixação de N₂ (FRAN-DOLOSO, 2006; VANCE et al. 2003). Para uma planta ter condições adequada de crescimento estima-se que ela deve possuir uma concentração em torno de



2,0 g kg⁻¹ de fósforo (0,2%) na matéria seca (NOVAIS et al., 2007).

As plantas, devido à baixa disponibilidade do P, necessitam de um mecanismo de absorção bastante eficiente, uma vez que adquirem o fósforo contra um elevado gradiente de concentração da membrana plasmática, pois as concentrações de P inorgânico nas células vegetais (da ordem de mmol L⁻¹) são superiores àquelas na solução do solo (da ordem de μmol L⁻¹) (RAGOTHAMA, 2000).

O fósforo provoca a existência de sistemas radiculares maiores que aumentam a área de contato entre as raízes e o solo, devido ser um elemento pouco móvel no solo. As plantas utilizam principalmente dois mecanismos com intuito de assegurar o suprimento de P em ambientes onde este elemento é

limitado, o primeiro consiste em aumentar o conteúdo absorvidos do solo, já o segundo baseia-se na eficiência vegetal de elevar a produção de biomassa utilizando o nutriente absorvido (ELLIOTT; LÄUCHLI, 1985).

Na faixa de pH que compreende entre 4,5 e 6,0 na solução do solo, os percentuais de absorção de fósforo são maiores, predominando nestas condições a forma H₂PO₄⁻, com isso trazem indícios que as raízes absorvem preferencialmente o fósforo nesta forma (SENTENAC; GRIGNON, 1985).

Para obter maior eficiência no uso do fósforo as plantas utilizam métodos que envolvem a remobilização do fósforo interno, ocorre uma maior produção por unidade de fósforo absorvido, contornam as etapas requerentes de fósforo com alterações no metabolismo de carbono e utiliza



de vias respiratórias alternativas (VANCE et al., 2003). É importante destacar que o P inorgânico é um nutriente altamente móvel dentro da planta, sendo mantida por meio do movimento para dentro e para fora dos vacúolos sua homeostase a nível celular e a regulação do seu influxo e efluxo (ARAÚJO; MACHADO, 2006).

Diferentemente do que ocorre com o sulfato e o nitrato no tocante a assimilação, o fosfato não sofre redução, portanto, sendo utilizado na sua forma oxidada de ortofosfato. Logo em seguida a sua absorção, o fosfato continua como P inorgânico, ou por meio de um grupo de hidroxil em uma cadeia de carbono, sofre um processo de esterificação ficando como éster simples de fosfato, ou ainda pode sofrer ligações pirofosfato de alta energia tais como o ATP, ficando preso a outro fosfato (MARSCHNER,

1995).

A forma inorgânica é a principal forma de transporte de P no xilema, quando absorvido pela raiz ocorre a ligeira incorporação em moléculas orgânicas (ADP, ATP, etc.). Para ser transportado via xilema para às demais parte da planta, ocorre o início do processo de hidrólise da molécula do fósforo, resultando em P inorgânico o qual é transportado via xilema em solução (LOUGHMAN, 1981).

No floema ocorre o mesmo, simultaneamente, também na forma inorgânica, registrando-se velocidades da ordem de 80 cm h⁻¹ entre as lâminas das folhas e o floema dos pecíolos, também são detectados no floema compostos orgânicos como nucleotídeos e hexoses fosfatos. O padrão de redistribuição do fósforo ao longo da planta segue a relação fonte dreno preferen-



cialmente, de acordo com a necessidade da planta e devido ser um nutriente altamente móvel (BIELESKI, 1973).

Aplicado por via foliar o P é rapidamente absorvido e levado para outras regiões da planta, como por exemplo, o dos tecidos vegetais em crescimento ativo. Estima-se que, no tocante ao rendimento na absorção, 50% do fósforo que foi aplicado nas folhas seja absorvido cerca de cinco dias após a pulverização (THORNE, 1958; KANNAN, 1990). Devido até o momento não se ter nenhuma formulação de P que possa ser aplicada em quantidades suficientes para suprir as demandas das culturas, também não tem nenhum registro de aplicação por essa via. Sendo aplicado somente no solo (ARAÚJO; MACHADO, 2006).

Quando o P disponível não atender a demanda da plan-

ta, apresentando deficiência no suprimento via radicular, a planta envia este nutriente das folhas velhas para as novas e para as raízes, este procedimento envolve reações como a quebra de fósforo orgânico e a depleção das reservas de fósforo inorgânico (SCHATMAN et al., 1998), estima-se que entre 40-47% do fósforo orgânico e 26-38% do fósforo inorgânico reabsorvido nas folhas velhas seja oriundo da hidrólise de ácidos nucleicos e fosfolípidios(AERTS, 1996).

Quando comparado a outros nutrientes, essa translocação ocorre preferencialmente para os grãos, apresentando proporção de fósforo nos grãos superior em relação à biomassa. Esse fenômeno segundo relato de alguns autores, ocorre por causa da quantidade de carboidratos presente no grão, o que diluiria uma quantidade de fósforo controlada



por fatores genéticos (HAAG et al., 1967; FEIL et al., 1992).

Ao interagir com outros nutrientes como do caso do P interagindo com o nitrogênio, ocorre uma sinergia, de modo que os dois nutrientes sob doses adequadas irão promover ganhos de produção maiores em relação à aplicação de cada nutriente separadamente (SHUMAN, 1994). O fósforo desempenha nas reações fotossintéticas e no metabolismo de C um relevante papel, esses processos são fundamentais para a assimilação e uso de N (ARAÚJO; MACHADO, 2006).

Atuação de agentes biológicos para a fixação de fósforo nas plantas

As bactérias e fungos do solo predominantemente dos gêneros *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Penicillium* e *Aspergillus* são mi-

croorganismos solubilizadores de fosfatos. Em solos rizosférico estão presentes cerca de 40% destes microrganismos (RICHARDSON, 2001).

Por promover o crescimento e proporcionar o aumento da disponibilidade de nutrientes para os vegetais com a combinação de um ou mais dos seguintes mecanismos: maior desenvolvimento de raiz favorecendo a absorção de água, controle biológico de patógenos, produção de hormonas, fixação de nitrogênio, mineralização do fósforo orgânico e solubilização de fósforo inorgânico e outros nutrientes. Tem crescido o interesse na manipulação das rizobactérias promotoras do crescimento (RPCPs), principalmente as do gênero *Pseudomonas*, com o intuito de aumentar a eficiência da utilização de fertilizantes nos sistemas agrícolas (OLIVEIRA et al. 2003;



RODRÍGUEZ e FRAGA,1999;
ZAIDI e MOHAMMAD, 2006).

Por sua vez, os fungos micorrízicos surgiram na mesma época que coincide com o aparecimento das plantas terrestres, ou seja, há 400 milhões de anos (BERBARA et al., 2006). Dentre os sete tipos distintos de associações micorrízicas apenas as ectomicorrizas e as micorrizas arbusculares são mais importantes e frequentes (MOREIRA e SIQUEIRA,2002). Em torno de 70 a 90 % dos vegetais fazem associação com os fungos micorrízico arbusculares (FMAs) sendo muito comum na natureza, indica que entre a raiz e o fungo existe uma simbiose mutualística (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006; PARNISKE,2008).

Dentre algumas espécies de vegetais de importância econômica que servem como hospedeiras dos FMAs desta-

cam-se: o algodão, o amendoim, a mamona e o gergelim. Criadas pelo processo da simbiose, as hifas atuam exercendo a função extensora das raízes e transferem por meio dos arbúsculos, que são estruturas intercelulares efêmeras, nutrientes minerais e água para as plantas. Por sua vez, a planta transfere fotoassimilados para os fungos (RAVEN et al., 1996).

Através da simbiose os fungos podem fornecer um benefício nutricional de cerca de 10% de potássio, 25% de nitrogênio, 80% do fósforo, 25% do zinco e 60% do cobre para o seu hospedeiro (MARSCHNER e DELL, 1994).

MATERIAL E MÉTODOS

Área experimental

O experimento foi con-



duzido no período de 31 outubro de 2017 a 6 março de 2018 no Sítio Madeira Cortada, situado na zona rural de Missão Velha-CE, com 360 m de altitude, com latitude sul de 7° 13' 41" e longitude

oeste de 39° 10'43". Na Figura 1 é mostrado a área total da propriedade e a localização em que o experimento foi conduzido.

Figura 1. Vista aérea do Sítio Madeira Cortada, destacando-se a área total da propriedade em vermelho e o local do experimento delimitado pelo quadrado amarelo.



Fonte: Google Maps (2018).

Clima e solo

De acordo com a classificação de Köppen, o clima onde está localizada a área experimental é Aw' (ALVARES et al., 2013). Considerado clima tropical, com

inverno característico seco, com estação chuvosa predominante entre o final de novembro a abril e estação seca no inverno entre os meses de maio a outubro. As precipitações nas regiões de clima Aw' geralmente são superio-



res a 750 mm anuais, sendo 942 mm anuais no município de Missão Velha-CE.

De acordo com o sistema brasileiro de classificação de solos e tendo por base o mapa de reconhecimento de média intensidade de solo realizado pela Funceme (2012), o solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo típico. O mesmo também apresenta relevo plano e textura da camada superficial do solo classificada como arenosa.

Na área experimental foi realizada a análise química do solo coletando-se amostras de 0-20 cm de profundidade, sendo o método utilizado para determinação da constituição do solo o Mehlich⁻¹. O solo possuía pH (1:2,5 H₂O): 7,0; P: 4,35 mg dm⁻³; K: 1,9 mmolc dm⁻³; Ca: 22,4 mmolc dm⁻³; Mg: 12,2 mmolc dm⁻³; H+Al: 4,6 mmolc dm⁻³, Ma-

téria orgânica: 3,50 g kg⁻¹, CTC: 42,4 mmolc dm⁻³ e V (%): 89,09.

Delineamento experimental

O experimento foi realizado em delineamento em blocos casualizados em esquema de parcela subdividida, com três repetições. As parcelas foram compostas por quatro doses de fósforo (0, 25, 50 e 100% da dose recomendada) e as subparcelas ao uso do inoculante PhosphoBarvar-2 (com e sem), totalizando assim 24 observações, conforme a designação dos tratamentos e o croqui (Tabela 2 e Figura 2). Contendo bactérias dos gêneros *Pseudomonas* e *Pantoea* Agglomerans o PhoshoBarvar-2 tem a função de proporcionar efeitos positivos sobre o desenvolvimento das plantas influenciando na germinação, na emergência e no crescimento (COSTA et al.,2013).



Tabela 2 – Combinação dos fatores em cada tratamento e suas respectivas designações

Parcela Doses (P)	Subparcela Bavar (B)	Tratamento	Designação dos tratamentos
00	Bc	D0Bc	0% Fósforo com PhosphoBarvar-2
	Bs	D0Bs	0% Fósforo sem PhosphoBarvar-2
D25	Bc	D25Bc	25% Fósforo com PhosphoBarvar-2
	Bs	D25Bs	25% Fósforo sem PhosphoBarvar-2
D50	Bc	D50Bc	50% Fósforo com PhosphoBarvar-2
	Bs	D50Bs	50% Fósforo sem PhosphoBarvar-2
D100	Bc	D100Bc	100% Fósforo com PhosphoBarvar-2
	Bs	D100Bs	100% Fósforo sem PhosphoBarvar-2

Figura 2 – Croqui da área experimental

Bloco 1		Bloco 2		Bloco 3	
D0Bc	D0Bs	D50Bs	D50Bc	D0Bc	D0Bs
D100Bc	D100Bs	D25Bs	D25Bc	D100Bc	D100Bs
D25Bs	D25Bc	D100Bs	D100Bc	D50Bs	D50Bc
D50Bs	D50Bc	D0Bs	D0Bc	D25Bc	D25Bs

Cada parcela experimental totalizava 9 m², sendo três metros de largura por três metros de comprimento. A parcela útil, utilizada para análise, foi composta pelas fileiras centrais da cultura, com um metro de comprimento, e retirando cinco plantas de cada parcela, eliminando-se as extremidades (bordadura) e consequentemente reduzindo o efeito das parcelas localizadas ao redor.

Para interpreta e comparar os resultados, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F e as médias do fator PhosphoBarvar-2 comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e o fator dose de fósforo foi submetido à análise de regressão para seleção do modelo com maior expoente significativo. Utilizou-se o programa estatístico Sisvar 5.3 para as análises estatísticas.



Condução do experimento

O experimento foi implantado no final de outubro de 2017 com a gradagem da área para preparo do solo. No dia 31 de outubro de 2017, para a realização da semeadura foram abertos sulcos espaçados a 0,9 m,

com 0,1 m de profundidade (Figura 3), utilizando-se enxadas. Aplicou-se a adubação de acordo com cada tratamento no fundo do sulco, e em seguida cobriu-se com uma camada de solo de aproximadamente 0,05 m.

Figura 3. Visão dos sulcos abertos para a realização da adubação de fundação e posterior semeadura do gergelim.



Fonte: Acervo pessoal (2017).

A dose utilizada na semeadura referente ao tratamento 100% foi obtida com base na análise de solo e as recomenda-

ções da EMBRAPA (2008), com a dose de 10 kg ha⁻¹ de nitrogênio (100 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio), 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (444 kg



ha⁻¹ de superfosfato simples) e 20 kg ha⁻¹ (33,33 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio). As demais doses utilizadas foram variações proporcionais destas.

Para os tratamentos com inoculação das sementes com PhosphoBarvar-2, antes da semeadura foi realizada a inoculação das sementes, utilizando-se a dose de 100g do produto comer-

cial por hectare, diluído em 10 L de água (Figura 4). O produto também foi aplicado diretamente no solo sobre as sementes na dose de 100 g do produto comercial por hectare, diluído em 200 L de água (Figura 5). A semeadura foi realizada em fluxo contínuo devido ao tamanho das sementes (Figura 6).

Figura 4. Inoculação das sementes do gergelim com o PhosphoBarvar-2.



Fonte: Acervo pessoal (2017).

Figura 5. Aplicação do PhosphoBarvar-2 diretamente no solo.



Fonte: Acervo pessoal (2017)

Figura 6. Semeadura manual do gergelim.



Fonte: Acervo pessoal (2017).

No dia 07 de novembro de 2017 foi identificado as primeiras emergências das plântulas do gergelim (Figura 7). No dia 15 de novembro foi realizado o primeiro desbaste das plantas deixando uma planta a cada 0,20 m (Figura 8). A prática foi repetida no dia 29 do mesmo mês e junto à mesma foi realizada a adubação de cobertura nitrogenada (Figura 9), com a dose 100% sendo de

50 kg ha⁻¹ de nitrogênio (250 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio). Realizou-se também outra aplicação de PhosphoBarvar-2 diretamente na planta, a aplicação do produto foi feita apenas nas parcelas com uso do produto, sendo aplicados a dosagem de 100 g do produto comercial, diluídos em 200 L de água (Figura 10).

Figura 7. Emergência das plântulas do gergelim.



Fonte: Acervo pessoal (2017)

Figura 8. Espaçamento das plantas após o desbaste.



Fonte: Acervo pessoal (2017)

Figura 9. Aplicação da adubação de cobertura.



Fonte: Acervo pessoal (2017)

Figura 10. Aplicação do PhosphoBarvar-2 diretamente na planta.



Fonte: Acervo pessoal (2017)

Durante o experimento foram realizadas capinas manual com enxadas no intuito de controlar as plantas invasoras.

Avaliação das características agronômicas

Altura da planta, diâmetro do colmo e comprimento das vagens

A altura da planta foi medida com o auxílio de uma

fitá métrica tendo por base o nível do solo até o ápice do ramo principal (Figura 11). Para o diâmetro do colmo (Figura 12) o instrumento utilizado foi um paquímetro tendo como base uma altura de aproximadamente 0,10 m do nível do solo. Os dados de altura das plantas e diâmetro das plantas foram obtidos através da medida de cinco plantas retirada de cada parcela amostral e em seguida foi feito uma média dos dados obtidos.

O paquímetro também foi utilizado no comprimento das vagens (Figura 13), esses valores foram obtidos através de uma média feita do número de dez vagens de cada parcela amostral.

Figura 11. Medição da altura das plantas.



Fonte: Acervo pessoal (2018).

Figura 12. Medição do diâmetro do colmo das plantas da parcela útil com paquímetro.

Figura 12. Medição do diâmetro do colmo das plantas da parcela útil com paquímetro.



Fonte: Acervo pessoal (2018).

Figura 13. Medição do comprimento de dez vagens de cada parcela amostral com paquímetro.



Fonte: Acervo pessoal (2018).

Número de vagens, peso total, massa das vagens e massa de 50 sementes

obtido através da retirada e contagem manual de todas as vagens das cinco plantas retiradas de cada parcela amostral, em segui-

O número de vagens foi

da as mesmas foram pesadas em



uma balança semianalítica para se obter o peso total das vagens (Figura 14).

Após a contagem das vagens, fez-se a separação das sementes e em seguida foram pesadas para se obter a massa das vagens e a massa de 50 sementes de cada parcela amostral avalia-

da (Figura 15). Para análise dos dados as sementes foram estimadas no número de 1000 sementes para cada parcela.

Para se obter os dados descritos as vagens de cada parcela foram colocadas antes para serem secadas a luz natural.

Figura 14. Aferição do peso total das vagens.



Fonte: Acervo pessoal (2018).

Figura 15. Aferição da massa de 50 sementes retirada de cada parcela amostral.



Fonte: Acervo pessoal (2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em trabalhos de campo sobre estatística experimental, através dos seus resultados, Pimentel Gomes (2009) elaborou uma classificação para o Coeficiente de Variação sendo de 0-10% CVs baixos, de 10-20% CVs médios e de 20-30% são considerados altos.

Com base nessa classificação as variáveis analisadas na tabela 3 apresentam para a Adu-

bação e para o Phosphobarvar-2 valores baixos para os coeficientes de variação, Santos (2016) também obteve valores baixos para altura das plantas, porém, médios para o diâmetro do colmo. Perim et al. (2010) e Silva et al. (2016) obtiveram valores médios para a altura.



TABELA 3. Síntese da análise de variância para a altura das plantas (Altura), o comprimento da vagem e o diâmetro do colmo, e do teste de médias para o fator PhosphoBarvar-2

Fontes de Variação	G.L.	Valores de F		
		Altura	Diâmetro colmo	Comprimento Vagem
Bloco	2	0,79 ^{NS}	0,92 ^{NS}	1,32 ^{NS}
Adubação (A)	3	1,18 ^{NS}	3,77 *	7,64 *
Resíduo 1	6	-	-	-
PhosphoBarvar (P)	1	9,63 *	7,28 *	9,75 *
Interação A*P	3	0,63 ^{NS}	1,83 ^{NS}	2,34 ^{NS}
Resíduo 2	8	-	-	-
CV 1 (%)	-	7,76	6,28	3,31
CV 2 (%)	-	5,74	7,43	4,37
Média Geral	-	2,50 m	1,59 cm	3,02 cm

Fatores		Teste de Médias de Tukey (p<0,05)		
		Altura M	Diâmetro colmo cm	Comprimento Vagem
PhosphoBarvar (P)	-			
Com	-	2,59 a	1,65 a	3,11 a
Sem	-	2,41 b	1,52 b	2,94 b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**: significativo (P<0,01); *: significativo (P<0,05); NS: não significativo; CV%: coeficiente de variação.

Na tabela 3, de acordo com a análise de variância dos dados encontrados nesse trabalho, a interação entre as doses de adubação e o inoculante PhosphoBavar-2 não apresentou significância para as variáveis altura das plantas, diâmetro do colmo e

comprimento da vagem. Na análise individual, a adubação foi significativa a 5% de probabilidade para o diâmetro do colmo e comprimento da vagem, e não significativo para a altura das plantas.

Diferente dos dados



para a altura da planta onde nesse experimento não se obteve resposta significativa, Carneiro et al. (2016) obteve resposta linear significativa a 5% para a variável altura da planta com a aplicação de adubação fosfatada, as plantas apresentaram um aumento de 17 cm em relação as plantas testemunha.

Trabalho realizado por Bezerra et al. (2010) também não apresentou diferença significativa para altura das plantas do gergelim em função de diferentes doses de adubação. Por outro lado, Santos (2016) encontrou efeito significativo ($p < 0,05\%$) avaliando o genótipo do gergelim “BRS Seda” sobre diferentes níveis de adubação organomineral para a variável altura da planta.

Resultados positivos para a altura da planta também foram encontrados por Perim et al. (2010) com a utilização de

adubação em solos de baixa fertilidade, no mesmo trabalho avaliando resposta da adubação em solo de alta fertilidade as respostas para altura da planta só foram evidenciadas nos primeiros 43 dias de crescimento.

Mesmo não obtendo efeitos significativos para a adubação na variável altura, e levando-se em conta o valor médio (2,5 m), o experimento obteve uma melhor resposta em relação aos trabalhos realizados por Alves (2014), Maia Filho et al. (2010), Lima (2006), Pereira et al. (2002) que obtiveram aturas de 1,3 m, 1,56 m, 0,96 m e 1,26 m, respectivamente, ao estudarem diversos fatores de crescimento e desenvolvimento utilizando adubação orgânica de origem bovina.

Para as variáveis diâmetro do colmo e comprimento da vagem (Tabela 3, Gráfico 1), verifica-se que ocorreu diferen-



ça significativa, com modelo de regressão polinomial de segunda ordem significativo ($p < 0,05$), com maiores valores observados nas doses de 55% e 32% da dose recomendada de fósforo, estabelecendo resultados de 1,66 cm e 3,09 cm para diâmetro do colmo e comprimento da vagem, respectivamente.

