

O FUTURO DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

INOVAÇÕES E
DESAFIOS 3



Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Marileia Barros Furtado
Gerson Freitas Vieira Neto
(Organizadores)

Atena
Editora
Ano 2024

O FUTURO DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

INOVAÇÕES E
DESAFIOS 3



Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Marileia Barros Furtado
Gerson Freitas Vieira Neto
(Organizadores)

Atena
Editora
Ano 2024

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Ellen Andressa Kubisty

Luiza Alves Batista

Nataly Evilin Gayde

Thamires Camili Gayde

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2024 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2024 Os autores

Copyright da edição © 2024 Atena

Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena

Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Agrárias

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Ariadna Faria Vieira – Universidade Estadual do Piauí

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Jessica Mansur Siqueira Crusoé – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

O futuro das ciências agrárias: inovações e desafios 3

Diagramação: Ellen Andressa Kubisty
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Mariléia Barros Furtado
Gerson Freitas Vieira Neto

| Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) | |
|--|--|
| F996 | <p>O futuro das ciências agrárias: inovações e desafios 3 / Organizadores Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos, Mariléia Barros Furtado, Gerson Freitas Vieira Neto. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2024.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-2789-6 DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.896240310</p> <p>1. Ciências agrárias. 2. Inovação tecnológica. 3. Sustentabilidade. I. Matos, Raissa Rachel Salustriano da Silva (Organizadora). II. Furtado, Mariléia Barros (Organizadora). III. Vieira Neto, Gerson Freitas (Organizador). IV. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 630</p> |
| Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166 | |

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

As ciências agrárias estão atravessando uma transformação profunda, impulsionada por inovações tecnológicas, mudanças climáticas e uma crescente demanda por sustentabilidade. Nos últimos anos, o progresso científico nessa área tem sido fundamental na busca por soluções que equilibrem o aumento da produtividade agrícola com a preservação ambiental. O que por séculos foi guiado por práticas tradicionais, hoje se depara com um novo cenário, onde ferramentas e técnicas como agricultura de precisão, biotecnologia, inteligência artificial e o uso de drones estão remodelando a produção de alimentos, fibras e bioenergia.

No entanto, esses avanços trazem consigo novos desafios. A crescente pressão por aumentar a produtividade de forma sustentável em um contexto de mudanças climáticas é uma das questões centrais da atualidade. A gestão responsável dos recursos naturais, a preservação da biodiversidade e a adaptação a eventos climáticos extremos emergem como preocupações essenciais na criação de práticas agrícolas mais resilientes. A urgência por inovações é evidente, exigindo a formação de profissionais altamente capacitados, capazes de integrar novos conhecimentos científicos com as realidades locais e globais.

Este livro convida o leitor a refletir sobre as novas fronteiras das ciências agrárias, explorando as inovações que estão transformando a agricultura e os desafios a serem superados para garantir um futuro mais sustentável e próspero. Através de pesquisas e estudos de caso, são oferecidas perspectivas sobre um setor que, apesar de suas raízes tradicionais, encara o futuro com grandes expectativas e responsabilidades.

Ao longo desta obra, o leitor encontrará uma fonte rica de conhecimento e inspiração, que aborda as questões essenciais para o desenvolvimento de soluções inovadoras e integradas. Se por um lado o campo das ciências agrárias enfrenta desafios cada vez mais complexos, por outro, a capacidade humana de inovar e adaptar-se tem demonstrado uma força extraordinária. Este prefácio serve como um convite para uma jornada reflexiva e propositiva sobre o futuro da agricultura e seu papel crucial no mundo moderno.

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Mariléia Barros Furtado
Gerson Freitas Vieira Neto

CAPÍTULO 1 1**A IMPORTÂNCIA DO MICRONUTRIENTE FERRO PARA AS PLANTAS: UMA BREVE REVISÃO**

Felipe Valadares Ribeiro Avelar

Fábio Luiz de Oliveira

José Francisco Teixeira do Amaral

Marcelo Antonio Tomaz

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8962403101>**CAPÍTULO 2 15****RESGATE DE ANIMAIS VÍTIMAS DE MAUS TRATOS – RELATO DE CASO**

João Paulo Benites Ribeiro

Débora Rochelly Alves Ferreira

Rodrigo Augusto de Almeida Guimarães

Domingos Fernandes Lugo Neto

Hannah da Costa Soares

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8962403102>**CAPÍTULO 322****ESTRESSE SALINO E TÉRMICO EM SEMENTES DE SOJA SUBMETIDAS AO CONDICIONAMENTO OSMÓTICO COM POLIETILENO GLICOL**

Gislaine da Silva Pereira

Tathiana Elisa Masetto

Leilaine Gomes da Rocha

Rafaela Martins de Araújo

Daynara da Silva Martins

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8962403103>**CAPÍTULO 437****DENSIDADE DE PLANTIO E SUA IMPORTÂNCIA NO PLANEJAMENTO DA FERTIRRIGAÇÃO E PROCEDIMENTOS DE CÁLCULOS DO NÚMERO DE PLANTAS NUMA ÁREA COM FORMAS DIFERENTES DE PLANTIO E USO DE ADUBOS MINERAL OU ORGÂNICOS SÓLIDOS OU LÍQUIDOS**

José Crispiniano Feitosa Filho

José Maria Pinto

Guttemberg da Silva Silvino

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8962403104>**CAPÍTULO 5 61****ZONEAMENTOS DE ÁREAS BRASILEIRAS FAVORÁVEIS À PRAGA QUARENTENÁRIA AUSENTE *Epiphyas postvittana* CONSIDERANDO VINTE E DOIS HOSPEDEIROS**

Rafael Mingoti

Maria Conceição Peres Young Pessoa

Leonardo Massaharu Moriya

Pedro Luís Blasi de Toledo Piza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8962403105>

CAPÍTULO 676

INFLUÊNCIA DE PORTA-ENXERTOS NA ABSORÇÃO DE NUTRIENTES, PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DA UVA 'NIAGARA ROSADA' PARA MESA NA REGIÃO SUDESTE BRASILEIRA

Leonardo Silva Campos

Catherine Amorim

Marco Antonio Tecchio

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8962403106>

SOBRE OS ORGANIZADORES93

ÍNDICE REMISSIVO94

A IMPORTÂNCIA DO MICRONUTRIENTE FERRO PARA AS PLANTAS: UMA BREVE REVISÃO

Data de submissão: 02/09/2024

Data de aceite: 01/10/2024

Felipe Valadares Ribeiro Avelar

<http://lattes.cnpq.br/37444678012524180>

Fábio Luiz de Oliveira

<http://lattes.cnpq.br/8904451083627425>

José Francisco Teixeira do Amaral

<http://lattes.cnpq.br/1032225749434466>

Marcelo Antonio Tomaz

<http://lattes.cnpq.br/7116075671588859>

RESUMO: O Ferro (Fe) é um micronutriente essencial para as plantas, sendo importante para processos metabólicos vitais como a fotossíntese, respiração celular, biossíntese de clorofila, hemeoproteínas e proteínas Ferro-Enxofre (Fe-S). As plantas utilizam duas estratégias principais para absorver Fe: a Estratégia I, comum em eudicotiledôneas e monocotiledôneas não gramíneas, que envolve a acidificação da rizosfera e a redução do Fe^{3+} para Fe^{2+} e a Estratégia II, predominante nas gramíneas, que consiste da liberação de fitossideróforos para quelação do Fe^{3+} . O transporte de Fe no interior das plantas é facilitado por moléculas quelantes, como citrato e nicotianamina, e envolve

diversos transportadores específicos. O Fe acumulado é armazenado principalmente em cloroplastos e mitocôndrias, onde desempenha um papel fundamental na fotossíntese e na respiração, além de também ser armazenado nas fitoferritinas, proteínas ocas com forte ação ferroxidase importantes na manutenção da homeostase do Fe na planta. A deficiência de Fe leva a sintomas como clorose interneval com coloração esbranquiçada em casos mais severos, e redução da taxa fotossintética. A toxidez por Fe causa o sintoma conhecida como bronzeamento, sendo um problema principalmente em solos encharcados, afetando o rendimento de culturas.

ABSTRACT: Iron (Fe) is an essential micronutrient for plants, playing a crucial role in vital metabolic processes such as photosynthesis, cellular respiration, and the biosynthesis of chlorophyll, hemeoproteins, and iron-sulfur (Fe-S) proteins. Plants utilize two main strategies to absorb Fe: Strategy I, common in eudicots and non-graminaceous monocots, involves rhizosphere acidification and the reduction of Fe^{3+} to Fe^{2+} ; and Strategy II, predominant in grasses, which involves the release of phytosiderophores to chelate Fe^{3+} . The transport of Fe

within the plant is facilitated by chelating molecules such as citrate and nicotianamine and involves various specific transporters. Accumulated Fe is primarily stored in chloroplasts and mitochondria, where it plays a fundamental role in photosynthesis and respiration. Additionally, Fe is stored in phytoferritins, hollow proteins with strong ferroxidase activity that are important for maintaining Fe homeostasis in the plant. Fe deficiency leads to symptoms such as interveinal chlorosis, with whitening in more severe cases, and reduced photosynthetic rates. On the other hand, Fe toxicity results in a condition known as bronzing, which is particularly problematic in waterlogged soils, affecting crop yields.

ABSORÇÃO E TRANSPORTE DE FERRO

Há duas estratégias utilizadas pelas plantas para absorção de Fe, quais sejam, Estratégia I e Estratégia II (MARSCHNER; RÖMHELD & KISSEL, 1986), mecanismos os quais são descritos a seguir.