O gergelim necessita desenvolver bem o seu caule para evitar o tombamento e dar uma melhor sustentação à produção de ramos, folhas e frutos. Sendo um critério importante a ser observado na avaliação Suassuna (2013) ressalta que a maior espessura do diâmetro do colmo pode ser útil para evitar acamamento das plantas na fase adulta devido a época de produção e aos efeitos dos ventos.

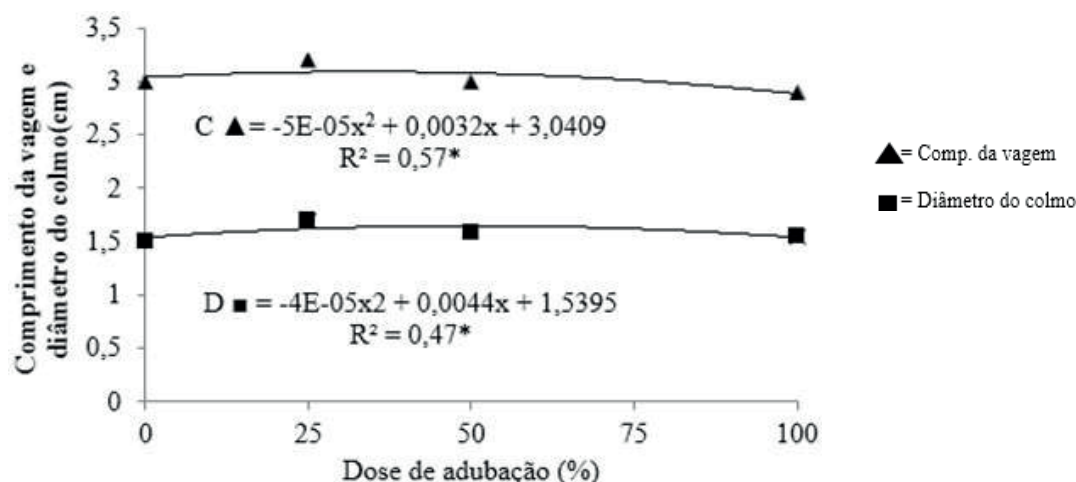
Araújo et al. (2014) em experimento utilizando soluções nutritivas e diferentes doses de

fósforo obteve apenas ajuste para regressão linear ($p < 0,01$) e não foram encontrados os valores máximos de adubação para a variável diâmetro do colmo.

Valores médios iguais ao do experimento em relação ao diâmetro do colmo foram encontrados por Santos (2016) quando alcançou média de 1,59 cm na dose de 120% de adubação organomineral.



Gráfico 1. Análise de regressão para o diâmetro do colmo - D e de comprimento da vagem - C para a variação das doses de fósforo.



Por meio de identificação visual, Araújo et al. (2014) verificaram que as plantas de gergelim da variedade BRS Seda cultivadas na ausência de fósforo apresentaram características como: tamanho inferior das demais, caule descolorido, clorose generalizada com bordas necróticas nas folhas mais velhas e folhas jovens apresentando coloração verde opaca e levemente murchas, além de raízes com sinais de necrose.

Segundo Malavolta

(1989) devido a esse nutriente ser essencial e altamente móvel na planta, tais características podem ser sintomas de deficiência de fósforo, uma vez que a carência deste elemento induz a utilização de P não metabolizado das folhas mais velhas, sendo redistribuído para os órgãos mais novos, que cessa seu crescimento quando tal reserva acaba.

Em condições de campo, as plantas com deficiência de fósforo podem exibir sintomas parecidos com folhas adultas

apresentando coloração verde escura e folhas jovens com coloração verde-cinza e bordas necrosadas (BELTRÃO et al 2001b).

Para o PhosphoBavar-2 houve diferença significativa ($p < 0,05$) nas três variáveis analisadas (tabela 3), com melhores resultados para as plantas que foram inoculadas com bactérias do gênero *Pseudomonas*. Diferentemente, Zucareli et al. (2011) analisando a produtividade do milho com base na inoculação de *P. fluorescens* não obteve respostas significativas para as variáveis alturas das plantas e comprimento das espigas. Trabalhos realizados posteriormente por Chaves et al. (2013) e Oliveira et al. (2015) com a cultura do milho e com inoculação de *P. fluorescens* não obtiveram resultados para as variáveis altura das plantas e diâmetro do colmo.

Observa-se na Tabela 4 que os coeficientes de variação obtiveram valores médios para as variáveis nº de vagem por planta e nº de grãos por vagem e valores baixos para a variável massa de 1000 grãos com base na classificação de Pimentel Gomes (2009).

Na tabela 4, verifica-se que a análise de variância não apresentou diferença significativa para a interação entre adubação e Phosphobarvar-2 para as variáveis nº de vagem por planta, número de grãos por vagem e massa de 1000 grãos.

Analisando separadamente, nota-se que apenas o nº de vagens por planta foi significativo, apresentando diferença significativa a 1% de probabilidade para a adubação e 5% para o Phosphobarvar.



TABELA 4. Síntese da análise de variância para o número de vagens por planta (Nº Vagens/planta), o número de grãos por vagem (Número grãos/vagem) e damassa de 1000 grãos, e do teste de médias para o fator PhosphoBarvar-2.

Fontes de Variação	G.L.	Valores de F		
		Nº Vagens/planta	Número grãos/vagem	Massa 1000 grãos
Bloco	2	1,43 ^{NS}	2,86 ^{NS}	0,31 ^{NS}
Adubação (A)	3	11,59 ^{**}	3,67 ^{NS}	3,38 ^{NS}
Resíduo 1	6	-	-	-
PhosphoBarvar (P)	1	3,98 [*]	0,01 ^{NS}	0,16 ^{NS}
Interação A*P	3	0,91 ^{NS}	2,05 ^{NS}	1,93 ^{NS}
Resíduo 2	8	-	-	-
CV 1 (%)	-	12,03	11,99	5,47
CV 2 (%)	-	14,58	15,36	3,93
Média Geral	-	168 vagens	62,6 grãos	3,67 g

Teste de Médias de Tukey (p<0,05)				
Fatores	-	Nº Vagens/planta	Número grãos/vagem	Massa 1000 grãos
		----- unidade planta ⁻¹ -----		G
PhosphoBarvar-2 (P)	-			
Com	-	178 a	62,5 a	3,68 a
Sem	-	157 b	62,6 a	3,66 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

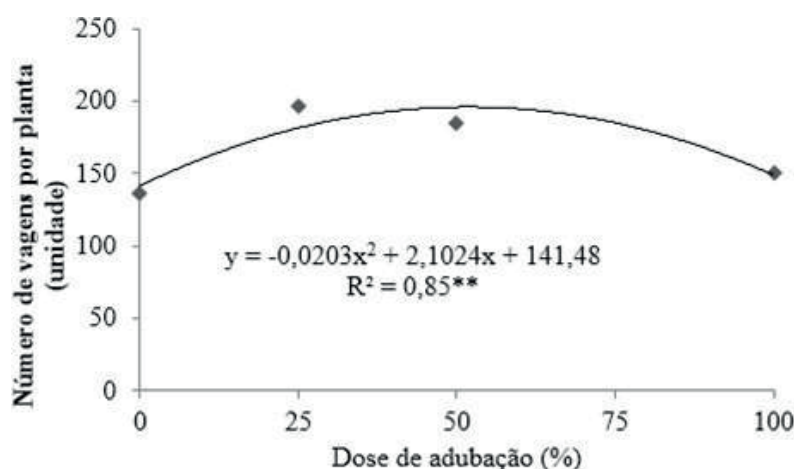
** : significativo (P<0,01); * : significativo (P<0,05); NS : não significativo; CV% : coeficiente de variação.

Para o número de vagem por planta, a análise de regressão para as doses de fósforo apresentou diferenças estatísticas a 1% de significância (Gráfico 2) apresentando resposta quadrática e com ponto de máximo estimado em 195,9 vagem por planta com uma dose de 51,78% da re-

comendada para o fósforo. Vasconcelos et al. (2010) afirma que a quantidade de vagem está diretamente relacionada com a produtividade da cultura, sendo que quanto maior a quantidade de vagens, maior será a quantidade de sementes, e conseqüentemente a produtividade.



Gráfico 2 - Análise de regressão para o número de vagens por planta



Segundo Carneiro et al. (2016), ainda é limitado o número de estudos sobre o número de grãos por vagem na cultura do gergelim, pois a mesma varia de acordo com as cultivares. Porém, em estudos realizados com diferentes doses de fósforo no sul do estado do Tocantins, obteve resposta linear para a quantidade de vagem por planta e um aumento de 47% no número de vagens em relação a testemunha na cultura do gergelim. Outro fator que teve significância foi a quantidade de sementes por vagem apresentan-

do resposta quadrática significativa a 5%. Para o peso de 1000 sementes os resultados do trabalho apresentaram resposta linear significativa a 5 % com um aumento de 14% comparado com a testemunha e peso de 3,20 g na máxima dose aplicada.

Observa-se na tabela 5 que os coeficientes de variação para a produtividade das vagens e produção de grãos apresentaram valores médios com base na classificação de Pimentel Gomes (2009) e os valores para variável rendimento apresentam valores



baixos com base na mesma classificação.

Assim como nas tabelas anteriores, a interação entre os fatores adubação e Phospho-Bavar-2 não apresentou diferença significativa para os dados de produtividade de vagens, produção de grãos e rendimento como mostra na Tabela 5.

Meneghette et al. (2017) no experimento sobre doses de fósforo e potássio em plantas de amendoim na presença e ausência de adubação foliar obtiveram resultados semelhantes em relação ao rendimento pois os tratamentos não proporcionaram diferenças significativas.

Avaliando o Phospho-Barvar-2, observa-se que apenas o rendimento de grãos não foi significativo e apresentou valores iguais a média geral foi de 57%. A produtividade de vagens e de grãos foram significativas a 5%,

tendo um aumento de 278 e 143 kg ha⁻¹, respectivamente. Costa (2015) avaliando a produtividade de quatro genótipos de gergelim obteve valores superiores para a produtividade de grãos, com a aplicação do bioestimulante Stimulate®.

Para a adubação, as variáveis produtividade de vagens e produtividade de grãos apresentaram diferença significativa a 1% e o rendimento não apresentou significância.



TABELA 5. Síntese da análise de variância para a produtividade de vagens (Prod. Vagens), a produtividade de grãos (Prod. Grãos) e para o rendimento de grãos (Rendimento), e do teste de médias para o fator PhosphoBarvar-2.

Fontes de Variação	G.L.	Valores de F		
		Prod. Vagens	Prod. Grãos	Rendimento
Bloco	2	3,88 ^{NS}	3,36 ^{NS}	0,92 ^{NS}
Adubação (A)	3	10,11 **	10,75 **	1,61 ^{NS}
Resíduo 1	6	-	-	-
PhosphoBarvar-P	1	6,34 *	4,97 *	0,74 ^{NS}
Interação A*P	3	1,02 ^{NS}	0,97 ^{NS}	2,69 ^{NS}
Resíduo 2	8	-	-	-
CV 1 (%)	-	12,34	13,68	5,14
CV 2 (%)	-	15,88	16,16	3,68
Média Geral	-	3.398 kg ha ⁻¹	1.958 kg ha ⁻¹	57,50%

Teste de Médias de Tukey (p<0,05)				
Fatores	-	Prod. Vagens	Prod. Grãos	Rendimento
		----- kg ha ⁻¹ -----		%
PhosphoBarvar (P)	-			
Com	-	3.676 a	2.101 a	57,1 a
Sem	-	3.121 b	1.813 b	57,8 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**: significativo (P<0,01); *: significativo (P<0,05); NS: não significativo; CV%: coeficiente de variação.

Com relação a adubação, obteve-se uma regressão polinomial de segunda ordem significativo (p<0,01) para as variáveis produtividade de vagens e produtividade de grãos (Gráfico 3), tendo pontos de máximo com valores de 3.830 kg ha⁻¹ para a dose de 45,05% de fósforo para a produtividade de vagens e valor máximo de 2.210 kg ha⁻¹ para a

dose de 43,34% de fósforo para a produtividade de grãos.

Melo et al. (2013) obtiveram efeitos significativos (p<0,05) para a produtividade de grãos de feijão caupi em relação às doses de fósforo respondendo de maneira quadrática com a produção de 1.257 kg ha⁻¹ na dose de 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

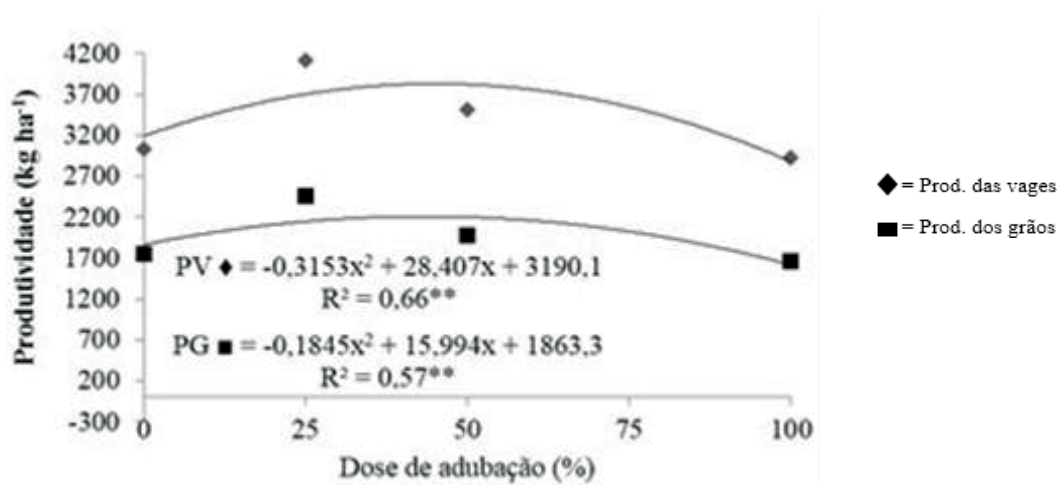
Diferentemente destes



resultados, Zucareli et al. (2006) em trabalho realizado não encontrou resposta significativa para a produção de grãos de feijão da

cultivar IAC Carioca em função da adubação fosfatada.

Gráfico 3 - Análise de regressão para PV- produtividade das vagens e PG- produtividade de grãos



Segundo Araújo (2005) o fósforo deve estar na forma disponível e absorvível pelas plantas, o que irá proporcionar maior desenvolvimento e produção à cultura.

CONCLUSÕES

A inoculação com as bactérias *Pseudomonas Putida* e *Pantoea Agglomerans* do produto

(PhosphoBARVAR-2) apresentou um aumento de 278 kg ha⁻¹ para a produtividade de vagens e de 143 kg ha⁻¹ para a produtividade de grãos.

As doses de fósforo apresentaram valor máximo de 3.830 kg ha⁻¹ de vagens na dose de 45,05% da recomendada e 2.210 kg ha⁻¹ de grãos na dose de 43,34%.

Contudo é necessários



novos experimentos de pesquisa uma vez que estudos com a cultura ainda são escassos e com o intuito de comprovar o benefício tanto da utilização de bactérias como na utilização do fósforo.

REFERÊNCIAS

- AERTS, R. Nutrient resorption from senescing leaves of perennials: ARE THERE GENERAL PATTERNS? *Journal Ecology*, v. 84, p. 597-608, 1996.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift, Berlin*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ALVES, L. de S. Crescimento e produtividade do gergelim sob fontes e doses de matéria orgânica. 2014. 49p. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) - Universidade Federal de Campina Grande. Pombal, PB, 2014.
- ARAÚJO, A. P.; MACHADO, C. T. T. Fósforo. In: *Nutrição Mineral de Plantas*. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa. MG. 1 Ed, p. 253-273, 2006.
- ARAÚJO, E. N. Rendimento do pimentão (*Capsicum annuum* L.) adubado com esterco bovino e biofertilizante. 2005. 98 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 2005.
- ARAÚJO, F. dos S.; BORGES, S. R. dos S.; SILVA, G. Z.; ARAÚJO, L. H. B.; TORRES, E. J. de M. Doses de fósforo no crescimento inicial do gergelim cultivado em solução nutritiva. *Tec-*



nologia e Ciências Agropecuária, João Pessoa, v. 8, n.2, p.41-47, Jun, 2014.

BELTRÃO, N. E. de M.; NÓBREGA, L. B. da SOUZA, R. P. de; SOUZA, J. E. G. de, Efeitos da adubação, configuração de plantio e cultivares na cultura do gergelim no nordeste do Brasil, Campina Grande: Embrapa Algodão PA. (Embrapa Algodão, Boletim de Pesquisa, 21), 23p. 1989.

BELTRÃO, N. E. de M.; VIEIRA, D. J. O agronegócio do gergelim no Brasil. Brasília: EMBRAPA/CNPA, 2001. p. 18-27.

BELTRÃO, N. E. M.; SILVA, L. C.; QUEIROGA, V. P.; VIERA, D. J. Preparo do solo, adubação e calagem. In: BELTRÃO, N. E. de M.; VIEIRA, D. J. (Org.) O agronegócio do gergelim no Brasil.

Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001b. 348p.

BERBARA, R.L.L.; SOUZA, F.A.; FONSECA, H.M.A.C. Fungos micorrízicos arbusculares: muito além da nutrição. In: FERNANDES, M.S. Nutrição mineral de plantas. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 53-88.

BEZERRA, S. A.; NETO, J. D.; de AZEVEDO, C. A. V.; SILVA, M. B. R.; SILVA, M. M. Produção do gergelim cultivado sob condições de estresse hídrico e diferentes doses de adubação. Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal, v. 7, n. 3, p. 156-165, jul. /set. 2010.

BIELESKI, R. L. Phosphate pools, phosphate transport, and phosphate availability. Annual Review of Plant Physiology, v.



24, p. 225-252, 1973.

CARNEIRO, J. S. da S.; SILVA, P. S. S.; FREITAS, G. A.; SANTOS, A. C.; SILVA, R. R. Resposta do gergelim à adubação com esterco bovino e doses de fósforo no sul de Tocantins. Revista Scientia Agraria, vol. 17 nº. 2 Curitiba abril/maio. 2016 p. 41-48.

CHAVES, D. P.; ZUCARELI, C.; JUNIOR, ALISON de OLIVEIRA. Fontes de fósforo associadas à inoculação com *Pseudomonas fluorescens* no desenvolvimento e produtividade do milho. Ciências Agrárias, Londrina, v. 34, n. 1, p. 57-72, jan./fev. 2013.

COSTA, F. S.; GOMES, A.H.S.; FERREIRA, D.J.L.; CHAVES, L.H.G.; MAGALHÃES, I.D.; PINTO SOBRINHO, P.F. Crescimento e produção do gerge-

lim irrigado em função da adubação potássica e nitrogenada.

Workshop internacional de inovações tecnológicas na irrigação. Fortaleza, 2012.

Fertilizantes Orgânicos biológicos: NPK BIOLÓGICO - BARVAR-N, BARVAR-P, BARVAR-K, Green Biotech Brasil. Disponível em: < <http://www.greenbiotech.com.br/>> acesso 2018

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; SANTOS, F. G.; SOUZA, L. M. F.; CAVALLINI, M. C. Interação entre inoculação das sementes com *Pseudomonas fluorescens* e adubação fosfatada na produção do milho em sucessão a espécies forrageiras no Cerrado. Tecnologia & Ciência Agropecuária, João Pessoa, v.7, n.3, p.37-43, set. 2013.



COSTA, D. S. Produtividade de genótipos de gergelim sob a influência de fitoestimulante. 2015. p 71 Dissertação (Mestrado em produção agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco) Garanhuns, PE 2015.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. BRS SEDA: Gergelim BRS Seda. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 2007. 6p. (Folder). Disponível em:<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPA/20121/1/Folder_irs_seda.pdf>. Acesso em: 28 Set 2018

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Coleção Plantar: A cultura do Gergelim. 1. Ed. 2007b. p 21-23. Disponível em:< <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/11911/2/00080980.pdf>>. Acesso em: 28 Set 2018.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Tecnologias Utilizadas no Cultivo do Gergelim Mecanizado. 1. Ed. 2008. p 42-43. Disponível em:<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/278027/1/DOC203.pdf>>. Acesso em 28 Set 2018.

EMBRAPA –EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema de produção: Cultivo do Gergelim. 2. Ed. 2014. Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaoalf6_lgalceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=3714&p_r_p_-996514994_topicoId=3181>.



Acesso em: 28 Set 2018.

ELLIOTT, G. C.; LÄUCHLI, A. Phosphorus efficiency and phosphate-iron interactions in maize. *Agronomy Journal*, v. 77, p. 399-403, 1985.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Statistical data. Disponível em: <http://faostat.fao.org/faostat>. Acesso em 20 Set 2018.

FERNANDES, M.S. Nutrição mineral de plantas. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 254.

FEIL, B.; THIRAPHORN, R.; STAMP, P. Can maize cultivars with low mineral nutrient concentrations in the grains help to reduce the need for fertilizers in third world countries. *Plant Soil*, v. 146, p. 227-231, 1992.

FRANDOLOSO, J. F. Eficiência de adubos fosfatados associados a enxofre elementar na cultura do milho. 2006. 63p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon.

FUNCEME. Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos da Mesoregião do Sul Cearense / Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Fortaleza, 2012.

HAAG, H. P.; MALAVOLTA, E.; GARGANTINI, H.; BLANCO, H. G. Absorção de nutrientes pela cultura do feijoeiro. *Bragantia*, v. 26, p. 381-391, 1967.

KANNAN, S. Role of the foliar fertilization on plant nutrition. In: BALIGAR, V. C.; DUNCAN,



- R. R., eds. Crops as enhancers of nutrient use. San Diego, Academic Press, p. 313-348, 1990.
- KOURI, J.; ARRIEL, N.H.C. Aspectos Econômicos. In: ARRIEL, N.H.C.; BELTRÃO, N.E.de M.; FIRMINO, P. de T. Gergelim: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p.193-209.
- LANGHAM, D.R.; WIEMERS, T. Progress in mechanizing sesame in US through breeding In: JANICK, J.; WHIPCKEY, A. (Eds.) Trends in new crops and new uses. Alexandria VA: ASHS Press, 2002. p.157-173.
- LAYANEZ-GARSABALL, J. A.; MÉNDEZ-NATERA, J.R. M. Efectos de extractos acuosos del follaje del corocillo (*Cyperus rotundus* L.) sobre la germinación de semillas y el crecimiento de plántulas de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) cv. Arapatol S-15. *Idesia*, v. 24, n. 2, p. 61-75, 2006.
- LIMA, V. I. Crescimento e Produção de gergelim cv. G3 em função de zinco e boro. 2006. 72p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba. Areia, PB, 2006.
- LOUGHMAN, B. C. Metabolic aspects of the transport of ions by cells and tissues of roots. *Plant Soil*, v. 63, p. 47-55, 1981.
- MAIA FILHO, F. C. F.; MESQUITA, E. F.; MELO, D. S.; SOUSA, P. M.; PEREIRA, R. F.; MELO, W. B.; VIEIRA, I. G. S.; ANDRADE, R. Desenvolvimento fisiológico do gergelim BRS Seda sob cultivo orgânico. In: Simpósio Internacional De



Oleaginosas E Fibras, 1., 2010, Campina Grande. Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010. p. 616-621.

MALAVOLTA, E. 1926-Elementos de Nutrição de Plantas. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres LTDA, 1980. p. 131

MALAVOLTA, E. Abc da adubação. São Paulo: Agronômica Ceres, 1989. 304p.

MARCILIO, H. C.; RAMOS, M. J. M.; ANDRADE, A. L.; SILVA, E. C.S.; SANTOS, C. C. Efeito de biofertilizante no crescimento e na produção da bananeira 'farta velhaco', no Sudoeste de Mato Grosso. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável. v.4, n.2., p.131- 135, 2014.

MARSCHNER, H.; DELL, B. Nutrient uptake in mycorrhizal

symbiosis. Plant and Soil, v. 159, p.89-102, 1994.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. London, Academic Press, p. 889, 1995.

MAZZANI, B. Cultivo y mejoramiento de plantas oleaginosas. Caracas: [s.n.], 1983. p. 169-226.

MELO, F. de B.; CARDOSO, M. J.; BASTOS, E. A.; RIBEIRO, V. Q. Resposta do Feijão-Caupi à adubação fosfatada e potássica em latossolo amarelo distrocoeso no cerrado do leste, III Congresso Nacional de Feijão-Caupi (2013), Recife – PE. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/961129/resposta-do-feijao-caupi-a-adubacao-fosfatada-e-potassica-em-latossolo-amarelo-distrocoeso-no-cerrado-do-leste-maranhense>>.



Acesso em: 28 Set 2018.

cidade Brasileira de Ciência do solo, 1. Ed, p. 471-537, 2007.

MENEGHETTE, H.H.A.; LAZARINI, E.; BOSSOLANI, J.W.; PARRA, L. F.; HAYASHI, F. K. Doses de fósforo e potássio em plantas de amendoim na presença e ausência de adubação foliar, Brazilian Journal of Biosystems Engineering, v. 11, n.2, p. 125-134, 2017.

OLIVEIRA, A.L.M.; URQUIGA, S.; BALDANI, J.I. Processos e mecanismos envolvidos na influência de microrganismos sobre o crescimento vegetal. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2003. 40p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 161). 2003.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. Microbiologia e bioquímica do solo. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2002, 626p.

OLIVEIRA, M. A.; ZUCARELI, C. FERREIRA, A. S.; DOMINGUES, A. R.; SPOLAOR, L. T.; NEVES, C. S. V. J. Adubação fosfatada associada à inoculação com *Pseudomonas fluorescens* no desempenho agrônomo do milho. Revista de Ciências Agrárias, v.38, n.1, p. 18-25, 2015.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. Microbiologia e bioquímica do solo. 2. Ed. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2006, 720p.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F. N. Fósforo. In: Fertilidade do solo. Viçosa, MG: So-

PARNISKE, M. Arbuscular mycorrhiza: the mother of plant root endosymbioses. Nature Reviews Microbiology, v. 6, p. 763-775,



2008

- PEREIRA, J. R.; BELTRÃO, N. E. de M.; ARRIEL, H. C.; SILVA, E. S. B da. Adubação orgânica do gergelim no seridó paraibano. Revista brasileira de oleaginosas fibrosas. Campina Grande.v. 6, n.2, p. 515-523, 2002.
- PERIN, A.; CRUVIEL, D. J.; SILVA, J. W. Desempenho do gergelim em função da adubação NPK e do nível de fertilidade do solo. Acta Scientiarum. Agronomy. Maringá. v. 32, n. 1, p. 93-98, 2010
- PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental. 15. ed. Piracicaba: Fealq, 2009. 451p.
- RAGHOTHAMA, K. G. Phosphate transport and signaling. Current Opinion in Plant Biology, v. 3, p. 182-187, 2000.
- RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; CAMARGO, A.P. & SOARES, E. Perdas de cálcio e magnésio durante cinco anos em ensaio de calagem. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 6, p. 33-37, 1982.
- RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. Biologia vegetal. 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 1996. 728p.
- RATZ, R. J., Uso de bactérias do gênero bacillus como promotoras de crescimento para a cultura do milho e da soja, Toledo, 2014.
- RICHARDSON, A.E. Prospects for using soil microorganisms to improve the acquisition of phosphorus by plants. Aust. J. Plant Physiol, v.28, p.897-906, 2001.
- RODRÍGUEZ, H. e FRAGA, R.



(1999) - Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. *Biotechnology Advances*, v. 17, n. 4-5, p. 319-339.

SANTOS, SAINT-CLEAR. S. Crescimento, fisiologia e produção de genótipos de gergelim sob níveis de adubação organomineral. 2016. 78p. Dissertação (Programa de Pós- Graduação em Ciências Agrárias) - Universidade Estadual da Paraíba / Embrapa Algodão. CAMPINA GRANDE, PB, 2016.

SCHACHTMAN, D. P.; REID, R. J.; AYLING, S. M. Phosphorus uptake by plants: From soil to cell. *Plant Physiology*, v. 116, p. 447-453, 1998.

SENTENAC, H.; GRIGNON, C. Effect of pH on orthophosphate uptake by corn roots. *Plant Phy-*

siology, v. 77, p. 136-141, 1985.

SHUMAN, L. M. Mineral nutrition. In: WILKINSON, R. E., ed. *Plant-environment interactions*. New York, Marcel Dekker, p. 149-182, 1994.

SILVA, A. J. Efeito residual das adubações orgânica e mineral na cultura do gergelim(*Sesamum indicum* L.) em segundo ano de cultivo. 2006. 61p. Dissertação – Universidade Federal da Paraíba. Areia – PB.

SILVA, E. L. G.; GONÇALVES, S. B.; FILHO, A. F. M.; ARIEL, N. H. C.; de QUEIROZ, M. F. Crescimento e produção do gergelim em diferentes níveis de solução orgaomineral. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, V.11, nº 3, p. 33-38, 2016.



SOUZA, L. R.; PERES, F. S. B.

Uso de biofertilizantes à base de aminoácidos na produção de mudas de *Eucalyptus dunnii*. Pesquisa Florestal Brasileira. v. 6, n.87, p.211-218, 2016.

STEVENSON, F. J.; COLE, M.

A. Cycles of soil carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur, micronutrients. 2. Ed. New York, Wiley & Sons, p. 427, 1999.

STEVENSON, F. J. Cycles of soil: carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur, micronutrients. New York: John Wiley, p. 380, 1986.

SUASSUNA, J.F. Tolerância de genótipos de gergelim ao estresse salino. Campina Grande, 2013. 181p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande.

THORNE, G. N. Factors affecting uptake of radioactive phosphorus by leaves and its translocations to other parts of the plant. Ann. Bot., v. 22, p. 381-398, 1958.

VANCE, C. P.; UHDE-STONE,

C.; ALLEN, D. L. Phosphorus acquisition and use: Critical adaptations by plants for securing a nonrenewable resource. New Phytologist, v. 157, p. 423-447, 2003.

VERGÜTZ, L.; NOVAIS, R. F.

Recomendação de corretivos e adubação. In: Milho do plantio à colheita, 22. Ed. Viçosa, MG: Editora UFV, p. 108-134, 2015.

VASCONCELOS, R.A.; GON-

DIM, T.M.S.; ARRIEL, N.H.C. Características Vegetativas e Reprodutivas de Genótipos de Gergelim no Cariri Cearense. In:



IV Congresso Brasileiro de Ma-
mona & I Simpósio Internacional
de Oleaginosas Energéticas, João
Pessoa-PB, 2010. Anais. Cam-
pina grande: Embrapa Algodão,
2010, p. 1599-1605.

GAW, J.; CAVARIANI, C. Adu-
bação fosfatada, componentes de
produção, produtividade e quali-
dade fisiológica em sementes de
feijão, Revista Brasileira de Se-
mentes, v.28, n.1, p.09-15, 2006.

ZAIDI, A. e MOHAMMAD, S.
(2006) - Co-inoculation effects
of phosphate solubilizing micro-
organisms and glomus fascicula-
tum on green gram-bradyrhizo-
bium symbiosis. Turkish Journal
of Agriculture and Forestry, vol.
30, n. 3, p. 223-230.

ZUCARELI, C.; Cil, I.R.; PRE-
TE, C.E.C. e PRANDO, A.M.
(2011) - Eficiência agronômica
da inoculação à base de Pseudo-
monas fluorescens na cultura do
milho. Revista Agrarian, vol.4, n.
13, p. 152-157.

ZUCARELI, C.; ULISSES, E.
R. J.; PACHECO, A. B.; NAKA-



DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DA SOJA EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO POTÁSSICA E INOCULAÇÃO COM BACTÉRIAS CONDICIONA- DORAS

SOYBEAN DEVELOPMENT AND PRODUCTIVITY AS A FUNCTION OF POTASSIUM FERTILIZATION AND INOCULATION WITH CONDITIONING BAC- TERIA

Nerton da Penha Filho¹

Green Biotech Brasil²

Kevin Theo Gentil³

Resumo: A soja (*Glycine max* L.) é uma cultura de grande importância para o Brasil em função do seu potencial produtivo e valor nutritivo. A manutenção da alta produtividade está relacionada à prática da adubação equilibrada, que promove o maior potencial da cultura. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efei-

to da inoculação de bactérias do gênero *Pseudomonas*, doses de potássio, e a interação entre elas sobre as variáveis de produção da soja. O experimento foi conduzido na área experimental do Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade (CCAB), da Universidade Federal do Cariri (UFCA), em Crato – CE. O expe-

563

1 Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal do Cariri

2 Empresa de biotecnologia

3 Cientista CEO da Green Biotech Brasil, Inventor e Coletor da Tecnologia Barvar no Brasil



ramento foi realizado em delineamento em blocos casualizados, em parcela subdividida 4x2, com quatro repetições, totalizando assim 32 parcelas experimentais. O primeiro fator foram quatro doses de potássio (0, 25, 50 e 100% da dose recomendada) e o segundo fator referente ao uso de inoculantes do gênero *Pseudomonas*, PotaBarvar-2, (COM e SEM). Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias do fator *Pseudomonas* comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e o fator dose de potássio foi submetido à análise de regressão. As variáveis analisadas foram altura da planta, altura de inserção da primeira vagem, número de ramos, número de vagens, número de grãos por vagem, massa das vagens, massa de 100 grãos, massa de grãos e produtividade. Para o fator adubação apenas as variá-

veis número de vagens e número de grãos por vagem apresentaram resultados significativos a 1 e 5%, respectivamente. O uso da dose máxima da adubação apresentou acréscimos de 127% para o número de vagens, em relação à testemunha (0% de adubação), enquanto que para o número de grãos por vagem a resposta foi linear decrescente. Para o fator PotaBarvar-2, apenas as variáveis número de vagens e massa de vagens apresentaram resultados significativos, com ganhos de 51,5 e 15,5%, respectivamente, com o uso da inoculação. Para a interação entre as doses de potássio e a inoculação com PotaBarvar-2, nenhuma das variáveis obtiveram resultados significativos. Logo, pode-se concluir que as doses de potássio proporcionaram aumento para o número de vagens e redução para o número de grãos por vagem e que o uso



da inoculação apresentou melhoras produtivas para algumas variáveis, mostrando o efeito positivo do PotaBarvar-2 sobre a cultura.

Palavras-chave: Adubação biológica. Nutrição. PotaBarvar-2. BARVAR K.

Abstract: Soybean (*Glycine max* L.) is a crop of great importance for Brazil due to its productive potential and nutritional value. Maintaining high productivity is related to the practice of balanced fertilization, which promotes the greatest potential of the crop. The objective of this work was to evaluate the effect of inoculation of bacteria of the genus *Pseudomonas*, doses of potassium, and the interaction between them on the variables of soybean production. The experiment was conducted in the experimental area of

the Center for Agricultural Sciences and Biodiversity (CCAB), at the Federal University of Cariri (UFCA), in Crato – CE. The experiment was carried out in a randomized block design, in a 4x2 split plot, with four replications, totaling 32 experimental plots. The first factor was four doses of potassium (0, 25, 50 and 100% of the recommended dose) and the second factor was related to the use of inoculants of the genus *Pseudomonas*, PotaBarvar-2, (WITH and SEM). The data were submitted to analysis of variance by the F test and the means of the *Pseudomonas* factor were compared by the Tukey test at 5% probability and the potassium dose factor was submitted to regression analysis. The variables analyzed were plant height, height of insertion of the first pod, number of branches, number of pods, number of grains per pod,



pod mass, 100 grain mass, grain mass and yield. For the fertilization factor, only the variables number of pods and number of grains per pod presented significant results at 1 and 5%, respectively. The use of the maximum dose of fertilization presented increases of 127% for the number of pods, in relation to the control (0% of fertilization), while for the number of grains per pod the response was linear and decreasing. For the PotaBarvar-2 factor, only the variables number of pods and pod mass showed significant results, with gains of 51.5 and 15.5%, respectively, with the use of inoculation. For the interaction between potassium doses and PotaBarvar-2 inoculation, none of the variables obtained significant results. Therefore, it can be concluded that the doses of potassium provided an increase in the number of pods

and a reduction in the number of grains per pod and that the use of inoculation showed yield improvements for some variables, showing the positive effect of PotaBarvar-2 on the culture.

Keywords: Biological fertilization. Nutrition. PotaBarvar-2. BARVAR K.

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L.) é uma cultura de grande importância para o Brasil em função do seu potencial produtivo, aplicabilidade de seus produtos e valor nutritivo, além de proporcionar empregos e renda para o país (FELINI e BONO, 2011; MONTEIRO et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2017). Segundo projeção feita pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), no ano de 2017, a área plantada da



soja na safra 2017/2018 seria de 34.964.500,00 ha, aumento de 3,1% em relação a safra anterior.

O Brasil é o maior exportador e segundo maior produtor de soja, entretanto tem-se evidenciado o fato da produtividade obter um baixo crescimento ao longo dos anos, com o aumento da produção em resposta ao aumento da área (CONAB, 2017). Tendo em vista o potencial do país para o aumento da área a ser explorada, se faz necessário a aplicação de práticas que promovam o uso eficiente de fertilizantes, reduzindo os gastos com a produção (RODRIGUES et al., 2015).

Assim como outras práticas de manejo, a manutenção da alta produtividade está relacionada à prática da adubação equilibrada, que promove o maior potencial da cultura durante o ciclo (SILVA e LAZARINI, 2014). A

adubação ineficiente pode causar perdas na qualidade e no rendimento dos grãos, além de promover baixa resistência ao ataque de pragas e doenças, causada, principalmente, pela aplicação ineficiente da adubação potássica (MORAES et al., 2016; MANTOVANI et al., 2017).

Dentre os nutrientes utilizados na adubação da soja, o nitrogênio (N) é requerido em maior quantidade, entretanto é suprido pela fixação biológica. O potássio (K), segundo mais requerido, deve ser disponibilizado na forma de fertilizantes. Assim como o potássio, o fósforo (P) também é disponibilizado por meio da adubação. Esses três nutrientes são os mais redistribuídos no floema, principalmente para os ramos mais novos, melhorando o desenvolvimento da planta (SILVA e LAZARINI, 2014; DOMINGOS et al., 2015).



Entretanto, os fertilizantes são o principal fator da variação dos custos de produção agrícola, principalmente quando se fala em K, onde o Brasil depende quase que exclusivamente da importação, cerca de 95%, consequentemente, elevando o custo (MANTOVANI et al., 2017). Assim, é necessário o uso de produtos que forneçam macro e micronutrientes e que apresentem baixo custo (ALOVISI et al., 2017).

Com base nessas informações, novas tecnologias estão sendo utilizadas para melhorar a produtividade. Entre elas estão o uso de biofertilizantes, inoculantes e bioestimulantes, todavia precisa-se de estudos para se conhecer a viabilidade econômica e aplicação comercial (PRIETO et al., 2017; CONAB, 2017).

O emprego de biofertilizantes apresenta vantagens

em relação aos fertilizantes químicos. Eles proporcionam maior produtividade às culturas, promovendo melhor equilíbrio nutricional e preservando as interações biológicas e, consequentemente, aumentando a concentração de organismos benéficos no solo (MARCILIO et al., 2014; SOUZA e PERES, 2016).

Com base nessas informações, esse estudo teve como objetivo avaliar o efeito da inoculação de bactérias do gênero *Pseudomonas* e doses de potássio sobre o desenvolvimento e produtividade da soja.

REVISÃO DE LITERATURA

Caracterização da cultura da soja (*Glycine max* L.)

Classificação botânica

A soja pertence ao reino



Plantae, divisão Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, ordem Fabales, família Fabaceae (Leguminosae), subfamília Faboidae (Papilionoideae), gênero *Glycine*, espécie *Glycine max* e forma cultivada *Glycine max* (L.) Merrill. É uma planta anual, herbácea, ereta, autógama, com suas características morfológicas variáveis, sofrendo influência, também, do ambiente. Sua altura varia de 30 a 200 cm e o ciclo pode ser próximo a 75 dias em cultivares precoces e chegar a 200 para as mais tardias (SEDIYAMA, 2009).

Morfologia

Sua raiz é do tipo axial fasciculada pivotante, de onde saem e ramificam raízes secundárias. Apresenta em suas raízes nódulos originados pela presença de bactérias conhecidas como *Badyrhizobium japonicum* e

elkani, que possuem relação de simbiose com a soja. Essas bactérias fixam o nitrogênio atmosférico, enquanto recebem da planta o carboidrato necessário para o desenvolvimento. O caule é do tipo ereto, herbáceo, com pilosidades acinzentadas ou marrons, possuindo ramificações diversificadas de acordo com a cultivar (SEDIYAMA, 2016).

A soja, durante o desenvolvimento, apresenta 3 tipos de folhas, que são as embrionares ou cotiledonares, as unifolioladas ou simples e as trifolioladas ou compostas, possuindo variações no tamanho, formato e posicionamento. As flores dessa leguminosa ocorrem em racemos terminais ou axilares e são completas, possuindo cálice, corola, androceu e gineceu. O fruto é do tipo vagem, reto a pouco curvado, achatado, pubescente e deiscente e sua semente é composta pelo



tegumento que envolve o embrião completamente desenvolvido, possuindo variações quanto ao tamanho, à forma e cor do tegumento, cor do hilo e cor dos cotilédones (SEDIYAMA, 2009).

Exigências edafoclimáticas

A soja necessita de boa disponibilidade de água durante quase todo o ciclo, principalmente nas fases de germinação-emergência e floração-enchimento das vagens. Nesse primeiro período é sensível tanto ao excesso quanto à falta de água, requerendo que o teor de água no solo fique entre 50-85%. A necessidade vai aumentando durante o desenvolvimento da cultura, atingindo o máximo na fase de enchimento dos grãos (7 a 8 mm/dia), decrescendo após esse período. A quantidade requerida durante todo o ciclo varia de 450 a 800 mm,

dependendo da duração do ciclo, cultivares e manejo da cultura (EMBRAPA, 2013; LIMA et al., 2017).

Em relação à temperatura, se adapta em variações entre 20 e 30 °C. A germinação e emergência são prejudicadas quando ocorrem em temperaturas abaixo de 20°C. Já temperaturas acima de 40°C provocam distúrbios na floração, redução no crescimento e na capacidade de retenção de vagens. Em relação ao fotoperíodo, é considerada de dia curto, entretanto, cada cultivar apresenta uma faixa em que o fotoperíodo é prejudicial ao florescimento (EMBRAPA, 2013; LIMA et al., 2017).