Estratégia I

Comum em eudicotiledôneas e monocotiledôneas não gramíneas, a Estratégia I, também chamada acidificação/redução, é baseada na extrusão de prótons na rizosfera por meio da ação das proteínas integrais H⁺-ATPases, presentes também na membrana plasmática das células radiculares, promovendo a diminuição do pH da rizosfera, culminando no aumento da solubilidade do Fe nessa região (SANTI et al., 2005). Outro processo envolvido na Estratégia I é a quelatação do Fe³⁺ através da liberação de ácidos orgânicos e compostos fenólicos pelas células radiculares na solução do solo (WHITE, 2011).

É importante ressaltar que as plantas que usam a Estratégia I só absorvem Fe na forma de Fe²⁺, portanto, após a aproximação do Fe³⁺ quelatado à membrana plasmática, ele é reduzido a Fe²⁺, pela enzima Fe³⁺-quelato redutase (FRO2), e então transportado para as células da raiz pelo transportador IRT1 (MORRISSEY & GUERINOT, 2009).

O complexo formado pela enzima FRO2 e pelo transportador IRT1 são considerados os componentes mais importantes relacionados a Estratégia I. Estudos evidenciam que plantas mutantes, com superexpressão de FRO2 nas suas raízes, são mais tolerantes a condições limitantes por excesso de Fe (OKI et al., 2004; VASCONCELOS et al., 2006; ISHIMARU et al., 2007). Também há resultados em plantas de *Arabidopsis* mencionando que o nocaute do gene *irt1-1*, que leva a perda de função do IRT1, teve como consequência a redução no acúmulo de Fe na parte aérea das plantas, sugerindo que este transportador seja o principal envolvido na absorção de Fe (CONNOLLY et al., 2002; VERT et al., 2002). Estudos indicaram que IRT1 e FRO2 são coregulados e dependentes do fator de transcrição basic helix-loop-helix (FIT), juntos, os três componentes FRO2, IRT1 e FIT são essenciais para o crescimento e desenvolvimento da planta e a ausência de um deles leva a deficiência de Fe e clorose foliar em *Arabidopsis* (COLANGELO & GUERINOT, 2004).

Estratégia II

A Estratégia II, comum em grande parte das plantas da família *Poaceae*, consiste na liberação de aminoácidos não proteinogênicos, chamados de fitossideróforos (FS), que são moléculas que possuem alta afinidade com Fe^{3+} , destacando-se dentre eles os ácidos mugineicos (AMs) (WHITE & BROADLEY, 2009; GUERINOT, 2010). Os AMs são exsudados para a rizosfera através de transportadores conhecidos como TOM1, para se ligarem ao Fe^{3+} (NOZOYE et al., 2011). Resultado da ligação entre o AMs e o Fe^{3+} há formação do Fe^{3+} -FS, que é absorvido pelas células em simporte com H^+ através de transportadores conhecidos como YS1 (Yellow Stripe 1) e YSL (Yellow Stripe 1-Like) (SCHAAF et al., 2006).

Em comparação com a Estratégia I, a quelação é menos dependente da redução do pH da rizosfera, sendo constatada uma correlação alta entre a quantidade de FS exsudados e a tolerância a deficiência de Fe no solo (MORRISSEY & GUERINOT, 2009).

Plantas que utilizam a Estratégia II podem promover relações ecológicas diferentes no ambiente, como por exemplo, há estudos demonstrando que o complexo Fe^{3+} -FS formado a partir de FS exsudados das raízes de milho podem ser absorvidos diretamente por outras plantas (dicotiledôneas) próximas, utilizando um transportador que é codificado por um gene pertencente à família dos YSL, localizados na epiderme da raiz (XIONG et al., 2013), representando assim, uma estratégia interessante de absorção de Fe para dicotiledôneas em consórcio com monocotiledôneas da família *Poaceae* (COLOMBO et al., 2014).

TRANSLOCAÇÃO

Após sua absorção, o Fe é transportado via simplasto, através das células radiculares, para então ser translocado via xilema para a parte aérea das plantas. Devido a sua baixa mobilidade, o Fe é translocado associado a molécula quelante, geralmente o citrato (DECHEN et al., 2018). Essa necessidade é evidenciada uma vez que, na deficiência de Fe, há aumento significativo de citrato, malato e succinato na seiva do xilema (LÓPEZ-MILLÁN et al., 2000). Outros estudos também definiram que a nicotianamina e ácidos mugineicos são agentes quelantes importantes na translocação de Fe na planta (BROWN & CHANEY, 1971; HELL & STEPHAN 2003; KAKEI et al., 2009).

O transporte do quelatado de Fe e citrato via simplasto é realizado pela enzima FRD3 (Ferric Reductase Defective 3) (DURRET et al., 2007). Em plantas com o gene *AtFRD3*, responsável pela expressão do FRD3, nocauteado, pesquisadores encontraram 40% menos citrato e 49% menos Fe comparado a plantas normais (GREEN & ROGERS, 2003). As plantas também são capazes de utilizar compostos fenólicos para translocação de Fe, que são transportados ao xilema pelo transportador PEZ1, por sua vez, os ácidos mugineicos são transportados pelo transportador TOM2 (transporter of mugineic acid 2) (ISHIMARU et al., 2011).

Uma vez no xilema, o Fe quelatado é levado até a parte aérea da planta através do fluxo transpiratório e nesse processo, por estar localizado no espaço apoplástico, o Fe precisa ser novamente absorvido pelas células. Esse transporte é realizado pelos transportadores da família dos YSL e YSL1, estando presentes tanto em dicotiledôneas como monocotiledôneas. O Fe também pode ser reduzido no interior da planta a partir da expressão de genes FRO e transportado para o floema meio do IRT, NAMRAP e outros transportadores e assim ser translocado pela planta (KOBAYASHI & NISHIZAWA, 2012).

ARMAZENAMENTO E FUNÇÕES

Após ser absorvido, o Fe precisa ser distribuído para as organelas no interior das células onde desempenhará suas funções metabólicas. O Fe é requerido em grandes quantidades pelos cloroplastos e mitocôndrias pois participa de vários processos de transferência de elétrons na fotossíntese e na respiração celular (DECHEN, 2018). O Fe também é um importante cofator enzimático para diversas enzimas, heme proteínas, biossíntese de clorofila, proteínas Fe-S (ferro-enxofre), como as ferredoxinas.

As ferredoxinas são constituintes de sistemas redox, importantes na assimilação de nitrogênio, pois atuam na proteção contra o estresse oxidativo, causado por espécies reativas de oxigênio, (p. ex. H_2O_2 , $OH\cdot$, $O_2\cdot^-$) (BROADLEY et al., 2012; CURIE et al., 2009). O Fe também pode ser armazenado nos vacúolos que juntamente com as proteínas de transporte regulam a homeostase desse micronutriente nas células (DECHEN et al., 2018).

Cloroplastos

A organela que mais acumula ferro em seu interior é o cloroplasto com cerca de 70-90% do teor de Fe encontrado na célula. O transporte do Fe para o interior da organela é realizado pelo transportador PIC1 (Permease In Chloroplasts 1) localizado na membrana dos cloroplastos (DUY et al., 2007). Jeong & Guerinot (2009) sugerem também a possibilidade de alguns transportadores da família do IRT1, que transporta Fe^{2+} , participarem do transporte para o interior dos cloroplastos, uma vez que a enzima FRO7, uma isoforma da FRO, é encontrada na membrana dos cloroplastos. Um indicativo para esse entendimento é que plantas que receberam nocaute para o gene *fro7*, apresentaram uma redução significativa dos teores de Fe nos cloroplastos e, por consequência, exibiram sintomas de clorose severa e alto decréscimo na taxa fotossintética.

É importante também ressaltar os mecanismos de transporte de Fe para fora desta organela, o qual se descreve o envolvimento de possíveis dois transportadores da família YSL (*atYSL4* e *atYSL6*) realizando o efluxo de Fe dos cloroplastos. O nocaute desses genes resultou em plantas de *Arabidopsis* ao acúmulo de Fe nos cloroplastos e o incremento da expressão de fitoferritina (DIVOL et al., 2013).

A grande concentração de Fe nos cloroplastos é devida a sua função diretamente relacionada ao processo de transferência de elétrons entre os Fotossistemas II e I (PS I e PS II) (NOUET et al., 2011). O Fe também desempenha um papel estrutural e funcional na integridade das membranas dos tilacóides (BROADLEY et al., 2012). Cerca de 20 átomos de ferro estão relacionados com a cadeia de transporte de elétrons nas membranas dos tilacóides, distribuídos entre o PS I, com 12 átomos por complexo, sendo considerado o principal dreno devido ao seu alto teor de Fe, seguido pelo Complexo Citocromo b6f (5 átomos) e o PS II (3 átomos) (RAVEN et al., 2021).

Devido ao maior número de átomos associados ao complexo PS I, a sua atividade é mais afetada que a do PS II, em condições de deficiência de Fe. Morales et al. (1991) estudando efeito do suprimento de Fe em folhas cloróticas, evidenciaram maior aumento na atividade transportadora de elétrons do PS I, em comparação com a do PS II. A atividade do Complexo Citocromo b6f também é reduzida na deficiência de Fe, mas também em menor grau comparada ao PS I (NISHIO et al., 1985).

O Fe também está associado à síntese de proteínas e um decréscimo em seus teores resulta em redução na síntese de proteínas solúveis (NISHIO et al., 1985). Levando em consideração que a enzima Rubisco (1,5-Ribulosebifosfato carboxilase oxigenase) representa cerca de 50% do total de proteínas solúveis no cloroplasto (MUSGROVE & ELLIS, 1979), essa diminuição na síntese de proteínas afeta diretamente a produção dessa enzima e prejudica o processo fotossintético. Além disso, há estudos apontando que o número total de ribossomos nas células diminui em condições de deficiência de Fe nas folhas (LIN & STOCKING, 1978).