Origem, expansão e usos da soja

É originária da Ásia, mais precisamente na China,



onde difundiu-se, e era considerada a base da alimentação. Em 1908 foi enviada à Europa onde ganhou atenção por suas características econômicas e de adaptabilidade. No Estados Unidos (EUA), o cultivo tinha como finalidade, principalmente, a produção de forragem, mas, a partir de 1940, a área plantada para grãos superou a de forragem, obtendo um crescimento expressivo nos anos 60. Assim como nos EUA, no Brasil o crescimento da área plantada da soja ganhou grande representatividade nos anos 60, alcançando em 2004 o segundo lugar na produção mundial (ROCHA et al., 2016). Ela chegou ao Brasil em 1882, inicialmente levada para a Bahia onde não se adaptou.

Após isso, em 1891, novas cultivares foram levadas para a cidade de Campinas-SP, apresentando melhor desempenho.

No ano de 1935 iniciou, no Rio Grande do Sul, o cultivo comercial dos grãos em que, em 1941, entrou para as estatísticas do estado com uma área total de 702 hectares cultivados (TUNEO SEDIYAMA, 2009; HARBS et al., 2015; BRUNINI et al., 2016).

Em 1938, ocorreu a primeira exportação da soja brasileira para a Alemanha e, em 1951, surgiu a primeira indústria para extração de óleo comestível da soja. A partir desse período se expandiu para outros estados brasileiros, sendo atualmente a cultura agrícola com maior tamanho em área cultivada e a principal responsável pelo aumento da fronteira agrícola no país (TUNEO SEDIYAMA, 2009; AMARAL e RODRIGUES, 2015).

Essa cultura passou a ser a principal oleaginosa produzida e consumida no mundo. Possui a vantagem de sua matéria prima



poder originar diversos produtos diferentes como o óleo vegetal e o farelo de soja, sendo o último o segundo produto mais utilizado na fabricação de ração animal. Esse processo é responsável pelo consumo de aproximadamente 25 milhões de toneladas de grãos, somando o consumo interno com as exportações. Pode ser usado, também, na indústria química e na fabricação de biodiesel, representando 80% da matéria prima requerida para a produção, que é estimada em 2,5 milhões de litros por ano, além da utilização na indústria de alimentos (FREITAS, 2011; ROCHA et al., 2016).

Importância econômica

O Brasil é atualmente o segundo maior produtor mundial de soja, porém com potencial para ser o primeiro, pois apresenta características favoráveis de adap-

tação da cultura, como regime pluviométrico ótimo nos cultivos de verão, topografia adequada no cerrado para mecanização e um pacote tecnológico que propiciou melhor desenvolvimento da soja na região, proporcionando adaptação a baixas latitudes (HARBS et al., 2015).

Os quatro maiores produtores mundiais são EUA, Brasil, Argentina e China, representando 90% do que é produzido no mundo (MEDEIROS e NÃÃS, 2016). Os Estados Unidos apresentaram a maior produção mundial na safra 2017/2018, com 119,518 milhões de toneladas, seguido pelo Brasil, com 116,996 milhões de toneladas (EMBRAPA, 2018). Entretanto, o Brasil está cada vez mais expandindo sua área de produção. Nos últimos sete anos aumentou 11,5 milhões de hectares na área destinada a soja, enquanto o Estados



Unidos apresentou aumento de 2,9 milhões e a Argentina 3,6 milhões de hectares (MEDEIROS e NÃÃS, 2016; CONAB, 2017).

Com isso, o Brasil, já na safra 2017/2018, utilizou 35 milhões de hectares para o plantio da soja, ficando atrás apenas dos EUA, com 36,2 milhões. A Argentina, terceiro maior produtor mundial, utilizou 19,1 milhões. Em termos de produtividade, o Brasil também ocupa a segunda posição. Na última década, a produtividade média ficou em torno de 2,87 mil kg ha⁻¹, já o EUA e a Argentina apresentaram 2,92 e 2,71 mil kg ha⁻¹, respectivamente. Na safra 2016/2017 a média foi de 3.360 kg ha⁻¹ (CONAB, 2017; SIQUEIRA e SIQUEIRA, 2018).

O Brasil, mesmo sendo o segundo maior produtor mundial, é o maior exportador. Na safra 2017/2018 a exportação brasileira foi de 75,5 milhões de

toneladas, enquanto o segundo colocado, EUA, exportou 57,4 milhões (USDA, 2018).

Mais da metade da produção nacional está inserida nas áreas de cerrado (SILVA et al., 2015). O estado do Mato Grosso se destaca como maior produtor nacional, com 30,5 milhões de toneladas na safra 2016/2017. Em seguida, fechando o ranking dos 4 maiores produtores estão os estados do Paraná (PR), Rio Grande do Sul (RS) e Goiás (GO) com, respectivamente, 19,5, 18,7 e 10,8 milhões de toneladas (CONAB, 2017).

No Nordeste, pode-se destacar o Oeste da Bahia que, localizado em áreas de cerrado, tem a soja como principal cultura agrícola em produção e área plantada, com 58,8% da área cultivada na região e 4,8 % em relação a produção nacional (SILVA et al.,



2015). Esse estado ocupa a sexta colocação na produção nacional com 5,1 milhões de toneladas produzidas na safra 2016/2017, com estimativa de aumento da área plantada em torno de 3,9% (CONAB, 2017).

Ainda no Nordeste, o Maranhão aparece como segundo maior produtor da região, com 2,4 milhões de toneladas. O estado do Piauí aparece em terceiro com 2 milhões de toneladas, apresentando, também, expectativa de crescimento de área plantada em torno de 2% (CONAB, 2017). Esses 3 estados nordestinos juntamente com o Tocantins (TO), formam a região conhecida como MATOPIBA, a mais nova fronteira agrícola brasileira que responde por 11,96% da área ocupada com a soja no país (LEITE et al., 2017).

Localizadas no cerrado, essas áreas apresentam baixa

concentração de potássio, necessitando de correção através da adubação. Esse nutriente é de suma importância para os processos metabólicos da cultura, que sofre reflexos da adubação no seu desenvolvimento (JÚLIO et al., 2016). A carência desse nutriente pode ser explicado pelo fato dessas áreas apresentarem altas taxas de lixiviação por causa da baixa capacidade de troca catiônica (CTC) dos solos e pela alta solubilidade dos sais colocados no adubo, necessitando de reposição periodicamente (LEAL et al., 2015; PETER et al., 2016).

Importância dos nutrientes para a cultura

Em um trabalho realizado pela EMBRAPA foram feitas análises econômicas para a produção de soja em duas propriedades, Campo Mourão-RS e



Passo Fundo-PR. Nesses locais, os gastos com insumos foram considerados os mais representativos para a produção da soja, a variação dos gastos foi de R\$ 1.094,02 a R\$ 1.272,58 por hectare na safra 2016/2017. Dependendo da cotação do grão no mercado, esse montante representa de 41,6% a 47,2% do custo operacional. Desse total, os gastos em relação a correção e a adubação ficaram em torno de R\$ 335,44 a pouco mais de R\$ 600,00 por hectare nessas duas regiões (HIRAKURI, 2017).

Formas no solo, transporte, absorção e função do K para a soja

A maioria dos solos utilizados para a produção agrícola apresentam grandes quantidades do íon metálico K^+ (centenas de quilos por hectare), entretan-

to apenas 2% ficam disponíveis para as plantas no período de desenvolvimento, por motivo de assumir diferentes formas de ocorrência no solo. As formas de ocorrência do K no solo podem ser pela presença na fase solúvel do solo, disponível para a biota (forma K^+), adsorvido na superfície da matéria orgânica e dos minerais do solo, na forma trocável (K-trocável) e pela presença na estrutura de diferentes minerais, ficando indisponível para os seres vivos (CARA et al., 2012).

O potássio é um dos nutrientes mais importantes para a cultura da soja, sendo que a alta produtividade só é alcançada com o fornecimento através da adubação (CIBOTTO et al., 2016). O principal fertilizante usado nas adubações brasileiras para corrigir os teores desse nutriente no solo é o Cloreto de Potássio (KCl) (KORBER et al., 2017).



Além das perdas por lixiviação, aumentada em função da alta solubilidade e da dificuldade do KCl em se adsorver nos colóides do solo, o K é o nutriente mais exportado pela cultura. Estima-se que a cada 1000 kg de grãos produzidos, 28 kg de K são retirados do solo, sendo que 68% desse total é exportada com os grãos (KORBER et al., 2017; CIBOTTO et al., 2016).

Estima-se que na safra 2012/2013 o país exportou 1,63 milhão de toneladas de K, cerca de 2,71 milhões de toneladas de KCl. O Brasil é muito vulnerável em relação a esse nutriente, pois os solos brasileiros são caracterizados pela baixa disponibilidade, fazendo-se necessário a importação, que compreende 95% do K consumido no país. (MANTOVANI et al., 2017).

O requerimento da soja é de 38 kg de K por hectare, em

anos sucessivos de adubação pode estabilizar o teor desse nutriente no solo, tendo que repor apenas a porção exportada pela cultura e, também, a porção erodida e lixiviada (SILVA e LAZARINI, 2014; DOMINGOS et al, 2015).

O K está intimamente ligado à altas produções da soja, participa diretamente no metabolismo vegetal, atuando na ativação enzimática, no aumento da síntese e acúmulo de carboidratos e na regulação osmótica, participando da abertura e fechamento estomático (PETTER et al., 2014; DOMINGOS et al, 2015; KORBER et al., 2017).

Também promove maior resistência à pragas e doenças e ao acamamento, maior nodulação, número de vagens por planta, número de vagens com grãos e teor de óleo da semente. Ele pode diminuir o número de grãos



enrugados e o dano causado por nematóides, melhorando a qualidade (TUNEO SEDIYAMA, 2009; TRIGOLO et al., 2015; MANTOVONI et al., 2017).

Entretanto, a deficiência pode causar sérios prejuízos aos sojicultores, podendo ser observada pela presença de hastes verdes, folhas cloróticas e frutos partenocárpicos. Sua falta favorece a penetração de fungos fitopatogênicos, diminui a atividade de várias enzimas, além de diminuir a taxa fotossintética, atuando de forma direta na diminuição da produtividade e qualidade da produção (GABRIEL et al., 2016; ZAMBIAZZI et al., 2017; KORBBER et al., 2017).

Outros nutrientes

O P, assim como o K, apresenta o problema de baixa disponibilidade nos solos do cer-

rado, além de baixa mobilidade e alta capacidade de ser adsorvido pelos minerais do solo, tornando-o indisponível para a cultura (CARVALHO et al., 2015; FIORIN et al., 2016).

É um nutriente de suma importância para a soja, atuando na qualidade fisiológica da semente, o que promove o maior crescimento da cultura deixando a lavoura vigorosa e uniforme e, consequentemente, mais produtiva ao final do ciclo. Favorece o desenvolvimento das raízes, melhorando a absorção de água e nutrientes (MARIN, et al., 2015; VALADÃO et al., 2017).

Em solos onde é baixa a concentração, ocorre redução do porte das plantas e da altura de inserção das primeiras vagens, além de diminuição da produção devido ao maior abortamento de flores e diminuição do acúmulo de reservas na semente, limitan-



do de forma frequente as produções de soja em áreas de cerrado (CARVALHO et al., 2015).

Já o N é o nutriente mais importante na produção da soja, atuando no metabolismo vegetal, respiração, fotossíntese e crescimento da cultura, assim como, produção de folhas, flores e grãos (PEREIRA et al., 2016). Ele faz parte da composição de clorofilas, hormônios, proteínas e ácidos nucleicos (KORBER et al., 2017).

Assim como o mais importante, também é o mais requerido no ciclo da cultura, estima-se que necessite de aproximadamente 240 kg de N por hectare para atingir uma produtividade de 3000 kg ha⁻¹. Entretanto, por ser uma leguminosa, a soja realiza simbiose com bactérias, não requerendo altas doses de N através da adubação (PEREIRA et al., 2016; SILVA e

PINTO, 2017).

Adubação biológica na soja (bactérias condicionadoras)

As altas quantidades exportadas de nutrientes, em especial o K, assim como a baixa disponibilidade natural nos solos do país, faz com que o Brasil fique dependente da importação. Com isso, torna-se indispensável o uso de alternativas para substituir o uso de adubos químicos, como o uso de bactérias que solubilizam minerais, aumentando a quantidade dos nutrientes na solução do solo, tornando-os prontamente disponíveis para as plantas (FLORENTINO et al., 2017; MANTOVANI et al., 2017).

Esses microrganismos, conhecidos como solubilizadores de potássio, atuam liberando ácidos orgânicos que agem diretamente sobre a rocha, solubi-



lizando a forma não disponível de alguns minerais como, por exemplo, mica e orthoclásio ou quelando íons de silício. Esses processos aumentam os teores disponíveis de K no solo. Nesse grupo estão incluídos tanto fungos como bactérias, entretanto, estas recebem maior destaque, apresentando, também, a vantagem de proporcionar maior crescimento da planta e inibir patógenos radiculares (BASAK et al., 2015).

As bactérias rizosféricas que recebem maiores destaques são as dos gêneros *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Azospirillum* e *Rhizobium*. Esses gêneros são os mais comumente isolados em trabalhos com plantas cultivadas. Entre os benefícios para a planta está a melhora na germinação, na emergência e no crescimento (COSTA et al., 2013).

Na soja, o uso da adu-

bação biológica é historicamente utilizada e muito recomendada para suprir as deficiências de nitrogênio da cultura e proporcionar uma boa produção. Os inoculantes mais utilizados são as bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, que atuam de forma simbiótica com a cultura. Enquanto fixam o N diretamente pelo ar, recebem carboidratos da planta para a sobrevivência (PRIETO et al., 2017; PEREIRA et al., 2016).

Atualmente, buscam-se adubos biológicos que possam substituir ou diminuir o uso da fertilização química, seja pelo aumento do teor dos nutrientes disponíveis para a planta ou por outros fatores benéficos. As bactérias do gênero *Pseudomonas* estão obtendo destaque por propiciar um bom crescimento das plantas e aumento do sistema radicular, o que melhora a absorção de água e nutrientes, além de



promoverem a solubilização do P inorgânico, tornando-o disponível para ser absorvido pelas culturas (OLIVEIRA et al., 2015).

As bactérias promotoras do crescimento vegetal (BPCVs) favorecem o desenvolvimento vegetal por meio da produção de fitormônios, solubilização de fosfatos e fixação biológica de nitrogênio. Elas também atuam de forma indireta na resistência a estresses bióticos e abióticos, além de promover o controle biológico de insetos e fitopatógenos. O uso de soluções microbianas, mesmo sem resultados conclusivos sobre a sua eficiência, apresentam uma tendência de aumento na produtividade (OLIVEIRA et al., 2014; PRIETO et al., 2017).

MATERIAL E MÉTODOS

Local do experimento

O experimento foi conduzido na área experimental do Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade (CCAB), da Universidade Federal do Cariri (UFCA), em Crato – CE, localizado a 507 km da cidade de Fortaleza-CE, no período de outubro de 2017 a abril 2018. Geograficamente situada entre os paralelos 7° 14' 3,4" de latitude Sul e os meridianos 39° 22' 7,6" de longitude Oeste, a 442 metros de altitude. O solo da área experimental é classificado como um Argissolo Vermelho Amarelo (FUNCEME, 2012), de relevo suave ondulado e textura franco-arenosa. A constituição química camada de 0-20 cm antes da instalação do experimento está representada na Tabela 1.



Tabela 1 - Constituição química na camada de 0-20 cm da área experimental.

pH	P	K	Ca	Mg	H+Al	M. O.	CTC	V (%)
4,9	6,0 mg dm ⁻³	1,27 mmolc dm ⁻³	7,9 mmolc dm ⁻³	5,6 mmolc dm ⁻³	18,5 mmolc dm ⁻³	4,08 g kg ⁻¹	33,8 mmolc dm ⁻³	45,27

Clima da região

O clima é caracterizado como tropical úmido com estação seca, correspondente à classificação Aw (IPECE, 2018), com temperatura média anual de 27°C, com duas estações climáticas bem definidas e precipitação média anual de 1129 mm (FUNCEME, 2015).

nação dos tratamentos e o croqui (Tabela 2 e Figura 1). O primeiro fator foram quatro doses de potássio (0, 25, 50 e 100% da dose recomendada) e o segundo fator referente ao uso de inoculantes do gênero *Pseudomonas* (COM e SEM).

Delineamento experimental

O experimento foi realizado em delineamento em blocos casualizados, em parcela subdividida 4x2, com três repetições, totalizando assim 24 parcelas experimentais, conforme a desig-



Tabela 2 – Combinação dos fatores em cada tratamento e suas respectivas designações.

Combinação dos Fatores		Tratamento	Designação dos Tratamentos
Doses (D)	Pseudomonas (P)		
D0	Pc	D0Pc	0% Fertilizante mineral com Pseudomonas
D25	Pc	D25Pc	25% Fertilizante mineral com Pseudomonas
D50	Pc	D50Pc	50% Fertilizante mineral com Pseudomonas
D100	Pc	D100Pc	100% Fertilizante mineral com Pseudomonas
D0	Ps	D0Ps	0% Fertilizante mineral sem Pseudomonas
D25	Os	D25Ps	25% Fertilizante mineral sem Pseudomonas
D50	Os	D50Ps	50% Fertilizante mineral sem Pseudomonas
D100	Os	D100Ps	100% Fertilizante mineral sem Pseudomonas

Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 1 – Croquí da área experimental

Bloco 1		Bloco 2		Bloco 3	
D25Pc	D0Ps	D50Ps	D0Pc	D50Pc	D0Pc
D100Pc	D100Ps	D100Pc	D25Pc	D0Ps	D100Ps
D25Ps	D0Pc	D100Ps	D50Pc	D50Ps	D25Ps
D50Ps	D50Pc	D0Ps	D25Ps	D25Pc	D100Pc

Fonte: Dados da pesquisa.

A dose recomendada para a cultura foi obtida de acordo com a recomendação da Embrapa (2013) para a cultura da soja. Cada parcela experimental foi composta por três metros de largura com três metros de comprimento (9 m²). A parcela útil,

utilizada para análise, foi composta por plantas escolhidas de acordo com o grau de maturação.

Para comparar e interpretar os resultados, os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias do fator Pseudomonas compara-



das pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e o fator dose de potássio foi submetido à análise de regressão para seleção do modelo com maior expoente significativo. Utilizou-se o programa estatístico Sisvar 5.3 para as análises estatísticas.

Genótipo da soja

A cultivar da soja utilizada nesse trabalho foi a M8349 IPRO, apresentando como características o elevado potencial produtivo, com precocidade na 2ª safra, ampla adaptação geográfica, alta estabilidade, excelente arquitetura de planta e resistência ao acamamento.

Como características morfológicas podem-se citar a coloração da flor, roxa, do hilo, marrom claro, da pubescência, cinza. Seu hábito de crescimento é determinado e apresenta altu-

ra média de 72 cm (MONSOY, 2018).

Inoculante (PotaBarvar-2)

A linha de produtos Barvar no Brasil devido a sua composição agentes biológicos que exercem a função de solubilização, bagaço de cana, perlita e água, classificando em diferentes classes de fertilizantes, como fertilizante orgânico composto classe A, inoculante e condicionador de solo biológico classe F. A classe de Biofertilizante é uma classe internacional. O biofertilizante PotaBarvar-2 contém dois tipos de bactérias solubilizantes de potássio. Elas hidrolisam compostos insolúveis de potássio no solo ao redor das raízes, liberando o íon para absorção otimizada. Uma das características importantes deste produto é o uso de bactérias vivas em pó úmido de



qualidade. Esse produto promove a redução de 50 a 100% no uso de adubos químicos (GREEN BIOTECH, 2018). As bactérias do gênero *Pseudomonas* (*koreensis* e *vancouverensis*) proporcionam efeitos benéficos sobre o desenvolvimento das plantas, influenciando na germinação, emergência e crescimento das plantas

(COSTA et al., 2013).

Preparo da área, instalação e condução do experimento

No dia 05 de setembro de 2017 foi realizada a calagem (Figura 2), para correção da acidez do solo, visando-se elevar a saturação de bases para 70%.

Figura 2 – Aplicação manual de calcário para correção do solo. Crato, CE. 2018.



Fonte: Dados da pesquisa.

Em seguida foram realizadas duas gradagens para incorporação do calcário. Após a gradagem, no dia 11 de setembro foi realizado a instalação do sistema

de irrigação por micro aspersão, onde cada micro aspersor foi posicionado a 3 metros de distância dentro da linha de irrigação e cada linha foi posicionada a 3,0



m de distância, sendo feita rega diária para acelerar o processo de reação do calcário no solo. A área permaneceu em pousio por um mês e vinte dias para alcançar a saturação desejada. Foram utilizados aspersores com vazão de 80 litros/hora, com turno de rega diário para suprir a demanda da cultura, com lâmina diária de 6 mm.

O plantio foi realizado no dia 25 de outubro de 2017, fazendo-se a semeadura manual-

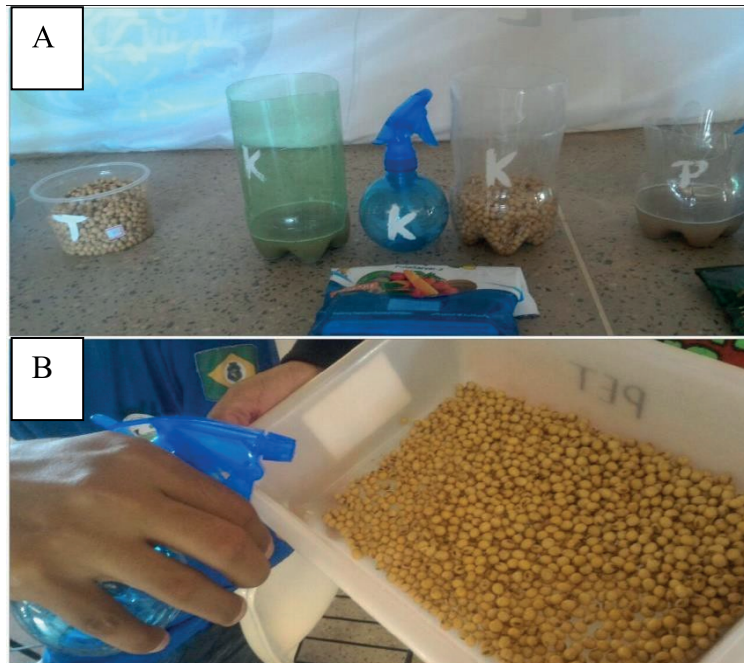
mente, por meio da abertura de sulcos espaçados de 0,45 m com profundidade de 0,05 m (Figura 3A e 3B). Para os tratamentos com a inoculação com as bactérias do gênero *Pseudomonas* foi realizada a inoculação das sementes no dia da semeadura e aplicou-se diretamente no solo após o fechamento do sulco, utilizando-se a dose de 100 g do produto comercial PotaBarvar-2 por hectare, diluído em 10 L de água (Figura 4A e 4B).

Figura 3 – Abertura manual dos sulcos para o plantio. Crato, CE. 2018.



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 4 – Diluição do produto e inoculação nas sementes.



Fonte: Dados da pesquisa.

A adubação foi feita em sulcos de acordo com cada tratamento, e em seguida cobriu-se com uma camada de solo de aproximadamente 0,05 m. Na se-

quência foram depositadas uma semente a cada 8 cm na fileira de semeadura (Figura 5).

Figura 5 – Semeadura manual de sementes de soja.





Fonte: Dados da pesquisa.

A adubação foi realizada uma única vez, no plantio, utilizando as quantidades obtidas a partir de recomendações de adubação para a cultura da soja (EMBRAPA, 2013). Evidenciou-se que para esta operação foram utilizados adubos simples em função de não existir fórmula comercial compatível.

Desta forma, foram utilizados na adubação de fundação, para todas as parcelas, 100 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio (20 kg ha⁻¹ de N) e 389 kg ha⁻¹ de superfosfato simples (70 kg ha⁻¹ de P₂O₅). As quantidades de potás-

sio foram as únicas que sofreram variações de acordo com os tratamentos, sendo a dose recomendada (100%) a quantidade de 67 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio (40 kg ha⁻¹ de K₂O), para os demais tratamentos, as doses usadas foram variações proporcionais desta dose recomendada. No dia 01 de novembro de 2017, foi realizada a aplicação do produto PotaBarvar-2, doados pela empresa Green Biotech Brasil, contendo microrganismo do gênero e espécie, *Pseudomonas Vancouverensis* e *Pseudomonas Koreensis* diretamente no solo, apenas nas par-



celas com uso do produto, sendo aplicados a dosagem de 100 g do produto comercial, diluídos em 100 L de água por hectare. A aplicação foi efetuada no solo, na linha de semeadura, após a irrigação, mantendo o solo úmido no momento da aplicação das bactérias.

Foram efetuadas duas capinas manuais para controle de plantas invasoras, utilizando-se enxadas. Para controle de pragas, foram feitas aplicações de acordo com a necessidade. Foram feitas duas aplicações do produto técnico Thiamethoxam + lambdacyhalothrin, nos dias 30 de novembro e 7 de dezembro, utilizando a dosagem recomendada pelo produto, para o controle da cochonilha da raiz. Houve, também, incidência periódica de ninfas de gafanhotos, em que foi utilizado o inseticida Deltametrina para o seu controle com a

dosagem também recomendada pelas instruções do produto. Foi feita, também, mais duas aplicações do produto Thiamethoxam + lambdacyhalothrin para o controle do percevejo na fase de maturação das vagens, aplicando a quantidade recomendada para a cultura.

A coleta das parcelas experimentais começou a partir dos 120 dias após a semeadura, prosseguindo de acordo com a maturação das vagens, para a realização das análises de desenvolvimento e produtividade da soja.

Avaliações sobre as características agronômicas

Altura da planta, altura de inserção da primeira vagem e número de ramos

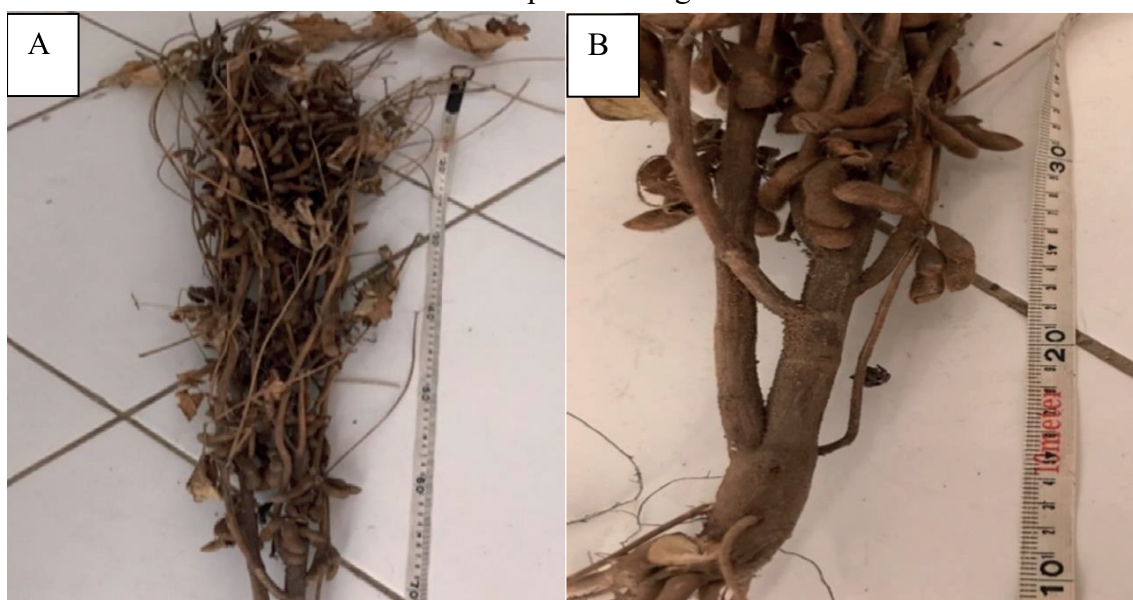
A altura da planta (Fi-



gura 6A) e da inserção da primeira vagem (Figura 6B), foram obtidas com o auxílio de fita métrica, medindo-se da base da planta (contato das raízes com a parte aérea) ao ápice do ramo principal, e até a base de inserção

da primeira vagem, respectivamente. Foram avaliadas dez plantas por parcela amostral e feito a média. O número de ramos foi quantificado pela contagem dos ramos reprodutivos, aqueles que continham vagens.

Figura 6 – Avaliação da altura da palnta e da altura de inserção da primeira vagem.



Fonte: Dados da pesquisa

Número de vagens, massa das vagens e massa de 100 grãos

O número de vagens foi determinado pela contagem das vagens totais de cada planta e, após, foi feito a média (Figura

7A). A massa das vagens foi feita pela pesagem, através de balança semianalítica de precisão, das vagens de cada planta (Figura 7B).



Figura 7 – Determinação do número de vagens e da massa total das vagens de cada planta.



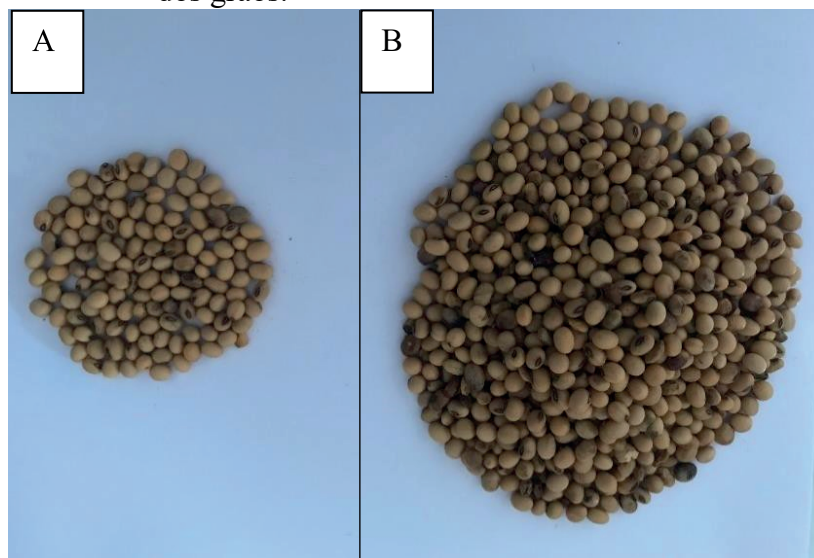
Fonte: Dados da pesquisa.

Massa de 100 grãos, massa de grãos e produtividade

A massa de 100 grãos foi feita pela pesagem, através de balança semianalítica, dos grãos de cada planta (Figura 8A). A massa de grãos foi quantificada através da pesagem de todos os grãos da planta em balança semianalítica (Figura 8B). Com os

dados de massa de grãos e número de plantas por hectare foi determinado a produtividade da cultura (kg ha^{-1}).

Figura 8 – Quantificação da massa de 100 grãos e da massa total dos grãos.



Fonte: Dados da pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância (TABELA 3), nenhuma das três variáveis (altura da primeira vagem, altura

da planta e número de ramos) apresentaram resultados significativos para a interação entre o uso do Adubo e do PotaBarvar-2 e para o fator PotaBarvar-2 em separado.

TABELA 3. Síntese da análise de variância e do teste de médias para altura da planta (Altura), altura da primeira vagem (ALT1ªV) e o número de ramos por planta (Nº Ramos).

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios		
		ALT 1ª V	ALT Planta	Nº Ramos
Bloco	2	28,97 ^{NS}	596,58 ^{NS}	2,59 ^{NS}
Adubo	3	18,46 ^{NS}	94,84 ^{NS}	5,38 ^{NS}
Resíduo 1	6	-	-	-
PotaBarvar-2	1	1,01 ^{NS}	11,74 ^{NS}	0,43 ^{NS}
Adubo*PotaBarvar	3	12,33 ^{NS}	83,08 ^{NS}	1,56 ^{NS}
Resíduo 2	8	-	-	-



CV 1 (%)	-	23,07	22,96	22,52
CV 2 (%)	-	36,1	16,51	10,61
Teste de Médias				
Fatores		ALT 1ª V Cm	ALT Planta cm	Nº Ramos unidade planta ⁻¹
PotaBarvar-2				
COM		6,12 a	54,91 a	11,20 a
SEM		6,54 a	53,51 a	11,47 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **: significativo (P<0,01); *: significativo (P<0,05); NS: não significativo; CV%: coeficiente de variação; G.L.: Grau de liberdade.

Para o fator Adubo, nenhuma das três variáveis apresentaram resultados significativos. Segundo Sedyama (2009), as variáveis altura da planta e altura da primeira vagem podem variar de acordo com a fertilidade do solo, mas também sofrem influência de outros fatores como a época de semeadura, o espaçamento, o suprimento de umidade e a cultivar.

Com relação ao coeficiente de variação (CV), Pimentel Gomes (2009) elaborou uma classificação para experimentos realizados em campo. Essa clas-

sificação informa que valores abaixo de 10% são considerados baixos, de 10 a 20% são considerados médios e de 20 a 30% são considerados altos. Os valores para os CVs do fator Adubo das variáveis analisadas foram altos para as três variáveis (altura da primeira vagem, altura da planta e número de ramos), enquanto que para o PotaBarvar-2 foram médios (altura da planta e número de ramos) e muito alto (altura da primeira vagem). Para a altura da primeira vagem, Korber et al. (2017) também encontraram CV alto, entretanto para altura da



planta o CV encontrado foi considerado baixo. O mesmo resultado foi encontrado por Batista Filho et al. (2013), que trabalhando com doses de adubação encontraram CV baixo para altura da planta, enquanto que para a variável altura da primeira vagem o CV encontrado foi considerado médio.

Em relação ao teste de médias para as 3 variáveis, pode-se observar melhoras com o uso da inoculação apenas para a altura da planta. Essa variável é de fundamental importância, pois pode influenciar diretamente no rendimento da planta, estando diretamente relacionada ao número de ramos produtivos, distância entre os ramos, perdas por acamamento e altura da primeira vagem (PAZUCH et al., 2017).

Korber et al. (2017) avaliando doses de potássio na soja, cultivar V-Max, não encontraram

efeito significativo para as variáveis altura da primeira vagem e altura da planta, resultados similares aos encontrados nesse trabalho. Cavalli e Lange (2018) também não encontraram diferenças significativas para as variáveis altura da planta e altura da primeira vagem em relação às doses de K para a cultivar de soja GB 874, ambos explicaram que a falta de resposta pode ter sido causada pelo bom teor de K no solo aliado a aplicação na semeadura. A média da altura da primeira vagem foi considerado baixo (6,33 cm) para cultivos em terrenos planos, sendo recomendado de 10 a 12 cm. A obtenção desses números é importante para a regulagem da altura da barra de corte da colhedora e, consequentemente, conseguir maiores aproveitamentos na colheita (PETER et al., 2016). Monteiro et al. (2015) também encontraram respostas



baixas para altura da primeira vagem (4,63), trabalhando com doses de NPK em soja hortalíça. Segundo Peter et al. (2016), essa variável sofre influência, principalmente, pelo aumento da densidade populacional, o que causa maior competição intraespecífica por luz, ocorrendo maior estiamento.

Na tabela 4, pode-se observar que para a interação entre a adubação e o uso do PotaBarvar-2 não houve resultados significativos para as três variáveis analisadas: número de vagens por planta, massa de vagens e a massa de 100 grãos. Para os fatores separados, número de vagens apresentou resultado significativo a 1% para o fator Adubo e 5% para o fator PotaBarvar-2, enquanto a massa de vagens foi significativo apenas para o PotaBarvar-2 e a massa de 100 grãos não apresentou significância para

nenhum dos fatores.

O CV para o fator Adubo foi alto para a variável número de vagens por planta e muito alto para as variáveis massa de vagens e massa de 100 grãos, enquanto que o CV para o fator PotaBarvar-2 foi muito alto para as variáveis número de vagens por planta e massa de 100 grãos e médio para a variável massa de vagens. Korber et al. (2017), encontraram CVs médios e alto para número de vagens por planta, variando de 13,91 a 20,21%.



TABELA 4. Síntese da análise de variância e do teste de médias para o número de vagens por planta (Nº Vagens), massa de vagens por planta (Massa Vagem) e a massa de 100 grãos (Massa 100).

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios		
		Nº Vagens	Massa Vagem	Massa 100
Bloco	2	8916,73*	980,51 ^{NS}	17,85 ^{NS}
Adubo	3	18275,9**	300,17 ^{NS}	4,49 ^{NS}
Resíduo 1	6	-	-	-
PotaBarvar	1	26893,1*	109,09*	1,17 ^{NS}
Adubo* PotaBarvar	3	2379,8 ^{NS}	8,54 ^{NS}	7,32 ^{NS}
Resíduo 2	8	-	-	-
CV 1 (%)	-	22,29	47,27	43,35
CV 2 (%)	-	33,04	16,94	62,88

Fatores	Teste de Médias		
	Nº Vagens Unidade planta ⁻¹	Massa Vagem g planta ⁻¹	Massa 100 G
PotaBarvar			
COM	196,80 a	31,72 a	5,61 a
SEM	129,85 b	27,46 b	5,17 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **: significativo (P<0,01); *: significativo (P<0,05); NS: não significativo; CV%: coeficiente de variação; G.L.: Grau de liberdade.

Já Silva e Lazari-
ni (2014), apresentaram CV de
3,2% para número de vagens por
planta, mas não encontraram re-
sultados significativos para essa
variável, assim como para massa
de 100 grãos, que apresentou CV
baixo e sem significância. Cavalli
e Lange (2018), avaliando doses
de K e seu efeito residual em cul-

turas antecessoras, encontraram
CV baixo para essa variável, mas
também não encontraram efeito
significativo para as doses.

Em relação ao teste de
médias, as três variáveis apre-
sentaram médias maiores com o
uso do PotaBarvar-2 em relação
a sua ausência, não apresentando
significância apenas para a mas-



sa de 100 grãos. Os ganhos foram de 51,5 e de 15,5% para o número e massa de vagens, respectivamente.

Resultados parecidos foram encontrados no trabalho de Oliveira et al. (2012), que estudando o efeito da inoculação de bactérias do gênero *Pseudomonas* em relação à diferentes doses de NPK no milho, encontraram significância para as doses apenas quando foi utilizado o inoculante para a variável comprimento de espiga.

No presente estudo, ocorreu incremento de 51% na média de produção de vagens por planta com o uso das *Pseudomonas*. Já Zucareli et al. (2011), estudando o efeito do inoculante à base de *Pseudomonas* na cultura do milho, observaram efeito significativo apenas para a

espiga, todavia todas as demais variáveis apresentaram maiores resultados com o uso do inoculante, exceto a variável grãos por fileira que obteve média diferente.

El-Nahrawy e Omara (2017), estudando o efeito da inoculação das bactérias do gênero *Pseudomonas* e *Rhizobium* em feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), encontraram respostas significativas para o incremento do número de vagens com a combinação entre as duas bactérias obtendo o melhor resultado. Quando foi utilizado as bactérias em tratamentos separados foi observado diferença significativa de ambas para a testemunha. Corroborando com o encontrado nesse trabalho, pois em ambos os estudos foram utilizados a mesma espécie (*P. koreensis*), obtendo resultados satisfatórios com o seu uso para essa variável.



Essas melhoras causadas pela inoculação podem ser o resultado da maximização da disponibilidade de K e outros nutrientes pela liberação de ácidos orgânicos pelos microrganismos e pela raiz. Para que as bactérias possam atuar de forma mais eficiente é necessário que o solo dê condições para a sua sobrevivência e desenvolvimento (CHAVES et al., 2013; ZUCARELI et al., 2011).

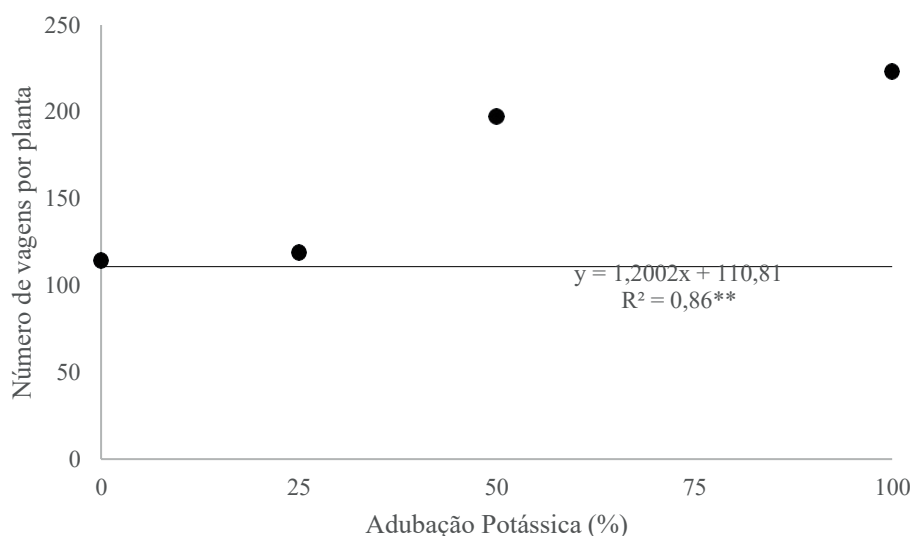
Com relação às doses de K, a cultura obteve resposta linear crescente significativa a 1% para número de vagens por planta (Gráfico 1), ocorrendo aumento de 127% no número de vagens por planta com a dosagem de 100% em relação a testemunha (0% de adubo), mostrando a influência positiva desse nutriente para essa variável, tornando-se necessário novos estudos para se obter a dose necessária para o

pico de produção de vagens.

Para o número de vagens por planta, Mantovani et al. (2017), estudando diferentes formas de aplicação potássica na soja, não encontraram resultados significativos para as formas de aplicação, entretanto observaram diferença estatística para a testemunha, que não recebeu aplicação potássica, reafirmando a importância desse nutriente para essa variável, mesmo em solo com ótimo teor do nutriente.



Gráfico 1. Análise de regressão para o número de vagens por planta em função da adubação potássica.



Cavalli e Lange (2018) avaliando a influência de doses de K na cultura da soja e o efeito residual, não encontraram respostas significativas para essa variável, mas pôde-se observar tendência crescente, concluindo que em solos com baixo teor do nutriente as aplicações, na maioria das vezes, propiciam resultados satisfatórios, enquanto que em solos com bom teor do nutriente a resposta não apresenta significância. Gonçalves Junior et al. (2010), objetivando avaliar

a influência da adubação com P, K e Zn sobre as características agronômicas de produção da soja, encontraram efeito significativo para as doses de K e P sobre o número de vagens, com tendência linear crescente, explicando a necessidade de se fazer a adubação desses nutrientes de acordo com a análise de solo para mantê-los em níveis adequados, pois possui pouca concentração nos solos tropicais e é altamente extraído pela cultura.

Já Bossolani et al.



(2018), avaliando o efeito da adubação potássica em culturas antecessoras, associadas ou não à adubação de cobertura, encontraram efeito quadrático para essa variável, alcançando 52 vagens por planta com 45,9 kg ha⁻¹.