Outros estudos evidenciaram que a deficiência de Fe pode causar danos foto-oxidativos (NOUET et al., 2011). Duy et al. (2007) relataram que plantas mutantes, com deficiência do transportador PIC1 (Permease In Chloroplasts 1), apresentaram clorose e nanismo severos e foram incapazes de crescer em condições habituais, além de apresentarem acentuada má formação dos cloroplastos.

Mitocôndrias e Vacúolo

As mitocôndrias também se destacam como um importante dreno de Fe nas células para o funcionamento dos complexos proteicos associados a cadeia de fosforilação oxidativa, além de ser nessas organelas onde ocorre a biossíntese dos grupos prostéticos heme (citocromos) e das proteínas Fe-S (LILL et al., 2015).

Os complexos associados a cadeia de transporte de elétrons são formados por grupos Fe-S, dentre outras moléculas, como por exemplo o complexo I que possui 8 centros de Fe-S, o complexo II, que possui uma subunidade composta pela proteína Fe-S SDH2 (SILVA, 2016). Além disso, há a formação de proteínas heme, dentre as mais conhecidas estão os citocromos, sobretudo o citocromo c, que contém um complexo Heme Fe-Porfirina (BROADLEY et al., 2012).

O influxo de Fe para as mitocôndrias é realizado pelo transportador MIT (Mitochondrial Iron Transporter) (BASHIR et al., 2011). Dentro da organela, as frataxinas mediam a biogênese das Fe-S (BUSI et al., 2006; VAZZOLA et al., 2007).

Já nos vacúolos celulares, o Fe é acumulado regulando a homeostase celular em resposta a concentração deste metal no citosol, realizando o influxo ou efluxo de Fe através de transportadores como o FPN2/IREG2 e VIT1, que transportam Fe do citosol para o interior do vacúolo (MORRISSEY et al., 2009) e NRAMP3 e NRAMP4 que atuam no efluxo de Fe do interior do vacúolo para o citosol (MARY et al., 2015).

Fitoferritinas

As fitoferritinas são proteínas ocas encontradas tanto nos cloroplastos como nas mitocôndrias, com forte atividade ferroxidase, que oxidam o Fe^{2+} a Fe^{3+} . Estas proteínas armazenam em seu interior até 5000 átomos de Fe na forma de óxido férrico hidratado com fosfato $(FeO.OH)_8.(FeO.OPO_3H_2)_2$ (SECKBACK, 1982).

As fitoferritinas são proteínas consideradas vitais na manutenção da homeostase de Fe e na proteção contra o estresse oxidativo, principalmente nos cloroplastos e mitocôndrias, principais sítios de formação de EROs (espécies reativas de oxigênio), que são moléculas instáveis e extremamente reativas capazes de transformar outras moléculas com as quais colidem (BROADLEY et al., 2012). As EROs são geradas em grande quantidade durante o estresse oxidativo, condição em que são afetadas moléculas como proteínas, carboidratos, lipídeos e ácido nucleicos. O dano peroxidativo causado às células pelas EROs induzidas pelo Fe é minimizado pelo grande sequestro deste metal pelas fitoferritinas (RAVET et al., 2009; BRIAT et al., 2010).

Estas proteínas também podem ser encontradas em outros locais como no xilema e floema (SMITH et al., 1984), além de estarem presentes em altas concentrações em algumas sementes. O Fe ligado a ferritina representa cerca de 92% do Fe total em embriões de ervilha e 69% em feijão (MARENTES & GRUSAK, 1998; HOPPLER et al., 2009). Um fator que pode prejudicar a disponibilidade de Fe em sementes de algumas plantas é a presença de fitato, que são moléculas com alto poder de ligação com Fe formando compostos insolúveis (MINIHANE & RIMBACH, 2002).

Biossíntese de heme e clorofila

O Fe desempenha um papel crucial na biossíntese de heme e clorofila. Em uma reação catalisada pelo Fe, succinil-Coa e glicina são transformados em ácido δ -Aminolevulínico, precursor dessas moléculas, que em reações seguintes será convertido em protoporfirina. A partir desta se originará uma Mg-protoporfirina, precursora da clorofila, possuindo o Mg como centro metálico da molécula, ou uma Fe-protoporfirina (heme), com o Fe sendo o centro metálico, molécula que dará origem aos citocromos, catalases e peroxidases (BROADLEY et al., 2012).

Os citocromos são parte da cadeia de transporte de elétrons na fotossíntese e na fosforilação oxidativa, que acontecem nos cloroplastos e nas mitocôndrias respectivamente, reforçando assim, a importância do Fe para esses processos conforme discutido nos tópicos anteriores sobre cloroplastos e mitocôndrias.

O Fe também está envolvido na assimilação de N pelas plantas. A redução do nitrato (NO_3^-) a nitrito (NO_2^-) pela enzima nitrato redutase possui um cofator heme, inclusive muito parecido com os citocromos (CRAWFORD & ARST, 1993). Outro grupo semelhante, o siroheme, atua também como cofator na redução do nitrito a amônio nos cloroplastos (HAWKESFORD et al., 2012), o que ressalta a importância do Fe no processo de assimilação de N pela planta.

As catalases e peroxidases são outras formas de enzimas heme as quais sofrem alteração na condição de deficiência de Fe e a atividade dessas enzimas é um indicador do estado nutricional de Fe na planta (BROADLEY et al., 2012). As peroxidases são abundantes nas paredes celulares da epiderme e rizoderme e são necessárias no processo de biossíntese de lignina e suberina (HENDRIKS & VAN LOON, 1990). Essas vias biossintéticas necessitam de compostos fenólicos e H_2O_2 como substratos, que tem sua origem a partir da oxidação do NADH no citosol e na parede celular, onde as peroxidases catalisam a polimerização dos fenóis a lignina (BROADLEY et al., 2012).

Proteínas Fe-S

As proteínas Fe-S, ou não heme, são proteínas onde o Fe se encontra ligado ao grupo tiol de uma molécula de cisteína e/ou aglomerados de S (enxofre). A ferredoxina é a mais conhecida dentre as proteínas Fe-S, que atua como transportador de elétrons em vários processos, como no transporte de elétrons durante a fase fotoquímica da fotossíntese, na redução do nitrito a amônia e no complexo GS-GOGAT durante a assimilação de amônio pelas plantas (TAIZ et al., 2017; BOWSHER et al., 2012).

No processo de redução do nitrito pela enzima nitrito redutase nos cloroplastos, o doador de elétrons é uma ferredoxina reduzida, gerada pelo PS I durante a fase fotoquímica da fotossíntese. Nos plastídeos das raízes a ferredoxina é reduzida através do NADPH proveniente da via das pentoses fosfato, acoplado com a ferredoxina-NADP⁺ redutase, já na assimilação do amônio (NH_4^+), que ocorre a partir da ação de duas enzimas, a GS (glutamina sintetase) e a GOGAT (glutamina 2 oxo-glutarato aminotransferase), a ferredoxina atua como doadora de elétrons na reação (BOWSHER et al., 2007).

A GS combina o amônio com o glutamato para formar glutamina e a enzima GOGAT catalisa a conversão de glutamina e 2-oxoglutarato em duas moléculas de glutamato. Quando presente nas folhas e partes fotossintetizantes da planta, a GOGAT catalisa o elétron da ferredoxina proveniente do PS I. Quando esse processo ocorre em tecidos não fotossintetizantes, as enzimas GOGAT utilizam o NADPH (MASCLAUX-DAUBRESSE et al., 2007; BOWSHER et al., 2007; LIU et al., 2016).

Uma outra proteína Fe-S importante, que foi caracterizada por Rieske et al. (1964), são as “Proteína Rieske”, que constituem os complexos citocromos *c* e *b_l*, onde elas recebem os elétrons e transferem para o Fe-heme do citocromo. Nos cloroplastos, essa proteína recebe elétrons da plastoquinona e transfere para o Fe-heme do complexo citocromo *b₆f* (MADUEÑO et al., 1992), que posteriormente o transfere até a plastocianina, dando sequência na cadeia de transporte eletrônico da etapa fotoquímica.

Outras enzimas relacionadas ao Fe

Existem diversas outras enzimas nas quais o Fe atua, tanto como componente metálico nas reações redox, quanto como um elemento de ligação entre a enzima e o substrato. Em plantas deficientes em Fe, as atividades de algumas dessas enzimas são baixas, o que pode resultar em mudanças significativas nos processos metabólicos. Um desses processos que pode ser alterado é a biossíntese de etileno (BROADLEY et al., 2012).

A biossíntese do etileno, fitormônio importante para maturação de frutos, foi descrita por Yang & Hoffman (1984). A metionina é o principal precursor para a biossíntese do etileno e ela ocorre em duas etapas: na primeira reação, o S-adenosil-metionina (SAM) é convertido em ácido 1-carboxílico-1-aminociclopropano (ACC) pela ação da enzima ACC sintetase (ACCS). O ACC é então metabolizado pela enzima ACC oxidase (ACCO) em uma reação catalisada pelo Fe. Consequentemente, a formação de etileno é muito baixa em células deficientes em ferro e é restaurada imediatamente após o reabastecimento de Fe, sem a necessidade de síntese de proteínas (BOUZAYEN et al., 1991).

DEFICIÊNCIA E TOXIDEX DE FE

As concentrações de Fe na planta variam entre 50 e 150 mg kg⁻¹ de matéria seca a depender da espécie. Plantas deficientes apresentam concentrações foliares de cerca de 10 mg kg⁻¹, enquanto que, com valores de 80 mg kg⁻¹, começam a aparecer sintomas de toxidez (MALAVOLTA, 2006). Em tecidos meristemáticos de rápido crescimento e expansão, como os ápices das raízes, as concentrações são mais elevadas, na faixa de 200 mg kg⁻¹ de matéria seca (HÄUSSLING et al., 1985).