De acordo com a síntese da análise de variância (TABELA 5), pode-se observar que, em relação a interação entre a adubação e o uso do PotaBarvar-2 e

o fator PotaBarvar-2 em separado, não houve significância para as duas variáveis analisadas. Em relação ao fator Adubo, apenas a variável número de grãos por vagem apresentou resultados significativos a 5% de probabilidade.

Os resultados encontrados para os CVs Adubo e PotaBarvar-2 foram muito altos para as duas variáveis analisadas: produtividade e número de grãos por vagem.

TABELA 5. Síntese da análise de variância e do teste de médias para Produtividade e o número de grãos por vagem (Nº Grãos).

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios	
		Produtividade	Nº Grãos
Bloco	2	4324664*	0,31 ^{NS}
Adubo	3	186464 ^{NS}	0,76*
Resíduo 1	6	-	-
PotaBarvar	1	5579 ^{NS}	0,41 ^{NS}
Adubo* PotaBarvar	3	544815 ^{NS}	0,18 ^{NS}
Resíduo 2	8	-	-
CV 1 (%)	-	48,49	46,45
CV 2 (%)	-	55,39	56,83

Fatores	Teste de Médias	
	Produtividade Kg ha ⁻¹	Nº Grãos Unidade vagem ⁻¹
PotaBarvar		
COM	1381,51 a	0,59 a
SEM	1351,01 a	0,85 a



Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **: significativo ($P < 0,01$); *: significativo ($P < 0,05$); NS: não significativo; CV%: coeficiente de variação; G.L.: Grau de liberdade.

O K não obteve resposta positiva para a melhora na produtividade, isso acontece quando se tem teores de K considerados de médios a bons no solo, entretanto deve-se dar a devida importância a esse nutriente, pois com baixos níveis no solo ele pode se tornar um problema. Sendo indispensável para altas produtividades da cultura, ele atua na manutenção da fixação biológica de nitrogênio, promove maior resistência à doenças e reduz a indeiscência de vagens (TAVARES et al., 2013).

Para a variável produtividade, Leal et al. (2015) avaliam o efeito de diferentes doses de potássio revestidos ou não com polímeros sobre a produtividade da soja, encontraram resultados

diferentes desse trabalho. Os autores encontraram a produtividade máxima com a aplicação de $173,95 \text{ kg ha}^{-1}$ de K_2O (76 kg ha^{-1} de K_2O na semeadura e até 100 kg ha^{-1} de K_2O em cobertura), enquanto que no presente trabalho utilizou-se a dose máxima de 40 kg ha^{-1} de K_2O , podendo-se explicar a diferença de resultados entre os dois trabalhos, já que a concentração do K no solo era similar em ambos, $1,4 \text{ mmolc dm}^{-3}$ e $1,27 \text{ mmolc dm}^{-3}$, respectivamente.

Venturoso et al. (2009), avaliando o efeito de 4 doses de K em duas cultivares no estado de Rondônia, observaram que ambas as cultivares responderam de forma quadrática significativa



à aplicação de potássio, embora que houve diferença na produtividade em relação às duas cultivares, mostrando que a necessidade de potássio pode variar de acordo com a cultivar utilizada. Para a cultivar BRS Gralha o maior rendimento foi encontrado com 95 kg ha⁻¹ de K₂O, enquanto que para a cultivar BRSM T Uirapuru foi com a dose de 178 kg ha⁻¹ de K₂O, ambas foram plantadas em solo com baixo teor do nutriente (0,8 mmolc dm⁻³).

Em relação ao teste de médias, o fator produtividade apresentou média maior quando ocorreu a inoculação com o PotaBarvar-2, mesmo não diferindo significativamente. Para número de grãos por vagem, quando não houve a inoculação com o PotaBarvar-2 a média foi mais alta, em relação à inoculação, também sem diferir significativamente.

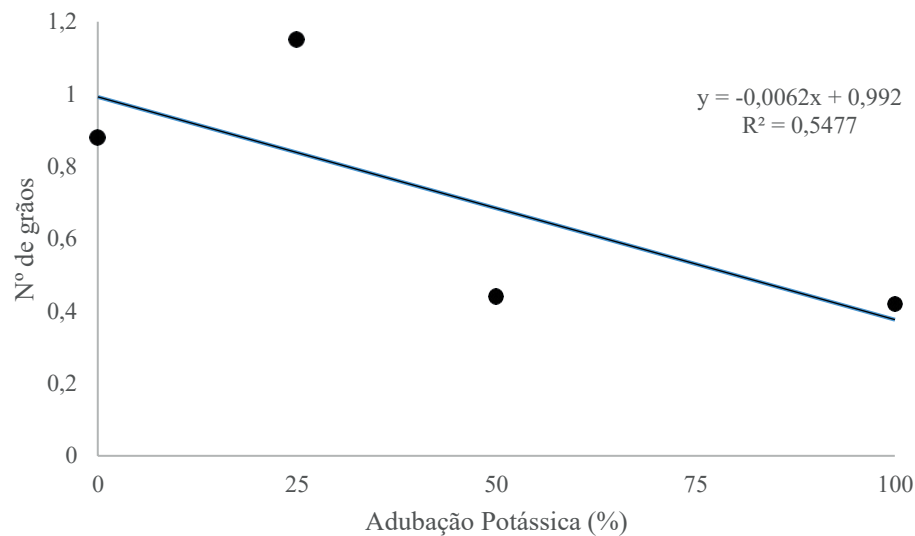
A inoculação apresen-

tou resultado significativamente bom para a variável número de vagens por planta, uma variável de grande interferência para melhores resultados produtivos. Entretanto para a produtividade, variável em que se busca um maior efeito da inoculação, a bactéria proporcionou melhora produtiva, mas não significativa. O CV para número de vagens por planta é considerado alto (33,04), porém menor do que o CV encontrado para a produtividade (55,39), variável que sofreu bem mais interferência dos fatores ambientais (pragas e clima), necessitando de novos experimentos para se obter resultados mais conclusivos.

De acordo com o gráfico 2, observa-se que a variável número de grãos por vagem apresentou efeito significativo a 5% para as doses de K, obtendo resposta linear decrescente.



Gráfico 2. Análise de regressão para o número de grãos por vagem (Nº Grãos) em função da adubação potássica.



Como pode-se observar o K influenciou o aumento do número de vagens por planta, entretanto analisando o gráfico 3 nota-se um comportamento linear decrescente para o Nº Grãos. Esse resultado corrobora com o que diz Trigolo et al. (2015) para a primeira variável, todavia o fato de o número de grãos por vagem não acompanhar o desenvolvimento das vagens pode estar associado a outros fatores como, por exemplo, o suprimento do N

e P insuficiente para atender a demanda requerida ou à presença de pragas (percevejo verde).

A queda no número de grãos por vagem pode ser um efeito compensatório promovido pela planta, visto que ocorreu aumento significativo para número de vagens por planta, mas não ocorreu para a massa de vagens. Esse efeito fisiológico pode ser explicado pelo fato de que quando a planta produz poucas vagens, são menos drenos para



serem supridos pelos fotoassimilados fornecidos, ou seja, ocorre maior enchimento e maior número de grãos, entretanto quando ocorre uma maior produção de vagens, a planta promove uma redistribuição dos fotoassimilados, diminuindo o número, como também o enchimento das vagens.

Gonçalves Junior (2010), avaliando a produção da soja e suas características agronômicas em relação à adubação com K, P e Zn em Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico no Paraná, também não encontraram efeito significativo entre as doses de K e P em relação a essa variável, entretanto seus resultados apresentaram resposta linear crescente (não significativa).

CONCLUSÕES

O aumento nas doses de

potássio aplicado proporcionou melhoras para o número de vagens por planta, entretanto ocorreu redução do número de grãos por vagem.

O uso da inoculação com o PotaBarvar-2 se mostrou eficiente para o número de vagens, massa de vagens, produtividade, massa de 100 grãos e altura da planta, evidenciando o efeito positivo da inoculação para a cultura.

A interação entre a inoculação com PotaBarvar-2 e as doses de potássio não influenciou o desenvolvimento e a produtividade da soja. Em relação aos fatores separados, o efeito da inoculação apresentou melhoras produtivas superiores à variação das doses de potássio.

REFERÊNCIAS

ALOVISI, A. M. T.; FRANCO,



- D.; ALOVISI, A. A.; HARTMANN, C. F.; TOKURA, L. K.; SILVA, R. S. Atributos de fertilidade do solo e produtividade de milho e soja influenciados pela rochagem. *Acta Iguazu*. v.6, n.5, p.57-68, 2017. Disponível em: <<http://e-revista.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/18470/12057>>.
- AMARAL, U.; RODRIGUES, F. P. Aspectos produtivos e econômicos da soja sob adubação suplementar em áreas de pivô central. *Multi-Science Journal*. v.1, n.3, pag.24-30, 2015. Disponível em: <<https://www.ifgoiano.edu.br/periodicos/index.php/multiscience/article/view/97/82>>.
- BASAK, B. B.; MEENA, H. M.; MEENA, M. S.; DOTANIYA, M. L. Potassium Bio-fertilizers: Viable Technology for Sustainable Agriculture. *Indian Farming*. v.64, n.11, p.2-4, 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/282324183_Potassium_Bio-fertilizers_Viable_Technology_for_Sustainable_Agriculture>.
- BATISTA FILHO, C. G.; MARCO, K.; DALLACORT, R.; SANTI, A.; INOUE, M. H.; SILVA, E. S. Efeito do Stimulate® nas características agrônomicas da soja. *Acta Iguazu*. v.2, n.4, p. 76-86, 2013. Disponível em: <<http://e-revista.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/9112/6682>>.
- BOSSOLANI, J. W.; LAZARINI, E.; SOUZA, L. G. M.; PARENTE, T. L.; CAIONI, S.; BIAZI, N. Q. Potassium doses in previous crops and effect on soybean in succession. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v.22, n.2, p.90-



94, 2018. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v22n2/1415-4366-rbeaa-22-02-0090.pdf>>. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n2p90-94>.

BRUNINI, M. A.; BARROS, M. A. L.; PEREIRA, M.; CERQUEIRA, J. B.; MENEZES, P. T. R.; FURTADO, I. R. Qualidade de grãos de onze cultivares de soja. *Nucleus Animalium*. v.8, n.2, p.55-62, 2016. Disponível em:< <http://www.nucleus.feituverava.com.br/index.php/animalium/article/view/2154/2149>>. DOI: <http://dx.doi.org/10.3738/1982.2278.2154>.

CARA, D. V. C.; ROCHA, D. L. D.; CUNHA, C. D. D.; RIZZO, A. C. D. L.; SÉRVULO, E. F. C. Solubilização biológica de potássio, 2012. Disponível em:< <http://mineralis.cetem.gov.br/bitstre>

am/cetem/1589/1/sta-66.pdf>.

CARVALHO, L. R.; MACHADO, C. G.; CRUZ, S. C. S.; RODRIGUES, J. F. Qualidade fisiológica de sementes de soja submetida a diferentes formas de aplicação de fósforo. *Global Science and Technology*. v.8, n.1, p.185-192, 2015. Disponível em: <<https://rv.ifgoiano.edu.br/periodicos/index.php/gst/article/view/714/457>>.

CAVALLI, E.; LANGE, A. Efeito residual do potássio no sistema de cultivo soja-milho safrinha no cerrado mato-grossense. *Cultura Agrônômica*. v.27, n.2, p.310-326, 2018. Disponível em:< <http://ojs.unesp.br/index.php/rculturaagronomica/article/view/2446/1899>>.

CHAVES, D. P.; ZUCARELI, C.; OLIVEIRA JUNIOR, A. Fontes de fósforo associadas à inocula-



ção com *Pseudomonas fluorescens* no desenvolvimento e produtividade do milho. *Semina: Ciências Agrárias*. v.34, n.1, p. 57-72, 2013. Disponível em:< <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view-File/9543/12011>>. DOI:10.5433/1679-0359.2013v34n1p57.

CIBOTTO, D. V.; OLIVEIRA NETO, A. M.; GUERRA, N.; MEERT, L.; BOTTEGA, E. L.; LEAL, G. B. Produtividade da soja com antecipação da adubação potássica nas culturas da aveia preta, canola e trigo. *Revista Campo Digit@l*. v.11, n.1, p.25-32, 2016. Disponível em:< [https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/campo-digital/11-\(2016\)-1/produtividade-da-soja-com-antecipacao-da-adubacao-potassica-nas-cultur/>](https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/campo-digital/11-(2016)-1/produtividade-da-soja-com-antecipacao-da-adubacao-potassica-nas-cultur/>).

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira: grãos. Terceiro levantamento, dezembro 2017, v.5, n.3 Brasília, 2017. Disponível em:< [file:///C:/Users/Tain%C3%A1%20Macedo/Downloads/BoletimZGraos-ZdezembroZ2017%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Tain%C3%A1%20Macedo/Downloads/BoletimZGraos-ZdezembroZ2017%20(1).pdf)>.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Compendio de estudos Conab. A produtividade da soja: análise e perspectivas. v.10, Brasília, 2017. Disponível em:< <https://www.conab.gov.br/institucional/publicacoes/compendio-de-estudos-da-conab?limitstart=0>>.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; SANTOS, F. G.; SOUZA, L. M. F.; CAVALLINI, M. C. Interação entre inoculação das sementes com *Pseudomonas fluorescens* e adubação fosfatada na



produção do milho em sucessão a espécies forrageiras no Cerrado. *Tecnologia & Ciência Agropecuária*. v.7, n.3, p.37-43, 2013. Disponível em: < <https://gestaounificada.pb.gov.br/emepa/publicacoes/revista-tca-emepa/edicoes/volume-07-2013/volume-7-numero-3-setembro-2013/tca7307.pdf>>.

DOMINGOS, C. S.; LIMA, L. H. S.; BRACCINI, A. L. Nutrição mineral e ferramentas para o manejo da adubação na cultura da soja. *Scientia Agraria Paranaensis*. v.14, n.3, p.132-140, 2015. Disponível em: < https://www.researchgate.net/profile/Alessandro_Braccini/publication/282030686_Nutricao_Mineral_e_Ferramentas_para_o_Manejo_da_Adubacao_na_Cultura_da_Soja/links/5601b623_08ae42bbd541f1de/Nutricao-Mineral-e-Ferra-

mentas-para-o-Manejo-da-Adubacao-na-Cultura-da-Soja.pdf?origin=publication_list >. DOI: 10.18188/1983-1471/sap.v14n3p132-140.

EL-NAHRAWY, S.; OMARA, A. E. Effectiveness of Co-inoculation with *Pseudomonas koreensis* and *Rhizobia* on Growth, Nodulation and Yield of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Microbiology Research Journal International*. v.21, n.6, p. 1-15, 2017. Disponível em: < http://www.journalrepository.org/media/journals/MRJI_58/2017/Nov/Nahrawy2162017MRJI_37422.pdf>. DOI : 10.9734/MRJI/2017/37422.

EMBRAPA-EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Soja em números (safra 2017/2018. Londrina, 2018. Disponível em: < <https://www.>



embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Acesso em: 13/08/2018

EMBRAPA-EMPRESA BRAILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil 2014. Londrina: EMBRAPA soja, 2013. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/975595/tecnologias-de-producao-de-soja---regiao-central-do-brasil-2014>>.

FELINI, F. Z.; BONO, J. A. M. Produtividade de soja e milho, em sistema de plantio com uso de cama de frango na região de Sidrolândia-MS. Ensaios e Ciências: Ciências Agrárias, Biológicas e da Saúde. v.15, n.5, p.9-16, 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/277236951_Produtividade-de-soja-e-milho-em-sistema-de-plantio-com-uso-de-cama-de-frango-na-regiao-de-Sidrolandia-MS>.

vidade_de_soja_e_milho_em_sistema_de_plantio_com_uso_de_cama_de_frango_na_regiao_de_Sidrolandia-MS>.

FIORIN, J. E.; VOGEL, P. T.; BORTOLOTTI, R. P. Métodos de aplicação e fontes de fertilizantes para a cultura da soja. Revista Brasileira de Ciências Agrárias. v.11, n.2, p.92- 97, 2016. Disponível em:< http://agraria.pro.br/ojs-2.4.6/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=agraria_v11i2a5371&path%5B%5D=4895>. DOI:10.5039/agraria.v11i2a5371.

FLORENTINO, L. A.; REZENDE, A. V.; MIRANDA, C. C. B.; MESQUITA, A. C.; MANTOVANI, J. R.; BIANCHINI, H. C. Potassium solubilization in phonolite rock by diazotropic bacteria. Comunicata Scientiae.



v.8, n.1, p. 17-23, 2017. Disponível em: < <https://comunicatascientiae.com.br/comunicata/article/view/1292/441>>. DOI: <https://doi.org/10.14295/cs.v8i1.1292>

FREITAS, M. C. M. A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. Enciclopédia Biosfera. v.7, n.12, p.1-12, 2011. Disponível em:< <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2011a/agrarias/a%20cultura%20da%20soja.pdf>>.

FUNCEME-FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS. Índice de aridez para o Ceará. 2015. Disponível em: <<http://www.funceme.br/index.php/areas/17-mapas-tem%C3%A1ticos/542-%C3%AD-Indice-de-aridez-para-o-cear%C3%A1>>. Acesso: 20/06/2016.

FUNCEME-FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS. Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos da mesoregião Sul Cearense. Fortaleza, 2012.

GABRIEL, S. G.; BUENO, A. C.; SANTOS, R. F. Resposta da soja (*Glycine max*) à duas diferentes fontes de potássio. Revista Uningá Review. v.25, n.1, p.05-09, 2016. Disponível em: < <http://revista.uninga.br/index.php/uningareviews/article/view/1749/1357>>.

GONÇALVES JÚNIOR, A. C.; NACKE, H.; MARENGONI, N. G.; CARVALHO, E. A.; COELHO, G. F. Produtividade e componentes de produção da soja adubada com diferentes doses de fósforo, potássio e zinco.



Ciência e Agrotecnologia. v. 34, n. 3, p.660-666, 2010. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/cagro/v34n3/19.pdf>>.

GREEN BIOTECH BRASIL, 2018. POTABARVAR-2. Disponível em: < <http://greenbiotech.com.br/k-pota-barvar-2-potasio/>>. Acesso em: 13/10/2018.

HARBS, R.; BACHA, C. J. C.; HARBS, R. Poderá a África ser concorrente do Brasil na produção de soja? Revista de política agrícola. n.3, p.62-76, 2015. Disponível em:< <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1037/966>>.

HIRAKURI, M. H. Avaliação econômica da produção de soja nos Estados do Paraná e Rio Grande do Sul na safra 2016/17. Embrapa Soja-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2017. Disponível

nível em:< <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/154843/1/CT126.pdf>>.

IPECE – Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Perfil Municipal 2017 Crato. Link: <http://www.ipece.ce.gov.br> Acessado em: 10/09/2018.

JÚLIO, O. L. L.; ASCARI, J. P.; MENDES, I. R. N.; SANTOS, E. S.; DUARTE, W. M.; NIED, A. H. Formas de adubação potássica e produtividade da cultura da soja. Revista Agrarian. v.9, n.32, p.149-155, 2016. Disponível em:< <http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/4004/3648>>.

KORBER, A. H. C.; PINTO, L. P.; PIVETTA, L. A.; ALBRECHT, L. P.; FRIGO, K. D. A. Adubação nitrogenada e potássica em soja sob sistemas de semeadura. Re-



vista de Agricultura Neotropical. v. 4, n.4, p.38-45, 2017. Disponível em:< <http://periodicosonline.uems.br/index.php/agrineo/article/view/1653/1726> >.

p.28-35, 2017. Disponível em:< <https://revistas.ufpr.br/agraria/article/view/50310/34312>>. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v18i4.50310>

LEAL, A. J. F.; VALDERRAMA, M.; KANEKO, F. H.; LEAL, U. A. S.; PERIN, A.; LUCHESE, K. U. O. Produtividade da soja de acordo com diferentes doses de cloreto de potássio revestido ou não com polímeros. Global Science and Technology. v.08, n.01, p.19- 30, 2015. Disponível em:< <https://rv.ifgoiano.edu.br/periodicos/index.php/gst/article/view/658/441>>.

LIMA, A. M. N.; PELUZIO, J. M.; SIQUEIRA, F. L. T.; OLIVEIRA JUNIOR, W. P. Efeito do déficit hídrico e época de semeadura sobre os teores e rendimentos de óleo e proteína em cultivares de soja no Tocantins. Revista de la Facultad de Agronomía. v.116, n.2, p.193- 199, 2017. Disponível em:< <http://revista.agro.unlp.edu.ar/index.php/revagro/article/viewFile/465/1586>>.

LEITE, R. C.; CARNEIRO, J. S. S.; FREITAS, G. A.; CASALI, M. E.; SILVA, R. R. Adu-
bação fosfatada na soja durante
três safras consecutivas na nova
fronteira agrícola brasileira. Re-
vista Scientia Agraria. v.18, n.4,

MANTOVANI, A.; RIBEIRO, F.
J.; VEIGA, M.; ZILIO, M.; FELI-
CIO, T. P. Métodos de aplicação
de potássio na soja em nitosso-
lo vermelho. Unoesc & Ciência.
v.8, n.2, p. 169-176, 2017. Dispo-
nível em:< <https://editora.unoesc>.



edu.br/index.php/acbs/article/view/12662/pdf>.