A deficiência de Fe causa principalmente a incapacidade das folhas jovens em produzir clorofila, resultando em clorose e, às vezes, coloração esbranquiçada. O Fe é considerado um micronutriente imóvel na planta e seu transporte para o floema é reduzido devido provavelmente à formação de compostos insolúveis. Uma vez que o Fe é transportado para um órgão através do xilema, sua movimentação é significativamente restrita. Muitos sinais de deficiência desse micronutriente surgem devido à baixa taxa de transporte no floema ou sua limitada redistribuição, resultando na acumulação de Fe nas raízes e folhas velhas, enquanto as folhas jovens novas com a escassez do nutriente (BROADLEY et al., 2012; TAIZ et al., 2017; DECHEN et al., 2018).

Os sintomas visíveis da falta de Fe incluem: folhas velhas mantêm sua coloração verde, enquanto as folhas novas começam a exibir clorose. À medida que avança, é possível notar uma clorose internerval característica, onde apenas os vasos permanecem verdes, destacando-se da coloração amarelada ou esbranquiçada da área entre as nervuras. Em situações de deficiência severa, o amarelecimento pode se tornar generalizado e podem surgir áreas necróticas nas bordas das folhas, levando à uma desfolha prematura, até à perda completa das folhas, em casos extremos. Os caules tendem a ficar finos e curvados, resultando em uma redução no crescimento. Em plantas anuais, isso se manifesta como um crescimento reduzido e uma produção diminuída, enquanto em árvores ocorre a queda das folhas e os frutos tendem a ser menores e a amadurecer mais cedo (SFREDO & BORKERT, 2004; EPSTEIN & BLOOM, 2006; MALAVOLTA, 2006; BROADLEY et al., 2012; DECHEN et al., 2018).

De modo geral, os solos costumam conter uma quantidade adequada de Fe, porém, contudo existem casos em que as plantas sofrem com a deficiência desse nutriente devido à formação de compostos insolúveis manifestando o sintoma de clorose (DECHEN et al., 2018). Quando se trata da interação com outros elementos, como P, o Fe forma compostos insolúveis precipitando na forma FePO_4 (NUNES et al., 2004). Na presença de MnO_2 , o Fe reduzido oxida, tornando-se indisponível na forma férrica. Dessa forma, a disponibilidade deste micronutriente depende mais do equilíbrio entre ele e manganês do que da sua quantidade absoluta (OLIVEIRA & NUNES, 2006; DECHEN et al., 2018). Também foi observada deficiência de Fe devido à interação com outros nutrientes metálicos, como o cobre, que pode substituir o Fe nos quelatos do solo, tornando-o menos acessível, além do zinco e cobalto, que têm efeitos semelhantes, embora menos significativos (VENDRAME et al., 2007; ALEXANDRE et al., 2012; DECHEN et al., 2018).

Romheld (1998) descreveu um fenômeno que ele chamou de “Paradoxo da Clorose” onde ele observou que, em algumas plantas no campo e em vasos com solos calcáreos, não foi possível estabelecer uma correlação direta entre o teor de clorofila e a concentração de Fe na planta, o que era esperado, pois os teores de Fe em folhas cloróticas era o mesmo ou até maior que o de folhas verdes, sugerindo assim que a clorose por Fe pode ser causada pela inativação do micronutriente na planta, tornando ele insolúvel, principalmente no apoplasto, por processos como a alcalinização do meio e a oxidação do Fe.

Por outro lado, a toxidez de Fe (sintoma de bronzeamento) é um problema sério na produção de culturas em solos encharcados, sendo o segundo fator mais severo que limita o rendimento no cultivo de arroz em áreas alagadas (BROADLEY et al., 2012). O dano causado pela toxidez de Fe geralmente está associado à formação de EROs e, portanto, à indução de enzimas antioxidantes como a ascorbato peroxidase. Dentre as estratégias de minimizar a toxidez de Fe, proteínas de ligação de Fe, como a ferritina, representam um importante mecanismo de defesa celular contra o dano causado pela toxicidade de Fe (FOURCROY et al., 2004; BRIAT et al., 2010).

REFERÊNCIAS

- ALEXANDRE, J. R.; OLIVEIRA, M. L.; SANTOS, T. D.; CANTON, G. C.; CONCEIÇÃO, J. D.; EUTRÓPIO, F. J.; RAMOS, A. C. Zinco e ferro: de micronutrientes a contaminantes do solo. **Natureza on line**, v. 10, n. 1, p. 23- 28, 2012.
- BASHIR, K.; ISHIMARU, Y.; SHIMO, H.; NAGASAKA, S.; FUJIMOTO, M.; TAKANASHI, H.; NISHIZAWA, N. K. The rice mitochondrial iron transporter is essential for plant growth. **Nature Communications**, v. 2, n. 1, p. 322, 2011. BOUZAYEN, M.; FELIX, G.; LATCHÉ, A.; PECH, J. C.; BOLLER, T. Iron: an essential cofactor for the conversion of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid to ethylene. **Planta**, v. 184, p. 244-247, 1991.
- BOWSHER, C. G.; LACEY, A. E.; HANKE, G. T.; CLARKSON, D. T.; SAKER, L. R.; STULEN, I.; EMES, M. J. The effect of G1c6P uptake and its subsequent oxidation within pea root plastids on nitrite reduction and glutamate synthesis. **Journal of Experimental Botany**, v. 58, p. 1109–1118, 2007.
- BRIAT, J. F.; DUC, C.; RAVET, K.; GAYMARD, F. Ferritins and iron storage in plants. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects**, v. 1800, n. 8, p. 806-814, 2010.
- BROADLEY, M.; BROWN, P.; CAKMAK, I.; RENGEL, Z.; ZHAO, F. Function of nutrients: micronutrients. In: MARSCHNER, P., ed. **Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants**, 3.ed. London, Academic Press Elsevier, p. 191-248, 2012.
- BROWN, J. C.; CHANEY, R. L. Effect of iron on the transport of citrate into the xylem of soybeans and tomatoes. **Plant physiology**, v. 47, n. 6, p. 836-840, 1971.
- BUSI, M. V.; MALIANDI, M. V.; VALDEZ, H.; CLEMENTE, M.; ZABALETA, E. J.; ARAYA, A.; GOMEZ-CASATI, D. F. Deficiency of Arabidopsis thaliana frataxin alters activity of mitochondrial Fe-S proteins and induces oxidative stress. **The Plant Journal**, v. 48, n. 6, p. 873-882, 2006.
- COLANGELO, E. P.; GUERINOT, M. L. The essential basic helix-loop-helix protein FIT1 is required for the iron deficiency response. **Plant Cell**, Rockville, v. 16, p. 3400-3412, 2004.
- COLOMBO, C.; PALUMBO, G.; HE, J. Z.; PINTON, R.; CESCO, S. Review on iron availability in soil: interaction of Fe minerals, plants, and microbes. **Journal of soils and sediments**, v. 14, p. 538-548, 2014.
- CONNOLLY, E. L.; FETT, J. P.; GUERINOT, M. L. Expression of the IRT1 metal transporter is controlled by metals at the levels of transcript and protein accumulation. **The Plant Cell**, v. 14, n. 6, p. 1347-1357, 2002.
- CRAWFORD, N. M.; ARST JR, H. N. The molecular genetics of nitrate assimilation in fungi and plants. **Annual Review of Genetics**, v. 27, n. 1, p. 115-146, 1993.
- CURIE, C.; CASSIN, G.; COUCH, D.; DIVOL, F.; HIGUCHI, K.; LE JEAN, M.; MISSON, J.; SCHIKORA, A.; CZERNIC, P.; MARI, S. Metal movement within the plant: contribution of nicotianamine and yellow stripe 1-like transporters. **Ann Bot.**, v. 103, n. 1, p. 1-11, 2009.
- DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R.; CARMELLO, Q. A. C.; SANTOS, L. A.; SPERANDIO, M.V.S. Micronutrientes In: FERNANDES, M.S., ed. **Nutrição mineral de plantas. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira Ciência**, p.491-562, 2018.

DIVOL, F.; COUCH, D.; CONÉJÉRO, G.; ROSCHZTTARDTZ, H.; MARI, S.; CURIE, C. The Arabidopsis YELLOW STRIPE LIKE4 and 6 transporters control iron release from the chloroplast. **The Plant Cell**, v. 25, n. 3, p. 1040-1055, 2013. DURRET, T. P.; GASSMANN, W.; ROGERS, E. E. The FRD3-mediated efflux of citrate into the root vasculature is necessary for efficient iron translocation. **Plant physiology**, v. 144, n. 1, p. 197-205, 2007.

DUY, D.; WANNER, G.; MEDA, A. R.; VON WIREN, N.; SOLL, J.; PHILIPPAR, K. PIC1, an ancient permease in Arabidopsis chloroplasts, mediates iron transport. **The Plant Cell**, Rockville, v. 19, n. 3, p. 986-1006, 2007.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: Princípios e perspectivas**. 2.ed. Londrina, Planta, p. 61, 2006.

FERNANDES, M. S.; SOUZA, S. R.; SANTOS, L. A. **Nutrição Mineral de Plantas**. 2. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, ISBN 978-85-86504-23-5, 2018.

FOURCROY, P.; VANSUYT, G.; KUSHNIR, S.; INZÉ, D.; BRIAT, J. F. Iron-regulated expression of a cytosolic ascorbate peroxidase encoded by the APX1 gene in Arabidopsis seedlings. **Plant Physiology**, v. 134, n. 2, p. 605-613, 2004.

GUERINOT, M. L. Iron. In: **Cell Biology of Metals and Nutrients** (R. Hell and R.-R. Mendel, eds.), Plant Cell Monographs 17, Springer, Dordrecht. p. 75–94, 2010.

GREEN, L. S.; ROGERS, E. E. FRD3 controls iron localization in Arabidopsis. **Plant physiology**, v. 136, n. 1, p. 2523-2531, 2004.

HÄUSSLING, M.; RÖMHELD, V.; MARSCHNER, H. Beziehungen zwischen chlorosegrad, eisengehalten und blattwachstum von weinreben auf verschiedenen standorten. **Vitis**, v. 24, n. 3, p. 158-168, 1985.

HAWKESFORD, M.; HORST, W.; KICHEY, T.; LAMBERS, H.; SCHJOERRING, J.; MØLLER, I. S.; WHITE, P. Functions of Macronutrients. In: MARSCHNER, P. (Ed.). **Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants**, 3.ed. London, Academic Press Elsevier, p. 135-189, 2012.

HELL, R.; STEPHAN, U. W. Iron uptake, trafficking and homeostasis in plants. **Planta**, v. 216, p. 541-551, 2003.

HENDRIKS, T.; VAN LOON, L. C. Petunia peroxidase a is localized in the epidermis of aerial plant organs. **Journal of Plant Physiology**, v. 136, n. 5, p. 519-525, 1990.

ISHIMARU, Y.; BASHIR, K.; NAGASAKA, S.; NAKANISHI, H.; MORI, S.; NISHIZAWA, N. K. A rice phenolic efflux transporter is essential for solubilizing precipitated apoplasmic iron in the plant stele. **Journal of Biological Chemistry**, Bethesda, v. 286, n. 28, p. 24649-24655, 2011.

ISHIMARU, Y.; KIM, S.; TSUKAMOTO, T.; OKI, H.; KOBAYASHI, T.; WATANABE, S.; MATSUHASHI, S.; TAKAHASHI, M.; NAKANISHI, H.; MORI, S.; NISHIZAWA, N. K. From the cover: mutational reconstructed ferric chelate reductase confers enhanced tolerance in rice to iron deficiency in calcareous soil. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 104, p. 7373-7378, 2007.

JEONG, J.; GUERINOT, M. L. Homing in on iron homeostasis in plants. **Trends in Plant Science**, Amsterdam, v. 14, n. 5, p. 280-285, 2009.

KAKEI, Y.; YAMAGUCHI, I.; KOBAYASHI, T.; TAKAHASHI, M.; NAKANISHI, H.; YAMAKAWA, T.; NISHIZAWA, N. K. A highly sensitive, quick and simple quantification method for nicotine and 2'-deoxymugineic acid from minimum samples using LC/ESI-TOF-MS achieves functional analysis of these components in plants. **Plant and Cell Physiology**, v. 50, n. 11, p. 1988-1993, 2009.

KOBAYASHI, T.; NISHIZAWA, N. K. Iron uptake, translocation, and regulation in higher plants. **Annual review of plant biology**, v. 63, p. 131-152, 2012.

LILL, R.; DUTKIEWICZ, R.; FREIBERT, S. A.; HEIDENREICH, T.; MASCARENHAS, J.; NETZ, D. J.; MÜHLENHOFF, U. The role of mitochondria and the CIA machinery in the maturation of cytosolic and nuclear iron-sulfur proteins. **European Journal of Cell Biology**, v. 94, n. 7-9, p. 280-291, 2015.

LIN, C. H.; STOCKING, C. R. Influence of leaf age, light, dark, and iron deficiency on polyribosome levels in maize leaves. **Plant and Cell Physiology**, v. 19, n. 3, p. 461-470, 1978.

LIU, L.; WANG, J.; HAN, Z.; SUN, X.; LI, H.; ZHANG, J.; LU, Y. Molecular analyses of tomato GS, GOGAT and GDH gene families and their response to abiotic stresses. **Acta Physiologiae Plantarum**, Kraków, v. 38, p. 1-14, 2016.

LÓPEZ-MILLÁN, A. F.; MORALES, F.; ABADÍA, A.; ABADÍA, J. Effects of iron deficiency on the composition of the leaf apoplastic fluid and xylem sap in sugar beet. Implications for iron and carbon transport. **Plant Physiology**, v. 124, n. 2, p. 873-884, 2000.

MADUEÑO, F.; NAPIER, J. A.; CEJUDO, F. J.; GRAY, J. C. Import and processing of the precursor of the Rieske FeS protein of tobacco chloroplasts. **Plant Molecular Biology**, Dordrecht, v. 20, p. 289-299, 1992.

MALAVOLTA, Eurípedes. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Agronômica Ceres, 2006.

MARENTES, E.; GRUSAK, M. A. Iron transport and storage within the seed coat and embryo of developing seeds of pea (*Pisum sativum* L.). **Seed Science Research**, v. 8, n. 3, p. 367-375, 1998.

MARSCHNER, H.; RÖMHELD, V.; KISSEL, M. Different strategies in higher plants in mobilization and uptake of iron. **Journal of plant nutrition**, v. 9, n. 3-7, p. 695-713, 1986.

MARY, V.; SCHNELL RAMOS, M.; GILLET, C.; SOCHA, A. L.; GIRAUDAT, J.; AGORIO, A.; THOMINE, S. Bypassing iron storage in endodermal vacuoles rescues the iron mobilization defect in the natural resistance associated-macrophage protein3natural resistance associated-macrophage protein4 double mutant. **Plant Physiology**, v. 169, n. 1, p. 748-759, 2015.

MASCLAUX-DAUBRESSE, C.; REISDORF-CREN, M.; PAGEAU, K.; LELANDAIS, M.; GRANDJEAN, O.; KRONENBERGER, J.; VALADIER, M. H.; FERAUD, M.; JOUGLET, T.; SUZUKI, A. Glutamine synthetase-glutamate synthase pathway and glutamate dehydrogenase play distinct roles in the sink-source nitrogen cycle in tobacco. **Plant Physiology**, v. 140, p. 444-456, 2007.

MINIHANE, A. M.; RIMBACH, G. Iron absorption and the iron binding and anti-oxidant properties of phytic acid. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 37, n. 7, p. 741-748, 2002.

MORALES, F.; ABADÍA, A.; ABADIA, J. Chlorophyll fluorescence and photon yield of oxygen evolution in iron-deficient sugar beet (*Beta vulgaris* L.) leaves. **Plant Physiology**, v. 97, n. 3, p. 886-893, 1991.

MORRISSEY, J.; BAXTER, I. R.; LEE, J.; LI, L.; LAHNER, B.; GROTZ, N.; GUERINOT, M. L. The ferroportin metal efflux proteins function in iron and cobalt homeostasis in Arabidopsis. **The Plant Cell**, v. 21, n. 10, p. 3326-3338, 2009.

MORRISSEY, J.; GUERINOT, M. L. Iron uptake and transport in plants: the good, the bad, and the ionome. **Chemical reviews**, v. 109, n. 10, p. 4553-4567, 2009.

MUSGROVE, J. E.; ELLIS, R. J. The Rubisco large subunit binding protein. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London. B, Biological Sciences**, v. 313, n. 1162, p. 419-428, 1986.

NISHIO, J. N.; ABADÍA, J.; TERRY, N. Chlorophyll-proteins and electron transport during iron nutrition-mediated chloroplast development. **Plant Physiology**, v. 78, n. 2, p. 296-299, 1985.

NISHIO, J. N.; ABADÍA, J.; TERRY, N. Chlorophyll-proteins and electron transport during iron nutrition-mediated chloroplast development. **Plant Physiology**, v. 78, p. 296-299, 1985.

NOUET, C.; MOTTE, P.; HANIKENNE, M. Chloroplastic and mitochondrial metal homeostasis. **Trends in Plant Science**, Amsterdam, v. 16, n. 7, p. 395-404, 2011.

NOZOYE, T.; NAGASAKA, S.; KOBAYASHI, T.; TAKAHASHI, M.; SATO, Y.; UOZOMI, N.; NAKANISHI, H.; NISHIZAWA, N. K. Phytosiderophore efflux transporters are crucial for iron acquisition in graminaceous plants. **The Journal of biological chemistry**, v. 286, n. 7, p. 5446-5454, 2011.

NUNES, F. N.; NOVAIS, R. F.; SILVA, I. R.; GEBRIM, F. O.; SÃO JOSÉ, J. F. B. Fluxo difusivo de ferro em solos sob influência de doses de fósforo e de níveis de acidez e umidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 3, p. 423-429, 2004.

OKI, H.; KIM, S.; NAKANISHI, H.; TAKAHASHI, M.; YAMAGUCHI, H.; MORI, S.; NISHIZAWA, N. K. Directed evolution of yeast ferric reductase to produce plants with tolerance to iron deficiency in alkaline soils. **Soil science and plant nutrition**, v. 50, n. 7, p. 1159-1165, 2004.

OLIVEIRA, A. B.; NASCIMENTO, C. W. A. Formas de manganês e ferro em solos de referência de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 1, p. 99-110, 2006.

RAVEN, J. A. Determinants, and implications, of the shape and size of thylakoids and cristae. **Journal of Plant Physiology**, v. 257, p. 153-342, 2021.

RAVET, K.; TOURAINE, B.; BOUCHEREZ, J.; BRIAT, J. F.; GAYMARD, F.; CELLIER, F. Ferritins control interaction between iron homeostasis and oxidative stress in Arabidopsis. **The Plant Journal**, v. 57, n. 3, p. 400-412, 2009.

RIESKE, J. S.; MACLENNAN, D. H.; COLEMAN, R. Isolation and properties of an iron-protein from the (reduced coenzyme Q)-cytochrome C reductase complex of the respiratory chain. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, New York, v. 15, n. 4, p. 338-344, 1964.

ROMHELD, V. The chlorosis paradox: Fe inactivation in leaves as a secondary event in Fe deficiency chlorosis. **Journal of Plant Nutrition**, v. 23, p. 1971-1981, 1998.

SANTI, S.; CESCO, S.; VARANINI, Z.; PINTON, R. Two plasma membrane H⁺-ATPase genes are differentially expressed in iron-deficient cucumber plants. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 43, n. 3, p. 287-292, 2005.