MARCILIO, H. C.; RAMOS, M. J. M.; ANDRADE, A. L.; SILVA, E. C.S.; SANTOS, C. C. Efeito de biofertilizante no crescimento e na produção da bananeira 'farta velhaco', no Sudoeste de Mato Grosso. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável. v.4, n.2., p.131- 135, 2014. Disponível em:< <https://www.rbas.ufv.br/index.php/rbas/article/view/267/250>>.

MARIN, R. S. F.; BAHRY, C. A.; NARDINO, M.; ZIMMER, P. D. Efeito da adubação fosfatada na produção de sementes de soja. Revista Ceres. v.62, n.3, p.265-274, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rceres/v62n3/0034-737X-rceres-62-03-00265.pdf>>.

MEDEIROS, P. O.; NÄÄS, I. A. Cadeia produtiva da soja no piauí: uma análise de perdas de grãos em função de distâncias percorridas. Brazilian Journal of Biosystems Engineering. v.10, n.4, p.368-374, 2016. Disponível em:< <http://seer.tupa.unesp.br/index.php/BIOENG/article/view/449/304>>. DOI: <http://dx.doi.org/10.18011/bioeng2016v10n4p368-374>.

MONSOY. Monsoy: semeando o futuro. Disponível em: <http://www.monsoy.com.br/variedades_monsoy/m8349-ipro/>. Acesso em: 30/11/2018.

MONTEIRO, A. N. L.; ALVES, J. M. A.; MATOS, W. S.; SILVA, M. R.; SILVA, D. L.; BARRETO, G. F. Densidade de plantas e doses de NPK nos componentes de produção de soja-hortaliça na Savana de Roraima. Revista



Agro@mbiente On-line. v.9, n.4, p.352-360, 2015. Disponível em:< <https://revista.ufrr.br/agroambiente/article/view/2638/1888>>. DOI:10.18227/1982-8470ragro.v9i4.2638.

MORAES, N. C.; JAKELAITIS, A.; CARDOSO, I. S.; REZENDE, P. N.; ARAÚJO, V. T.; VIEIRA JUNIOR, N. S.; TAVARES, C. J. Efeitos de herbicidas e adubo foliar em mistura de tanque na cultura da soja. *Magistra*. v.28, n.2, p.233-243, 2016. Disponível em:< <https://magistraonline.ufrb.edu.br/index.php/magistra/article/view/425/251>>.

OLIVEIRA, A. L. M.; COSTA, K. R.; FERREIRA, D. C.; MILANI, K. M. L.; SANTOS, O. J. A. P.; SILVA, M. B.; ZULUAGA, M. Y. A. Aplicações da biodiversidade bacteriana do Ssolo para a sustentabilidade da agricultura.

Biochemistry and Biotechnology Reports. v.3, n.1, p.56-77, 2014. Disponível em:< <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/bbr/article/view/18398/15079>>. DOI: 10.5433/2316- 5200.2014v3n1p56

OLIVEIRA, J. G.; SILVA, V. S. G.; COSTA, J. P. V. Comportamento de soja submetida a materiais fertilizantes e inoculação com *Bradyrhizobium*. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde*. v. 15, n.1, p.66-72, 2017. Disponível em:< http://periodicos.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/view/3016/pdf_617>. DOI: <http://dx.doi.org/10.5892/ruvrd.v15i1.3016>

OLIVEIRA, M. A.; ZUCARELI, C.; FERREIRA, A. S.; DOMINGUES, A. R.; SPOLAOR, L. T.; NEVES, C.S. V. J. Adubação fosfatada associada à inoculação com *Pseudomonas fluorescens*



no desempenho agronômico do milho. Revista de Ciências Agrárias. v.38, n.1, p.18-25, 2015. Disponível em:< <http://www.scielo.mec.pt/pdf/rca/v38n1/v38n1a04.pdf>>.

OLIVEIRA, M. A.; ZUCARELI, C.; SPOLAOR, L. T.; DOMINGUES, A. R.; FERREIRA, A. S. Desempenho agrônômico do milho sob adubação mineral e inoculação das sementes com rizobactérias. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v.16, n.10, p.1040–1046, 2012. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v16n10/a02.pdf>>.

PAZUCH, A.; CIESCA, D. F.; JUNKES, E. S.; KLEIN, C.; BERWANGER, A. L. Estádios de aplicação da adubação potássica e viabilidade econômica na cultura da soja. Anuário Pesquisa e

Extensão Unoesc São Miguel do Oeste. v.2, p.15389, 2017. Disponível em:< <https://editora.unoesc.edu.br/index.php/apeusmo/article/view/15389/8311>>.

PEREIRA, C. S.; BUOSI, I. B.; ZONTA, L. H.; LANGE, A.; FIRORINI, I. V. Doses de inoculante *Bradyrhizobium Japonicum* em três cultivares de soja no Norte de Mato Grosso. Global Science and Technology. v.9, n.1, p.76-88, 2016. Disponível em:< <https://rv.ifgoiano.edu.br/periodicos/index.php/gst/article/view/807/498>>.

PETER, D. G.; VILAR, C. C.; USHIWATA, S. Y.; RODRIGUES, O. L. Modos de aplicação de fertilizante formulado npk na cultura da soja em sistema de plantio direto. Global Science and Technology. v.9, n.1, p.48-55, 2016. Disponível



em:< <https://rv.ifgoiano.edu.br/periodicos/index.php/gst/article/view/792>>. DOI: 10.5433/1679-0359.2014v35n1p89.

PETTER, F. A.; ALVES, A. U.; SILVA, J. A.; CARDOSO, E. A.; ALIXANDRE, T. F.; ALMEIDA, F. A.; PACHECO, L. P. Produtividade e qualidade de sementes de soja em função de doses e épocas de aplicação de potássio. *Semina: Ciências Agrárias*. v.35, n.1, p.89-100, 2014. Disponível em:< <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=445744139007>>.

PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental. 15. Ed. Piracicaba, ESALQ. P.451, 2009.

PRIETO, C. A.; ALVAREZ, J. W. R.; FIGUEREDO, J. C. K.; TRINIDAD, S. A. Bioestimulante, biofertilizante e inocula-

ção de sementes no crescimento e produtividade da soja. *Revista de Agricultura Neotropical*. v.4, n.2, p.1-8, 2017. Disponível em:< <http://periodicosonline.uems.br/index.php/agrineo/article/view/1167/1367>>.

ROCHA, A. J. S.; MÜHL, F. R.; RITTER, A. F. S.; MOREIRA, A.; FELDMANN, N. A.; RHO-DEN, A.; BALBINOT, M. Avaliação de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja na safra 2014/2015. *Ciências Agro-veterinárias e Alimentos*. n. 1, 2016. Disponível em:< <http://revista.faiacademias.edu.br/index.php/cava/article/view/203/113>>.

RODRIGUES, J. C.; VILAR, C. C.; VILAR, F. C. M.; OLIVEIRA NETO, A. M.; BOTTEGA, E. L. Levantamento da utilização das recomendações técnicas quanto a amostragem de solo,



Campo calagem e uso de fertilizantes minerais no cultivo da soja, no município de Mato Rico-PR. Campo Digit@l: Revista Ciências Exatas e da Terra e Ciências Agrárias. v.10, n.1, p. 18-30, 2015. Disponível em:< https://www.researchgate.net/publication/280733828_LEVANTAMENTO_DA_UTILIZACAO_DAS_RECOMENDACOES_TECNICAS_QUANTO_A_AMOSTRAGEM_DE_SOLO_CALAGEM_E_USO_DE_FERTILIZANTES_MINERAIS_NO_CULTIVO_DA_SOJA_NO_MUNICIPIO_DE_MATO_RICO-PR>.

SEDIYAMA, T. Produtividade da soja. Londrina: Ed. Mecnas, 2016. 310p.

SEDIYAMA, T. Tecnologias de produção e usos da soja. Ed. Mecnas. Londrina: Mecnas, 2009.

SILVA, A. F.; LAZARINI, E. Doses e épocas de aplicação de potássio na cultura da soja em sucessão a plantas de cobertura. Semina: Ciências Agrárias. v.35, n.1, p.179-192, 2014. Disponível em:< <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445744139015>>. DOI: 10.5433/1679-0359.2014v35n1p179.

SILVA, L. L.; PINTO, L. S. R. C. Resposta da soja utilizando diferentes condições de inoculação com Bradyrhizobium. Anais do Seminário de Pesquisa e Inovação Tecnológica- SEPIT, v.1, n.1, 2017. Disponível em:< <http://editora.iftm.edu.br/index.php/sepit/article/view/315/169>>.

SILVA, R. R.; LEITE, R. C.; FREITAS, G. A.; SILVA, P. S. S.; CARNEIRO, J. S. S. Eficiência de fertilizante fosfatado na cultura



da soja no cerrado baiano. Agropecuária Científica no Semiárido. v.11, n.4, p.13-22, 2015. Disponível em:< <http://revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/655/pdf>>.

SIQUEIRA, P. R. E.; SIQUEIRA, P. R. B. Evolução dos níveis de fertilidade do solo em lavouras de soja interpretados com duas recomendações oficiais. Revista Científica Rural. v.20, n.1, 2018. Disponível em:< http://revista.urcamp.tche.br/index.php/rcr/article/view/262/pdf_24>.

SOUZA, L. R.; PERES, F. S. B. Uso de biofertilizantes à base de aminoácidos na produção de mudas de *Eucalyptus dunnii*. Pesquisa Florestal Brasileira. v. 6, n.87, p.211-218, 2016. Disponível em:< <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/1127/511>>. DOI:

10.4336/2016.pfb.36.87.1127

TAVARES, L. C.; TUNES, L. M.; BRUNES, A. P.; FONSECA, D. A. R.; RUFINO, C. A.; SOUZA, A. C.; BARROS, A. Potássio via recobrimento de sementes de soja: efeitos na qualidade fisiológica e no rendimento. Ciência Rural. v.43, n.7, p.1196-1202, 2013. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/cr/v43n7/a21013cr6747.pdf>>.

TRIGOLO, A. L. M.; QUAREZEMIN, M. A. K.; GERMANO, M. G.; CASTRO, C.; OLIVEIRA JUNIOR, A. Contribuição do potássio não trocável para a produtividade de soja e milho safrinha. EMBRAPA. p.35-43, 2015. Disponível em:< <https://www.embrapa.br/documents/.../19905199-c403-4ff0-99d3-d-d9e30786074>>.



USDA, 2018. World Agricultural Supply and Demand Estimates. Disponível em: < <https://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf>>. Acesso em: 20/08/2018

doses de potássio, no município de Rolim de Moura, RO. Agrarian. v.2, n.4, p.17-29, 2009. Disponível em:< <http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/543/381>>.

VALADÃO, F. C. A.; WEBER, O. L. S.; VALADÃO JÚNIOR, D. D.; SANTIN, M, F, M.; SCAPINELL, A. Teor de macronutrientes e produtividade da soja influenciados pela compactação do solo e adubação fosfatada. Revista de Ciências Agrárias. v.40, n.1, p.183- 195, 2017. Disponível em:< <http://www.scielo.mec.pt/pdf/rca/v40n1/v40n1a21.pdf>>.

ZAMBIAZZI, E.V.; BRUZI, A. T.; ZUFFO, A. M.; SOARES, I. O.; MENDES, A. E. S.; TERE-SANI, A. L. R.; GWINNER, R.; CARVALHO, J. P. S.; MOREIRA, S. G. Desempenho agronomico e qualidade sanitária de sementes de soja em resposta à adubação potássica. Revista de Ciências Agrárias. v.40, n.3, p.543-553, 2017. Disponível em:< https://www.researchgate.net/publication/319711046_Desempenho_agronomico_e_qualidade_sanitaria_de_sementes_de_soja_em_resposta_a_adubacao_potassica?enrichId=rgreq-20a0f0af3e2280f7bd42af27f010fafc-XXX&enrichSource=Y292ZX-

VENTUROSOSO, L. R.; BERGAMIN, C. B.; VALADÃO JÚNIOR, D. D.; LIMA, W. A.; OLIVEIRA, W. B.; SCHLINDWEIN, J. A.; CARON, B. O.; SCHMIDT, D. Avaliação de duas cultivares de soja sob diferentes



JQYWdlOzMxOTcxMTA0Nj-
tBUzo1Mzg0OTYwNzczNjkzN
DVAMTUwNTM5ODg3NzA-
2NA%3D%3D&el=1_x_3&_es-
c=publicationCoverPdf>.

ZUCARELI, C.; CIL, I. R.; PRE-
TE, C. E. C.; PRANDO, A. M.
Eficiência agronômica da ino-
culação à base de *Pseudomonas*
fluorescens na cultura do mi-
lho. Revista Agrarian. v.4, n.13,
p.152-157, 2011. Disponível em:<
[http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/
agrarian/article/view/569/754](http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/569/754)>.



CULTIVO DO MILHO (BRS 2022) SUBMETIDA À ADUBAÇÃO MINERAL NPK E BACTÉRIAS CONDI- CIONADORAS DO SOLO

CORN CULTIVATION (BRS 2022) SUBMITTED TO NPK MINERAL FERTILIZATION AND SOIL CONDI- TIONING BACTERIA

Karen Judite de Carvalho Barbosa¹

Green Biotech Brasil²

Kevin Theo Gentil³

Resumo: A cultura do Milho é de grande importância para a agricultura brasileira e pode ser influenciada por diversos fatores que interferem na produtividade final, destaca-se entre estes o correto manejo da fertilidade do solo, realizando uma adubação correta para alcançar um alto rendimento. Este trabalho teve como objetivo avaliar o desen-

volvimento e a produtividade do milho submetida a diferentes doses de fósforo, potássicas e nitrogenada, constantes, além de avaliar o efeito da inoculação das sementes com bactérias solubilizadoras de fosforo e potássio e fixadoras de N. O experimento foi conduzido na área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de

620

1 Engenheira Agrônoma

2 Empresa de biotecnologia

3 Cientista CEO da Green Biotech Brasil, Inventor e Coletor da Tecnologia Barvar no Brasil



Campina Grande, pombal, PB (UFCG) (CCTA). O experimento foi em blocos casualizados, com 10 tratamentos e 6 repetições, os corresponderam como combinações de adubação mineral NPK com doses de 0%, 50% e 100% da necessidade da cultura e bactérias condicionadoras do solo AzotoBarvar-1® bactéria fixadora de nitrogênio, PhosphoBarvar-2® bactéria com ação de solubilização do fósforo e PotaBarvar-2® bactéria com ação de solubilização de potássio. T1 = Testemunha (sem adubação mineral e bactérias condicionadoras do solo); T2 = com 100% da adubação mineral recomendada para a cultura; T3 AzotoBarvar-1® com adição de 100% de PK; T4 = AzotoBarvar-1® com adição de 50% de nitrogênio mais 100% de PK; T5 = PotaBarvar-2® com adição de 100% de NP; T6 = PotaBarvar-2® com adição de 50%

de potássio mais 100% de NP; T7 = PhosphoBarvar-2® com adição de 100% de NK; T8 = PhosphoBarvar-2® com adição de 50% de fósforo mais 100% de NK; T9 = AzotoBarvar-2®; PotaBarvar-2®; PhosphoBarvar-2®; T10 = AzotoBarvar-1®; PotaBarvar-2®; PhosphoBarvar-2® com adição de 50% de NPK. As plantas foram cultivadas em vasos com capacidade de 45 dm³ por 59 dias, médias de altura de plantas (ALP) e comprimento de folha (CF) 28 dias após a emergência da planta e o Numero de folha (NF) 5 dias após a emergência das plantas submetida a adubação de NPK e bactérias condicionadoras do solo, aos 49 dias após a germinação. Onde houve interação entre tratamento e cultivar. Durante esse período como plantas foram avaliados quanto ao crescimento, acúmulo de matéria seca e produção. A as-



sociação das bactérias condicionadores de solo, com uma dose de 50% da adubação com NPK onde promoveu maior tamanho da espiga, e altura da planta do milho quando comparada ao tratamento sem inoculação das bactérias. Conclui-se que os maiores valores obtidos para os parâmetros de crescimento e fisiológicos foram observados nos tratamentos em que se utilizaram como bactérias condicionadoras do solo via sementes e fertirrigação.

Palavras-chave: Cultivo milho, Pseudomonas, Barvar

Abstract: The corn crop is of great importance for Brazilian agriculture and can be influenced by several factors that interfere in the final productivity, among which the correct management of soil fertility stands out, carrying out a correct fertilization to achieve

a high yield. The objective of this work was to evaluate the development and productivity of maize subjected to different doses of phosphorus, potassium and nitrogen, constant, and to evaluate the effect of inoculating seeds with phosphorus and potassium solubilizing and N-fixing bacteria. conducted in the experimental area of the Center for Agricultural Sciences at the Federal University of Campina Grande (UFCG) (CCTA), in – PB. The experiment was in randomized blocks, with 10 treatments and 6 replications, the treatments corresponded to the combinations of NPK mineral fertilizer with doses of 0%, 50% and 100% of the crop need and soil conditioning bacteria AzotoBarvar-1® fixing bacteria nitrogen, PhosphoBarvar-2® bacteria with phosphorus solubilizing action and PotaBarvar-2® bacteria with potassium



solubilizing action. T1 = Control (without mineral fertilizer and soil conditioning bacteria); T2 = with 100% of the mineral fertilizer recommended for the crop; T3 AzotoBarvar-1® with addition of 100% PK; T4 = AzotoBarvar-1® with addition of 50% nitrogen plus 100% PK; T5 = PotaBarvar-2® with addition of 100% NP; T6 = PotaBarvar-2® with addition of 50% potassium plus 100% NP; T7 = PhosphoBarvar-2® with addition of 100% NK; T8 = PhosphoBarvar-2® with addition of 50% phosphorus plus 100% NK; T9= Nitrogen Barvar-2®; PotaBarvar-2®; PhosphoBarvar-2®; T10= Nitrogen Barvar-1®; PotaBarvar-2®; PhosphoBarvar-2® with addition of 50% NPK. Plants were grown in pots with a capacity of 45 dm³ for 59 days, mean plant height (ALP) and leaf length (CF) 28 days after plant emergence and

Leaf number (NF) 5 days after emergence of plants submitted to NPK fertilization and soil conditioning bacteria, 49 days after germination. Where there was interaction between treatment and cultivar. During this period, the plants were evaluated for growth, dry matter accumulation and production. The association of soil conditioning bacteria, with a dose of 50% fertilization with NPK, which promoted greater ear size, production and height of maize plants when compared to the treatment without bacterial inoculation. It is concluded that the highest values obtained for the growth and physiological parameters were observed in the treatments in which the soil conditioning bacteria via seeds and fertigation were used.

Keywords: Corn cultivation, Pseudomonas, Barvar



Introdução:

O milho (*Zea mays* L.) é uma gramínea tropical originária da América, mais provavelmente na faixa tropical do hemisfério norte, na região do México, é um cereal de grande importância tanto no Brasil quanto no mundo, podendo ser utilizado para a alimentação humana e animal, é o terceiro cereal mais plantado no mundo (SILVA, 2014). Segundo a Conab (2020) a estimativa de produção, considerando as três safras da temporada 2019/2020, está previsto atingir 100,6 milhões de toneladas, tendo um acréscimo de 0,5% em relação a temporada anterior, com área de produção de 4,2 milhões de hectares para a primeira safra. A região nordeste obteve uma área de produção total de 8.161,0 mil/há, com produtividade de 2.699 kg/

ha, e produção de 22.023,8 mil toneladas. O maior estado produtor da região é a Bahia com área de 3.098,8 mil hectares, produtividade de 3.112 kg/há e produção de 9.637,2 mil toneladas.

A cultura do milho é bastante exigente em nutrientes, desde sua implantação até o fim de seu ciclo, as exigências nutricionais também variam de acordo com a finalidade da produção, seja para milho verde, grão, silagem etc., com a variedade trabalhada, tipo de solo, clima e a produtividade esperada. Os macro nutrientes mais exigidos pela cultura são o nitrogênio e o potássio, seguido pelo fosforo, cálcio e magnésio (FERREIRA, 2012). A planta extrai e acumula nutrientes na sua parte aérea em ordem decrescente N>K>Ca>Mg>S>P>Fe>Mn>Zn>B>Cu (SILVA et al., 2016). Segundo Simão et al., (2017) a exportação de nutrientes



por tonelada de grãos produzida foi de 14,2; 1,5; 2,8; 0,07; 0,7 e 1,0 kg de N, P, K, Ca, Mg e S; e de 2; 12; 4; e 16 g de Cu, Fe, Mn e Zn, respectivamente. De acordo com Coelho et al., (2006) a extração de N, P, K, Ca, Mg para grão e silagem (MS) para produção de 3,65 t/há de grãos e 11,6 t/ha de MS são 77 e 115 kg/ha de N; 9 e 15 kg/ha de P; 83 e 69 kg/ha de K; 10 e 35 kg/ha de Ca e 10 e 26 kg/ha de Mg respectivamente.

Nem sempre o solo é capaz de oferece os nutrientes em quantidades suficientes para suprir as necessidades da planta, dessa forma se faz necessário o uso de adubos para complementar os nutrientes do solo. A adubação pode ser de origem sintética que são os adubos resultantes da indústria mineral e petroquímica, biológico com o uso dos bioprodutos que consiste no uso de microrganismos que melhoram a

produção agrícola, promovendo o crescimento das plantas ou com ação protetora a fitopatógenos, ou orgânica que é provenientes dos resíduos animais e vegetais, como esterco bovino, cama de frango, pó de rocha etc. (RODRIGUES et al., 2015). Quando se fala de adubação sintética deve-se levar em conta as consequências que ela pode causar no solo e na planta. Sendo necessário o uso consciente e sem excesso dos adubos minerais, pois o consumo exagerado pode trazer riscos a natureza e saúde dos animais e do homem. Além de aumentarem os custos de produção, são produtos originados de matérias-primas finitas, como o caso do fósforo (NASCIMENTO et al., 2008; MACHADO 2010).