SCHAAF, G.; HONSBEIN, A.; MEDA, A. R.; KIRCHNER, S.; WIPF, D.; VON WIRÉN, N. AtIREG2 encodes a tonoplast transport protein involved in iron-dependent nickel detoxification in *Arabidopsis thaliana* roots. **The Journal of biological chemistry**, v. 281, n. 35, p. 25532-25540, 2006.

SECKBACK, J. Ferreting out the secrets of plant ferritin—a review. **Journal of Plant Nutrition**, v. 5, n. 4-7, p. 369-394, 1982.

SFREDO, G. J.; BORKERT, C. M. Deficiências e Toxicidades de Nutrientes em Plantas de soja. **CNPSo**, 2004.

SILVA, G. M. C. **O papel dos complexos respiratórios da cadeia transportadora de elétrons na síntese e acúmulo do ácido ascórbico em mitocôndrias de frutos**. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Produção Vegetal), Campos dos Goytacazes–RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense–UENF, 184p, 2016.

SMITH, B. N. Iron in higher plants: Storage and metabolic role. **Journal of Plant Nutrition**, v. 7, n. 1-5, p. 759-766, 1984.

TAIZ, L.; ZEIGER, E; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6ª Ed., Porto Alegre, Artmed, 2017.

VASCONCELOS, M.; ECKERT, H.; ARAHANA, V.; GRAEF, G.; GRUSAK, M. A.; Clemente, T. Molecular and phenotypic characterization of transgenic soybean expressing the *Arabidopsis* ferric chelate reductase gene, FRO2. **Planta**, v. 224, p. 1116-1128, 2006.

VAZZOLA, V.; LOSA, A.; SOAVE, C.; MURGIA, I. Knockout of frataxin gene causes embryo lethality in *Arabidopsis*. **FEBS Letters**, v. 581, n. 4, p. 667-672, 2007.

VENDRAME, P. R. S.; BRITO, O. R.; QUANTIN, C.; BECQUER, T. Disponibilidade de cobre, ferro, manganês e zinco em solos sob pastagens da Região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 42, n. 6, p. 859-864, 2007.

VERT, G.; GROTZ, N.; DEDALDECHAMP, F.; GAYMARD, F.; GUERINOT, M. L.; BRIAT, J. F.; CURIE, C. IRT1, an *Arabidopsis* transporter essential for iron uptake from the soil and for plant growth. **Plant Cell**, Rockville, v. 14, p. 1223-1233, 2002.

WHITE, P. J. Ion Uptake Mechanisms of Individual Cells and Roots: Short-distance Transport. In: MARSCHNER, H (Ed.). **Marschner's mineral nutrition of higher plants**. Academic press, p. 7-47, 2011.

WHITE, P. J.; BROADLEY, M. R. Biofortification of crops with seven mineral elements often lacking in human diets—iron, zinc, copper, calcium, magnesium, selenium and iodine. **New phytologist**, v. 182, n. 1, p. 49-84, 2009.

XIONG, H.; KAKEI, Y.; KOBAYAH, T.; GUO, X.; NAKAZONO, M.; TAKAHASHI, H.; ZUO, Y. Molecular evidence for phyto siderophore induced improvement of iron nutrition of peanut intercropped with maize in calcareous soil. **Plant, Cell & Environment**, v. 36, n. 10, p. 1888-1902, 2013.

YANG, S. F.; HOFFMAN, N. E. Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 35, p.155-189, 1984.

RESGATE DE ANIMAIS VÍTIMAS DE MAUS TRATOS – RELATO DE CASO

Data de submissão: 05/08/2024

Data de aceite: 01/10/2024

João Paulo Benites Ribeiro

Débora Rochelly Alves Ferreira

Rodrigo Augusto de Almeida Guimarães

Domingos Fernandes Lugo Neto

Hannah da Costa Soares

RESUMO: O bem-estar animal é um conceito em constante evolução, que visa atender às necessidades básicas dos animais. Inicialmente fundamentado nas cinco liberdades, que garantem a liberdade de fome, desconforto, dor, medo e a expressão de comportamentos naturais, esse conceito foi ampliado para incluir as Cinco Necessidades de Bem-Estar Animal, que abordam a adequação do ambiente, dieta, comportamento, socialização e proteção contra dor. A avaliação do bem-estar também considera o estado mental dos animais, reconhecendo suas capacidades cognitivas e emocionais. Melhorias no ambiente e nos cuidados veterinários podem ajudar a reduzir emoções negativas. Um dos métodos de medida de bem-estar trabalha com o conceito de “entradas”, como nutrição e cuidados, e “saídas”, que

envolvem respostas comportamentais e emocionais. Em janeiro de 2024, a Unidade de Zoonoses da cidade de Cabedelo-PB, em colaboração com a Polícia Ambiental, atendeu uma denúncia de abandono de animais. Ao chegar, encontraram 34 animais, incluindo 29 gatos e 5 cães, em estado grave de desnutrição e em condições insalubres. A triagem revelou doenças, como leishmaniose e esporotricose. Após resgate, os animais receberam cuidados veterinários, foram castrados e preparados para adoção, e um processo criminal por abandono foi aberto contra a responsável. A intervenção destacou a importância do conhecimento especializado para identificar e combater maus-tratos. O caso também enfatiza a necessidade de colaboração entre órgãos de bem-estar animal e saúde pública, alertando sobre a vigilância contínua em relação a situações de negligência.

PALAVRAS-CHAVE: Bem-estar animal, zoonoses, saúde pública;

ABSTRACT: Animal welfare is a constantly evolving concept aimed at meeting the basic needs of animals. Initially based on the five freedoms, which guarantee freedom from hunger, discomfort, pain, fear, and the ability to express natural behaviors, this

concept has expanded to include the Five Needs for Animal Welfare. These needs address the suitability of the environment, diet, behavior, socialization, and protection from pain. The assessment of welfare also considers the mental state of animals, recognizing their cognitive and emotional capacities. Improvements in the environment and veterinary care can help reduce negative emotions. One method of measuring welfare works with the concept of “inputs,” such as nutrition and care, and “outputs,” which involve behavioral and emotional responses. In January 2024, the Zoonoses Unit of Cabedelo-PB, in collaboration with the Environmental Police, responded to a report of animal abandonment. Upon arrival, they found 34 animals, including 29 cats and 5 dogs, in severe states of malnutrition and unsanitary conditions. The screening revealed diseases such as leishmaniasis and sporotrichosis. After rescue, the animals received veterinary care, were spayed or neutered, and prepared for adoption. A criminal case for abandonment was opened against the responsible party. The intervention highlighted the importance of specialized knowledge in identifying and combating mistreatment. The case also emphasized the need for collaboration between animal welfare agencies and public health, alerting to the ongoing vigilance required in situations of neglect.

KEYWORDS: Animal welfare, zoonoses, public health.

INTRODUÇÃO

A definição de bem-estar animal é muito discutida, se encaixando como um tópico de discussão da ciência do bem-estar animal, que visa o estudo, identificação e reconhecimento das necessidades básicas dos animais (Keeling et al, 2011).

Em 1986, Broom definiu o bem-estar como o “estado do animal em suas tentativas de se adaptar ao meio-ambiente”. A avaliação do bem-estar animal seguiu durante muito tempo o conceito das 5 liberdades propostas pela *Farm Animal Welfare Council – FAWAC* em 1967: os animais devem ser livres de fome e sede, de desconforto, dor, ferimentos e doenças, de medo e angústia e, livres para expressar o seu comportamento natural (UK Government Web Archive).

No entanto, segundo o *World Small Animal Veterinary Association - WSAVA* 2020, o conceito foi atualizado para Cinco Necessidades de Bem-Estar Animal, que são: necessidade de ambiente adequado, necessidade de dieta adequada, necessidade de ser capaz de manifestar padrões de comportamento normais, necessidade de ser alojado com, ou afastado, de outros animais e, necessidade de ser protegido de dor, sofrimento, lesão ou doença. A adaptação do termo propõe um fundamento para que os tutores proporcionem justamente necessidades básicas aos animais, sendo recomendada para médicos veterinários na área de clínica de animais de companhia.

O estado mental dos animais também é levado em conta, sendo mencionado no anexo da orientação técnica nº 12, de 8 de maio de 2012 do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal – CONCEA (BRASIL, 2018). No texto, citam a importância de avaliar as capacidades cognitivas e sentimentais, principalmente as que envolvem medo, angústias e demais emoções negativas, para correta avaliação de bem-estar dos animais.

A WSAVA (2020) ainda menciona que a avaliação do bem-estar também engloba a compreensão de como os animais se sentem em sua relação com o ambiente, manejo e cuidado, e sua capacidade de experimentar emoções positivas e negativas. Sendo assim, melhorias no ambiente e cuidados veterinários podem reduzir emoções negativas. Em suas diretrizes a WSAVA propõe um sistema para avaliar o bem-estar animal por meio de “entradas e saídas”. As entradas englobam nutrição, alojamento, interação social, cuidados veterinários, havendo uma necessidade absoluta destes fatores para um nível elevado de bem-estar, já as saídas envolvem fatores como respostas comportamentais, fisiológicas e emocionais, sendo úteis para verificar se estão sendo ofertadas entradas adequadas aos animais. Por exemplo, a não vacinação torna os animais susceptíveis a doenças infecciosas, gerando um bem-estar negativo. Ou então, a falta de enriquecimento ambiental pode fazer com que animais sofram com stress.

Para garantir a defesa e preservação dos animais no Brasil, o artigo número 255 da constituição federal de 1988 prevê que todos têm direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, atribuindo ao Poder Público o dever de proteger e preservá-lo. Dentre os seus parágrafos, destaca-se o VII: “proteger a fauna e a flora, vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais a crueldade.”

RELATO DE CASO

No início de 2024, a Unidade de Zoonoses de Cabedelo – PB, junto com a Polícia ambiental e fiscais de meio ambiente, responderam uma denúncia de animais em situação suspeita de abandono. Chegando no local, foram avistados cães e gatos em elevado grau de desnutrição e desidratação, no ambiente observamos grande quantidade fezes e urina espalhadas, não foi constatado presença de água a disposição dos animais, foi visualizado pedaços de ossos de animais espalhados dentro da residência. Na parte externa da casa, havia animais mortos em sacos de lixo, alguns rasgados com presença moscas e larvas.



Figura 1 Cães e gatos em estado de desnutrição.

Fonte: Arquivo pessoal.



Figura 2: Animais mortos em sacos de lixo.

Fonte: Arquivo pessoal.



Figura 3 Animal morto dentro de “casinha”.

Fonte: Arquivo pessoal.

O protocolo adotado foi de recolher os cadáveres para o correto descarte, e resgatar 34 animais vivos, sendo 29 gatos e 5 cães. Ao chegar na Unidade, os animais passaram por uma triagem para identificação dos doentes, averiguar o peso, administrar vermífugo e medicação para controle de ectoparasitas e demais medicamentos, além de tentar verificar se eram castrados ou não. Foram colhidas amostras de sangue dos 5 cães para realizar teste rápido de leishmaniose, e exame de hemograma, sendo dois deles positivos para leishmaniose.



Figura 4 Triagem de cão.

Fonte: Arquivo pessoal.



Figura 5 Triagem de gatos.

Fonte: Arquivo pessoal.

Dos 29 gatos, 4 apresentavam sarna, 2 rinotraqueíte, 2 esporotricose, 1 apresentava conjuntivite e doença eosinofílica oral. 18 dos felinos eram fêmeas, sendo apenas 9 castradas, e 11 eram machos, sendo 7 deles castrados. Os animais receberam todos os devidos cuidados e, depois de recuperados, foram castrados e disponibilizados para adoção.

A secretaria de meio ambiente junto com a polícia ambiental, iniciaram o processo criminal por abandono animal representando contra a responsável legal dos animais, este processo ainda não foi finalizado.

DISCUSSÃO

A identificação de situações que violam tais necessidades nem sempre são fáceis de ser observadas, sendo necessário um discernimento de uma ou mais pessoas que entendem do assunto, podendo ser utilizados os conceitos das 5 liberdades propostas por e Broom, das 5 necessidades ou “entradas e saídas”, propostas pela WSAVA.

No relato de caso, os animais estavam em condições que violavam quase todas essas necessidades. Eles viviam em um ambiente insalubre, com falta de higiene e sinais claros de negligência, como fezes e urina acumuladas, além de corpos de animais mortos. A situação de fome e sede, o desconforto extremo e a presença de doenças como ácaros, esporotricose e leishmaniose demonstram a falha por parte da responsável legal pelos animais em prover um ambiente adequado e cuidados médicos veterinários, violando as cinco necessidades propostas pela WSAVA.

A intervenção da Unidade de Zoonoses do município de Cabedelo-PB, foi essencial para restaurar o bem-estar desses animais. O caso ressalta a importância das “saídas” como meio de avaliação de bem-estar, através da percepção de saúde fisiológica e emocional frágeis dos animais resgatados, e necessidade iminente de aplicar o conceito de “entradas”, que foi implementado com o protocolo de triagem seguido pelas autoridades, incluindo exames, medicação, controle parasitário e castração, como a adequação da nutrição, cuidados médicos e melhoria do ambiente, proporcionando o retorno de um bem-estar. Além disso, o resgate também visou minimizar os estados emocionais negativos, como o medo e o estresse, relacionados à negligência e condições inadequadas de alojamento.

Esse desfecho reflete uma recuperação do bem-estar animal, de acordo com os critérios mencionados na introdução, mostrando que uma abordagem cuidadosa e bem fundamentada pode transformar radicalmente as condições de vida dos animais, oferecendo-lhes uma nova chance de viver de acordo com suas necessidades básicas.

O cumprimento da legislação, com base no artigo 255, foi eficaz na resposta à denúncia de negligência, onde animais estavam em condições de maus-tratos, sem cuidados médicos e em alojamento inadequado. A atuação conjunta das autoridades ambientais assegurou a proteção dos animais e a aplicação do preceito constitucional contra a crueldade. A intervenção conjunta da Unidade de Zoonoses de Cabedelo, da Polícia Ambiental e dos fiscais de meio ambiente, evidenciou a importância da legislação ambiental brasileira como ferramenta de proteção e garantia de melhores condições de vida para os animais.

CONCLUSÃO

A experiência permitiu mostrar a relevância das denúncias por parte da população e a importância da colaboração de entidades responsáveis pelo bem-estar animal e saúde pública, bem como a importância de possuir funcionários públicos que demonstram afeto e compaixão pelos animais em situação de vulnerabilidade além de serem treinados e capacitados para identificar e combater maus tratos animais. O caso serve como um alerta para instituições públicas das demais cidades brasileiras que, episódios de maus-tratos podem acontecer diariamente, necessitando supervisão constante e devida atenção às informações sobre negligência animal, bem como a divulgação de tais irregularidades.

REFERÊNCIAS

AUTRAN, A.; RAQUEL; VIANA, R. B. Cinco liberdades. PETVet Radar, p. 1–2, 2017.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Promulgada em 5 de outubro de 1988. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 5 out. 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm . Acesso em: 10 de agosto de 2024.

Brasil. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal – CONCEA. **Orientação Técnica nº 12, de 8 de maio de 2018.** Dispõe sobre parâmetros de bem-estar animal que visam a balizar as atividades de ensino ou pesquisa científica no âmbito do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 11 maio 2018. Disponível em <https://www.unifal-mg.edu.br/ceua/gestao/orientacoes-tecnicas-vigentes/> . Acesso em: 01 de agosto de 2024.

BROOM, D. M. Indicators of poor welfare. The British veterinary journal, v. 142, n. 6, p. 524–526, 1986.

HAMMERSCHMIDT, J.; MOLENTO, C. F. M. Protocol for expert report on animal welfare in cases of companion animal cruelty suspicion. Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science, v. 51, n. 4, 2014.

Keeling LJ, Rushen J, Duncan IJH. Understanding animal welfare. In: Appleby MC, Mench JA, Olsson IAS, Hughes BO. Animal Welfare. 2nd ed. Wallingford:Cabi, 2011. cap. 2

RYAN, S.; et al. Diretrizes para o Bem-Estar Animal da WSAVA. Disponível em: <<https://wsava.org/wp-content/uploads/2020/01/WSAVA-Animal-Welfare-Guidelines-2018-PORTUGUESE.pdf>>. Acesso em: 05 de agosto de 2024.

UK Government Web Archive. Disponível em: <https://webarchive.nationalarchives.gov.uk/ukgwa/20121010012427/http://www.fawc.org.uk/freedoms.htm> . Acesso em: 01 agosto. 2024.

WAGENINGEN UR LIVESTOCK RESEARCH. Animal welfare risk assessment guidelines on housing and management (EFSA Housing Risk). **EFSA supporting publications**, v. 7, n. 11, 2010.

ESTRESSE SALINO E TÉRMICO EM SEMENTES DE SOJA SUBMETIDAS AO CONDICIONAMENTO OSMÓTICO COM POLIETILENO GLICOL

Data de submissão: 26/08/2024

Data de aceite: 01/10/2024

Gislaine da Silva Pereira

Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Agrárias Dourados – Mato Grosso do Sul, Brasil
<https://orcid.org/0000-0003-1235-8061>

Tathiana Elisa Masetto

Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia Dourados – Mato Grosso do Sul, Brasil
<https://orcid.org/0000-0003-3203-6932>

Leilaine Gomes da Rocha

Universidade Federal da Grande Dourados, Programa de Pós-Graduação em Agronomia Dourados – Mato Grosso do Sul, Brasil
<https://orcid.org/0000-0002-4824-6179>

Rafaela Martins de Araújo

Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Agrárias Dourados – Mato Grosso do Sul, Brasil
<https://orcid.org/0000-0001-6748-6162>

Daynara da Silva Martins

Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Agrárias Dourados – Mato Grosso do Sul, Brasil
<https://orcid.org/0009-0000-3568-3129>

RESUMO: A qualidade da semente de soja é fundamental para a sustentabilidade da cultura e a obtenção de elevadas produtividades. O condicionamento fisiológico é uma técnica que permite melhorar o desempenho de sementes em condições adversas, como situações de estresse salino e térmico. Objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho fisiológico de sementes de soja pertencentes a diferentes cultivares submetidas ao condicionamento osmótico com polietileno glicol (PEG 6000) e expostas ao estresse salino com NaCl e ao estresse térmico. O experimento foi conduzido com lotes de sementes pertencentes às cultivares BMX Potência RR, M 6210 IPRO e M 6410 IPRO. As sementes foram submetidas ao condicionamento osmótico com PEG 6000 (-1,0 MPa e -1,2 MPa) durante 12 horas. O efeito do condicionamento osmótico foi avaliado na germinação e vigor das sementes de soja e na germinação de sementes submetidas ao estresse salino com NaCl (-0,3 MPa e -0,6 MPa) e ao estresse térmico (15 °C e 35 °C). As sementes não submetidas à solução salina (0 MPa) e expostas à temperatura de 25 °C, respectivamente, foram utilizadas como controle. Os resultados, quando

significativos, foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de significância para cada cultivar. O condicionamento osmótico com PEG influencia na condutividade elétrica de sementes de soja das cv. BMX Potência RR, M 6210 IPRO e M 6410 IPRO. O condicionamento osmótico com PEG (-1,0 MPa) tem efeito positivo na germinação de sementes cv. BMX Potência RR e M 6210 IPRO submetidas ao estresse salino com NaCl (-0,6 MPa). Entretanto, o condicionamento osmótico não influencia na germinação de sementes de soja submetidas a temperaturas sub e supra-ótimas.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max* L., Osmocondicionamento, Sustentabilidade, Temperatura.