Estudos mostram que o uso contínuo de fontes de nitrogênio amoniacais por longos períodos de tempo podem oca-



sionar a acidez do solo (MELÉM JUNIOR et al., 2001; SCHERER et al., 2012). “p. 68 – 72”. Caires & Milla Constataram que a aplicação continua de 100 kg/ha de nitrogênio aplicado em cobertura no milho acidificou o solo, reduziu os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} trocáveis, a CTC efetiva e a saturação por base. Nascimento et al. (2008) descrevem que os sais de potássio como o KCL quando utilizados de forma inadequadas em excesso podem causar a salinização dos solos, comprometendo dessa forma a qualidade da produção.

Os adubos fosfatados além do fosforo, podem apresentar alguns contaminantes como o cádmio na sua composição, o que pode quando usado em grandes quantidades e de forma inadequada levar a impactos ambientais devido à alta toxicidade do cádmio, o excesso também leva

a contaminação dos corpos aquáticos ocasionando a eutrofização (POP et al., 2008). Além da contaminação do meio ambiente tem o problema da futura escassez das fontes de fosforo, que prevê um esgotamento das reservas mundiais nos próximos 50- 100 anos, já outros estudos dizem que a depleção desse recurso pode levar séculos para ocorrer (PANTANO et al., 2016).

A busca por uma agricultura mais sustentável e consciente, se faz necessário a utilização de tecnologias que possibilitem melhorias na eficiência de aproveitamento dos adubos, podendo-se utilizar cultivares adaptadas que apresentem alto índice de eficiência, e de produtos que possibilitem a diminuição do consumo de adubos sintéticos, como o uso de microrganismos que tem ação de solubilização de fosforo e potássio (BENTO et al.,



2016; MONBARI et al., 2017), fixação de nitrogênio atmosférico aerobiamente e converte-lo em amônia e ficando assimilável para absorção das plantas (BARARS et al., 2016; NATZKE et al., 2018). Com isso objetivou-se com esse trabalho, determinar a melhor combinação entre o fertilizantes minerais e os produtos da linha Barvar (AzotoBarvar-1®, PotaBarvar-2®, PhosphoBarvar-2®) visando diminuir o uso de adubos minerais, e verificar qual combinações de fertilizantes e Barvar influenciou significativamente as características de crescimento e fisiológicas da cultura. A linha de produtos Barvar no Brasil devido a sua composição 10% agentes biológicos que exercem a função de solubilização e fixação dos macro e micro nutrientes, 30% bagaço de cana, 30% perlita e 30% água, podem ser classificados em diferentes

classes de fertilizantes, como fertilizante orgânico composto classe A, Inoculante e condicionador de solo biológico classe F. A classe de Biofertilizante seria uma classe considerada internacional.

Materiais e métodos

O experimento foi conduzido em condições de vasos plástico, em casa de vegetação, localizado no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande, Pombal/PB. A localização geográfica está definida pelas coordenadas: 06° 46' 13" de latitude sul, 37° 48' 06" de longitude oeste e altitude aproximada de 242 m. Segundo a classificação climática de Köppen, o clima predominante na região é do tipo Bsh, o qual se caracteriza como quente e seco, com pluviosidade média anual inferior



a 1000mm/ano com chuvas irregulares e medias anuais térmicas superiores a 25°C.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com seis repetições e dez tratamentos, obtendo um total de sessenta parcelas experimentais. Os tratamentos foram compostos pelas combinações de níveis de (0, 50, 100%) de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) da quantidade exigida pela cultura, sendo doses de (75,5; 74,5; 73 g/vaso) respectivamente, e três condicionadores de solo contendo bactérias (AzotoBarvar-2®, PotaBarvar-2®, PhosphoBarvar-2®), além do tratamento testemunha (sem adubação mineral e sem bactérias condicionadoras do solo) e outro apenas com aplicação de fertilizantes NPK (100%). As quantidades de N, P e K foram calculadas considerando-se as necessidades da cultura.

as unidades experimentais foram compostas de vasos com capacidade de 45 dm³.

Os produtos Barvar (AzotoBarvar-1®, PotaBarvar-2®, PhosphoBarvar-2®) Conhecidos também como (BAR-NAR N, BARVAR P, BARVAR K) podem ser classificados como condicionadores do solo, que promovem o desenvolvimento vegetal e aumento da produtividade agrícola, reduzindo em 50 a 75 por cento do uso de adubos sintéticos. O produto contém estirpes de microrganismo, e utiliza bactérias vivas, sendo essas a *Pantoea agglomerans* (Estirpe 04), *Pantoea agglomerans* (estirpe P5) e *Pseudomonas putida* (Estirpe P13), *Pseudomonas vancoverensis* (estirpe 19-1) e *Pseudomonas koreensis* (Estirpe 14-3). O produto apresenta natureza física sólida de pó molhável, que é composto por bagaço de cana



de açúcar (GREEN BIOTECH, 2020).

A bactéria *Pantoea agglomerans* (Estirpe 04), componente do AzotoBarvar-1®, é heterotrófica gram-negativa que tem a capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico aerobiamente e converter em amônia deixando-o de forma assimilável para absorção das plantas. As bactérias *Pseudomonas vancouverensis* (estirpe 19-1) e *Pseudomonas koreensis* (Estirpe 14-3) que compõem o PotaBarvar-2®, são gram-negativas com a capacidade de hidrolisarem compostos insolúveis de potássio no solo ao redor das raízes, liberando o íon para absorção otimizada pelas plantas (GREEN BIOTECH, 2020).

A *Pantoea agglomerans* (estirpe P5) e *Pseudomonas putida* (Estirpe P13) que são componentes do PhosphoBarvar-2®, ambas são gram-negativas. A P.

agglomerans tem como característica promover o crescimento de plantas produzindo quatro categorias de fitohormônios (AIA, ABA, AG, CT) e atua liberando fosfato a partir de compostos orgânicos, principalmente por segregar enzimas fosfatase (FENG et al., 2006; LUZIATELLI et al., 2020), a *P. putida* é uma bactéria saprofítica, que estimula o crescimento das plantas que coloniza pela capacidade de sintetizar sideróforos e diminuir níveis de hormônios inibidores de crescimento como o de etileno, também secreta o hormônio AIA (BERNAL et al., 2017; PATTEN e GLICK et al., 2002). Tendo a capacidade de liberar o fosfato na forma de compostos inorgânicos principalmente pela produção de ácidos orgânicos (GREEN BIOTECH, 2020).

Em cada unidade experimental foi colocado um litro



de areia mais um litro de brita na base do vaso para facilitar a drenagem, em seguida foi incorporado oito litros de esterco bovino curtido em 35 L de solo sem ser peneirado, formando assim 43 dm³. O semeio foi realizado manualmente, na profundidade de 1,0 cm, onde foram colocadas quatro sementes por vaso, utilizando-se um total de 240 sementes, divididas em 24 sementes por tratamento. As variedades de milho utilizadas foram a BRS 2022 que é um híbrido duplo, tendo como características agrônômicas, o florescimento feminino e masculino aos 58 dias após a germinação, altura da planta de 213 cm e altura da espiga 113 cm, apresenta um Stand final de 50.000 pl/hc, textura do grão é semidentadas, de cor alaranjada, com alto grau de empalhamento e um peso de 1000 sementes de 358 g (PACHECO et al., 2009).

O milho crioulo da região, que apresenta a possibilidade de ser utilizada em agrossistemas de baixo uso de insumos, tendo como característica a rusticidade, e por não apresentam necessidades de tratamentos com fungicidas. Estudos mostram que o crioulo apresenta capacidade de competição com as variedades comerciais, em sistemas de produção que utilizam baixo ou nenhum uso de insumos. Sendo assim vantajosos já que apresentam um baixo custo de produção, já que, as sementes são produzidas na propriedade, são responsivos em solos de baixa e média fertilidade, e diminui a dependência dos agricultores aos pacotes agrotecnológicos.

As sementes foram tratadas com os produtos Barvar no dia do semeio de acordo com os tratamentos propostos, foi utilizado uma dose de 5 ml de água



onde foi dissolvido 0,192 g de cada produto Barvar, de acordo com as recomendações do produto. A adubação mineral foi realizada em cobertura e com fontes de ureia, MAP e KCl, e ocorreram aos 10, 17, 24, 31 e 38 dias após a emergência das plantas, sendo utilizadas as doses de acordo com os tratamentos, a aplicação dos produtos Barvar foram realizadas 15 e 30 dias após a emergência, também em cobertura. Os controle de doenças e de pragas foram realizados de acordo com as necessidades da cultura, com produtos registrados para a cultura.

A primeira avaliação de crescimento ocorreu 15 dias após a emergência das plantas, quando a maioria estavam no estágio fenológico V3 (três folhas totalmente expandidas), a segunda avaliação de crescimento ocorreu 28 dias após a emergência, quan-

do a maioria das plantas estavam do estágio fenológico V6 (seis folhas totalmente expandidas). Foram colhidas uma planta de cada unidade experimental, totalizando 60 plantas, para determinação de matéria fresca e seca da planta. Para a determinação da massa fresca das plantas, as folhas foram separadas do colmo e pesadas em balança, em seguida foram colocadas em sacos de papel, e colocadas para secas em estufa com aeração forçada a 65°C até atingir peso constante.

A determinação da altura da planta em centímetros foi obtida com o auxílio de uma régua, e compreendeu a distância entre a região da superfície do solo até a inserção da última folha expandida. Também foi determinado o diâmetro do colmo em centímetro com auxílio de um paquímetro, o número de folhas foi obtido, pela conta da quanti-



dade de folhas expandidas, comprimento e largura das folhas em centímetros. As trocas gasosas foram avaliadas, utilizando um equipamento portátil de medição de fotossíntese “LCPro+” da ADC BioScientific Ltda, operando com controle de temperatura a 25°C, irradiação de 1200 μmol fôtons $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ CO_2 proveniente do ambiente à uma altura de 3 m da superfície do solo, obtendo-se as seguintes variáveis: Taxa de assimilação de CO_2 (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração (E) ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática (gs) ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e concentração interna de CO_2 (Ci), eficiência intrínseca no uso da água (EiUA) (A/E) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$] e a eficiência instantânea da carboxilação (EiCi)(A/C_i)

Médias de altura de plantas (ALP) e Comprimento de folha (CF) 28 dias após a emergência da planta e o Numero de folha (NF) 5 dias após a emergência das plantas submetida a adubação de NPK e bactérias condicionadoras do solo, aos 49 dias após a germinação. Onde houve interação entre tratamento e cultivar.

	ALT		CF		NF	
	C1	C2	C1	C2	C1	C2
T1	29,200Aa	28.640Aa	74,560Aa	73.420Aa	3.000Aa	3.000Ba
T2	25,820Ba	29.340Aa	63,340Ba	71.500Aa	2.900Aa	3.200Ba
T3	30,320Aa	30.620Aa	72,420Aa	73.160Aa	2.600Ab	3.000Ba
T4	29,900Aa	27.020Aa	68,120Aa	62.000Aa	2.700Ab	3.200Ba
T5	31,100Aa	29.120Aa	70,620Aa	72.520Aa	2.800Ab	3.600Aa
T6	31,460Aa	26.660Ab	73,920Aa	65.460Aa	2.900Aa	3.100Ba
T7	25,120Ba	27.860Aa	61,840Bb	73.160Aa	2.900Aa	3.200Ba
T8	28,920Aa	29.720Aa	69,700Aa	68.380Aa	2.500Ab	3.500Aa
T9	25,600Bb	29.980Aa	61,380Ba	69.380Aa	2.600Ab	3.200Ba
T10	27,000Ba	30.380Aa	66,560Ba	71.400Aa	2.700Ab	3.300Ba



Teste de média para a taxa de assimilação de CO₂ (A), condutância estomática (gs), transpiração (E) e concentração interna de CO₂ (Ci), de plantas de abobrinha italiana, em função do uso de condicionadores do solo e macronutrientes primários, aos 28 dias após a emergência.

	FOTO		gs		Ci		EUA		EiCi	
	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
T 1	29,700Aa	29,636Aa	0,232Aa	0,216Aa	71,000Aa	69,720Aa	8,292Aa	8,400Aa	0,418Aa	0,426Ba
T 2	28,160Aa	30,084Aa	0,200Bb	0,226Aa	62,126Ba	62,772Aa	7,510Ba	7,060Ca	0,490Aa	0,488Ba
T 3	26,922Bb	31,538Aa	0,188Bb	0,220Aa	57,562Ba	46,876Bb	7,274Ba	7,598Ba	0,494Ab	0,681Aa
T 4	28,600Aa	27,794Ba	0,196Ba	0,212Aa	50,866Bb	73,876Aa	7,612Ba	7,124Ca	0,568Aa	0,379Bb
T 5	26,312Bb	29,792Aa	0,192Bb	0,218Aa	72,102Aa	65,950Aa	7,218Ba	7,600Ba	0,372Aa	0,469Ba
T 6	24,810Ba	24,220Ca	0,166Ba	0,170Ba	52,890Bb	71,750Aa	7,264Ba	7,058Ca	0,479Aa	0,342Bb
T 7	28,382Aa	26,802Ba	0,204Ba	0,188Ba	58,760Ba	64,186Aa	7,042Ba	7,090Ca	0,493Aa	0,425Ba
T 8	30,042Aa	27,180Bb	0,224Aa	0,200Aa	62,350Ba	68,812Aa	7,470Ba	6,998Ca	0,485Aa	0,423Ba
T 9	27,246Ba	27,038Ba	0,192Ba	0,200Aa	61,000Bb	72,310Aa	7,186Ba	7,516Ba	0,455Aa	0,378Ba
T10	26,340Ba	23,718Ca	0,182Ba	0,166Ba	55,126Bb	65,888Aa	7,200Ba	6,714Ca	0,495Aa	0,367Bb

Teste de média para Massa fresca de parte aérea (MF) e Massa seca de parte aérea (MS) aos 28 dias após a emergência das plantas.

	MF		MS	
	C1	C2	C1	C2
T 1	101,74Bb	137,06Da	10,94Bb	13,81Da
T 2	75,40Db	169,00Aa	9,08Cb	22,77Aa
T 3	109,87Ab	143,33Ca	11,15Bb	14,39Da
T 4	88,07Cb	109,77Fa	9,77Ca	10,64Ea
T 5	92,09Cb	136,13Da	10,30Cb	13,06Da
T 6	111,75Ab	124,53Ea	12,23Ab	13,94Da
T 7	79,46Db	112,90Fa	9,63Cb	11,43Ea
T 8	82,84Db	160,07Ba	9,70Cb	18,06Ba
T 9	107,94Ab	156,26Ba	11,59Bb	18,67Ba

Delineamento experimental e descrição dos tratamentos, instalação e condução do experimento

Em cada unidade experimental foi colocado um litro de areia mais um litro de brita na

base do vaso para facilitar a drenagem, em seguida foi incorporado oito litros de esterco bovino curtido em 35 L de solo sem ser peneirado, formando assim 43 dm , foi colocada uma cobertura morta de palhada de milho sobre o solo, os vasos foram dispostos



em seis linhas cada um com dez
vasos.



Vista do experimento 15 dias após a emergência da abobrinha Fonte: Autora.



Vista do experimento aos 36 dias após a emergência. Fonte: Autora. 5



Plantas do Milho na última avaliação de crescimento aos 59 dias após a emergência.

Conclusões

O uso das bactérias condicionadoras do solo associadas dos Produtos da linha BARVAR com 50% da adubação mineral, apresentou resultados semelhantes ao tratamento em que se foi utilizado apenas adubação química para as variáveis de desenvolvimento fenológico da planta e para as variáveis de trocas gasosas (gs, Taxa de assimilação de CO₂, EiUA, EICl), apenas para a fotossíntese o tratamento

com 100% da adubação mineral foi superior ao tratamento com redução de 50% da adubação em consorcio com as bactérias. Já para o peso de matéria fresca (MF) e matéria seca (MS), o uso das bactérias condicionadoras do solo associadas a 50% da adubação mineral foi superior ao do tratamento que utilizou apenas adubação química.

A variedade crioula se mostrou ser mais responsiva a adubação química e biológica em relação a variedade BRS 2022.

Referencias

- BAARS, O.; ZHANG, X.; MOREAL, F. M. M.; SEYED-SAYAMDOST, M. R. The Siderophore Metabolome of *Azotobacter vinelandii*. *Journal Applied and Environmental Microbiology*. v. 82, n. 1, p. 27-39, 2016.
- BENTO, R. U.; PELÁ, A.; RIBEIRO, M. A.; SILVA, J. A. G.; CRUZ, S. J. S. Contribuição de Bioestimulantes contendo Microrganismos Rizosféricos na Absorção de Fósforo pelo Milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*. v.15, n.3, p. 572-581, 2016.
- BERNAL, P.; ALLSOPP, L. P.; FILLOUX, A.; LLAMAS, M. The *Pseudomonas putida* T6SS is a plant warden against phytopathogens. *Journal International* CAIRES, E. F.; MILLA, R. Adu-
bação nitrogenada em cobertura para o cultivo de milho com alto potencial produtivo em sistema de plantio direto de longa duração. *Revista Bragantia*. v.75, n.1, 2016.
- Coelho. A. M. Nutrição e Adu-
bação no Milho. EMBRAPA Mi-
lho e Sorgo. Circular Técnica 78. 2006.
- CONAB. Companhia Nacio-
nal de Abastecimento. Acompan-
hamento de safra brasileira:
grãos: décimo levantamento:
julho 2020. Safra 2019/2020. v.
7 Brasília, DF, 2020. Disponível
em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 25 de jul. 2020.
- FENG, Y.; SHEN, D.; SONG, W.



Rice endophyte *Pantoea agglomerans* YS19 promotes host plant growth and affects allocations of host photosynthates. *Journal of Applied Microbiology*. v. 100, p. 938-945, 2006.

FERREIRA, M. M. M. Sintomas de Deficiência de Macro e Micronutrientes de Plantas de milho Híbrido BRS 1010. *Revista Agroambiente Online*. v. 6, n. 1, p. 74-83, 2012.

Insumos Biológicos: Azotobarvar, Potabarvar, Phosphatebarvar, Green Biotech Brasil. Disponível em: < <http://www.greenbiotech.com.br/>> acesso em: 05 de junho de 2020

LUZIATELLI, F.; FICCA, A. G.; MELINI, F.; RUZZI, M. Genome Sequence of the Plant Growth-Promoting Rhizobacterium *Pantoea agglomerans* C1. *Journal*

American Society for Microbiology. v. 8, n. 44, p 1-2, 2019.

MELLÉM JÚNIOR, N. J.; MAZZA, J. A.; DIAS, C. T. S.; BRISKE, E. G. Efeito de Fertilizantes Nitrogenados na Acidificação de um Argissolo Vermelho Amarelo Latossólico Distrofício Cultivado com Milho. *Amapá ciênc. e tecnol.*, Macapá, v.2, n.1, p. 75-89, abro 2001.

NASCIMENTO, M.; MONTE, M. B. M.; LOUREIRO, F. E. L. Agrominerais – Potássio. IN: LUZ, A. B.; LINS, F. A. F. Rochas e minerais industriais. Rio de Janeiro, p. 175-203, 2008.

NATZKE, J.; NOAR, J.; BRUNO-BÁRCENA, J. M. *Azotobacter vinelandii* Nitrogenase Activity, Hydrogen Production, and Response to Oxygen Exposure. *American Society Microbiology*.



v. 84, n. 16, p. 1-10, 2018.

PACHECO, C. A. P.; PARENTONI, S. N.; GUIMARÃES, P. E. O.; GAMA, E. E. G.; MEIRELLES, W. F.; FERREIRA, A. S.; CASELA, C. R.; SILVA, A. R.; GUIMARÃES, L. J. M.; ROCHA, L. M. P.; GARCIA, J. C.; CARDOSO, M. J.; CARVALHO, H. W. L.; PAES, M. C. D.; COSTA, R. V. BRS 2022: Híbrido Duplo de Milho. EMBRAPA Milho e Sorgo. Comunicado Técnico 174. 2009.

RODRIGUES, R. B.; OZORIO, L. M.; PINTO, C. L. B.; BRANDÃO, L. E. T. Opção de troca de produtos na indústria de fertilizantes. Revista administração. v. 50, n. 2, p. 129-140, 2015.

SILVA, R. L. L.; SILVA, C. G. M.; MOREIRA, S. G.; GUTIÉRREZ, A. M. Marcha de absorção

de nutrientes em cultivares de milho. XXXI Congresso Nacional de Milho e Sorgo. Bento Gonçalves – RS. p. 210 – 213, 2016.

SILVA, S. Plantas Forrageiras de A a Z. Aprenda Facil. 2ª Edição, Viçosa – MG, 311p. 2014.

SIMÃO, E. P.; RESENDE, A. V.; GONTIJO NETO, M. M.; BORGHI, E.; MARTINS, D. C.; VANNIN, A. Demanda de Nutrientes Pelo Milho Safrinha em Função da Época de Semeadura e Adução. Revista Brasileira de Milho e Sorgo. v.16, n.3, p. 481-494, 2017.





JOURNAL OF INTERDISCIPLINARY DEBATES



Periodicojs
EDITORA ACADÊMICA