SALINE AND THERMAL STRESS IN SOYBEAN SEEDS SUBJECTED TO OSMOTIC CONDITIONING WITH POLYETHYLENE GLYCOL

ABSTRACT: Soybean seed quality is essential to the crop sustainability and to obtain high productivity. Physiological conditioning is a technique that improves seed performance under adverse conditions, such as saline and thermal stress. The objective of this study was to evaluate the physiological performance of soybean seeds belonging to different cultivars subjected to osmotic conditioning with polyethylene glycol (PEG 6000) and exposed to saline stress with NaCl and thermal stress. The experiment was conducted with seed lots belonging to the cultivars BMX Potência RR, M 6210 IPRO and M 6410 IPRO. The seeds were subjected to osmotic conditioning with PEG 6000 (-1.0 MPa and -1.2 MPa) for 12 hours. The effect of osmotic conditioning was evaluated on the germination and vigor of soybean seeds and on the germination of seeds subjected to saline stress with NaCl (-0.3 MPa and -0.6 MPa) and thermal stress (15 °C and 35 °C). Seeds not subjected to saline solution (0 MPa) and seeds placed at a temperature of 25 °C, respectively, were used as controls. The results, when significant, were compared by Tukey's test at 5% significance for each cultivar. Osmotic conditioning with PEG influences the electrical conductivity of soybean seeds of cv. BMX Potência RR, M 6210 IPRO and M 6410 IPRO. Osmotic conditioning with PEG (-1.0 MPa) has a positive effect on the germination of seeds cv. BMX Potência RR and M 6210 IPRO subjected to saline stress with NaCl (-0.6 MPa). However, osmotic conditioning does not influence the germination of soybean seeds subjected to sub and supra-optimal temperatures.

KEYWORDS: *Glycine max* L., Osmoconditioning, Sustainability, Temperature.

INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max* L.) está em constante crescimento devido aos avanços tecnológicos, ao manejo e à eficiência dos produtores. O grão de soja é a principal fonte de proteína vegetal para fabricação de ração animal e a alimentação humana, o que permite diversas aplicações comerciais e justifica o grande complexo agroindustrial para o processamento da soja (Juhász et al., 2013; Penha et al., 2014).

A semente de soja é o principal insumo para o estabelecimento da cultura no campo e a sua qualidade é de fundamental importância para o alcance da sustentabilidade e obtenção de altas produtividades. A qualidade da semente é determinada pelos atributos

físicos, genéticos, fisiológicos e sanitários, que conferem garantia de estabelecimento da cultura no campo e elevado desempenho agrônômico (Krzyzanowski et al., 2018). A população adequada e homogênea de plantas no campo é um dos principais fatores que garantem a qualidade final do produto cultivado e é influenciado pela qualidade das sementes utilizadas para o estabelecimento da lavoura (Armondes et al., 2016).

A viabilidade e o vigor são características importantes do atributo fisiológico das sementes, assim, avaliar essas informações de maneira correta possibilita identificar lotes e cultivares de sementes com potencial para alcançar o elevado desempenho em campo (Marcos Filho, 2015). No entanto, durante e após a semeadura, o desempenho das sementes pode ser influenciado pela exposição aos fatores bióticos e abióticos, que afetam a germinação, alteram a uniformidade de emergência de plântulas (Tunes et al., 2020) e influenciam no estabelecimento da cultura.

A temperatura e a salinidade são fatores ambientais que afetam a germinação de sementes. A salinidade é um importante estresse abiótico que inibe o crescimento das culturas agrícolas e é considerado um dos desafios ambientais amplamente distribuído em solos agrícolas (Safdar et al., 2019). Devido ao efeito da salinidade, espera-se uma perda de até 50% de áreas agricultáveis no mundo em meados do século XXI (Roychoudhury e Chakraborty, 2013).

Durante a germinação, a temperatura atua na regulação dos mecanismos de absorção de água pelas sementes (Bewley, 1997). Temperaturas baixas podem afetar a dinâmica de absorção de água, danificando a seletividade da membrana celular e inibindo a germinação de sementes de soja (Szczerba et al, 2021). De acordo com Barbosa et al. (2014), a exposição a situações de estresse como déficit hídrico, salinidade e temperaturas extremas provocam a formação de ROS (espécies reativas de oxigênio), subprodutos formados do metabolismo aeróbico que influenciam na expressão de vários genes envolvidos no metabolismo e vias de transdução de sinais e quando acumuladas, causam danos irreversíveis que pode levar à morte celular.

Para atenuar os efeitos de estresses abióticos, o condicionamento fisiológico é uma técnica promissora que consiste na embebição lenta das sementes e tem como objetivo ativar os processos metabólicos que ocorrem nas fases iniciais de germinação, porém, sem que ocorra a emissão da raiz primária (Afzal et al., 2006; Nunes et al., 2015; Lei et al., 2021). A hidratação lenta das sementes permite tempo hábil para a reorganização e reparação das membranas celulares, minimizando os riscos de danos ao eixo embrionário desencadeados pela rápida embebição de água pelas sementes (Khan et al., 2016; Pereira e Masetto, 2021).

O condicionamento fisiológico pode ser realizado com o polietileno glicol (PEG), um soluto utilizado no preparo de soluções com diferentes potenciais osmóticos para regular a velocidade de hidratação das sementes. Uma vez osmocondicionadas, as sementes apresentam redução do tempo de germinação e aumento na velocidade de

emergência de plântulas (Rouhi et al., 2011; Masetto et al., 2014; Paparella et al., 2015). O osmocondicionamento em sementes possibilita incrementos na germinação, principalmente em condições adversas, como níveis elevados de salinidade, baixa disponibilidade hídrica e temperaturas subótima ou supra-ótima (Jeller e Perez, 2003; Abid et al., 2018; Lei et al., 2021).

O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho fisiológico de sementes de soja pertencentes a diferentes cultivares osmocondicionadas com PEG (6000) e submetidas ao estresse salino com NaCl e ao estresse térmico.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Tecnologia de Sementes da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), na Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados-MS. Os lotes de sementes de soja pertencentes as cultivares: BMX Potência RR, M 6210 IPRO e M 6410 IPRO, foram utilizados para verificar se o efeito dos tratamentos osmóticos não é restrito a um único genótipo. Os lotes de sementes foram produzidos na safra 2020/2021 e uniformes quanto ao tamanho.

Caracterização inicial dos lotes de sementes

Conforme a Regras para Análise de Sementes (RAS), o teor de água das sementes foi determinado em estufa a 105 °C (± 3 °C) por 24 horas, com quatro repetições e os resultados foram expressos em base úmida (Brasil, 2009).

O teste de germinação foi realizado com quatro repetições de 50 sementes para cada cultivar, em rolos de papel Germitest®, umedecidos com a quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco, condicionados em B.O.D na temperatura de 25 °C. O teste foi avaliado aos 8 dias após a semeadura para o registro de germinação, de acordo com os critérios estabelecidos pela RAS (Brasil, 2009). Os resultados foram expressos em percentagem de plântulas normais para cada cultivar.

O índice de velocidade de germinação (IVG) foi realizado em conjunto com o teste de germinação, por meio de avaliação e registro diário de germinação, conforme descritos por Maguire (1962).

O teste de envelhecimento acelerado foi realizado com a disposição das sementes sobre tela no interior de caixas acrílicas contendo 200 sementes em camada única, com 40 ml de água destilada contidas no fundo do gerbox. As caixas com as sementes foram mantidas em estufa a 41 °C por 48 horas. Após, as sementes foram submetidas ao teste padrão de germinação e o percentual de plântulas normais foi avaliado aos cinco dias após a instalação do teste (Marcos Filho, 1999). Para cada lote, foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes.

O teste de emergência de plântulas em campo foi realizado com quatro repetições de 50 sementes para cada cultivar, semeadas em Latossolo Vermelho Distroférico (peneirado) em bandeja rígida, disposta em bancada e irrigadas conforme a necessidade. As avaliações foram realizadas até o décimo dia após a semeadura e os resultados foram expressos em porcentagem.

O índice de velocidade de emergência (IVE) foi realizado juntamente com o teste de emergência de plântulas em campo. O número de plântulas emergidas foi registrado diariamente para o cálculo do IVE, conforme os critérios estabelecidos por Maguire (1962).

Para o teste de condutividade elétrica, utilizou-se quatro repetições de 50 sementes, previamente pesadas, e imersas em 75 ml de água deionizada, e em seguida, foram levadas a câmara B.O.D (Biochemical Oxygen Demand) por 24 horas a 25 °C. A leitura foi realizada com o auxílio de um condutivímetro de bancada, cada recipiente foi agitado cuidadosamente com o intuito de uniformizar os eletrólitos lixiviados na solução e os resultados foram expressos em $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ (Vieira e Krzyzanowski, 1999).

Condicionamento osmótico das sementes com PEG 6000

Para o condicionamento osmótico, as sementes de soja de cada cultivar foram embebidas em soluções de polietileno glicol (PEG 6000) nas concentrações de 0 MPa, -1,0 MPa e -1,2 MPa, na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco.

As sementes foram dispostas entre papel umedecido com as soluções osmóticas dentro de bandejas de plástico e, em sequência, foram levadas para câmara B.O.D a 25 °C por um período de 12 horas. O tratamento controle foi constituído por sementes que permaneceram em papel umedecido somente com água (0 MPa). Após o período, as sementes foram lavadas em água corrente e secas em estufa de ar forçado a temperatura de 30 °C até atingirem o teor de água inicial ($13 \pm 3\%$).

O desempenho fisiológico de sementes submetidas ao condicionamento osmótico foi avaliado por meio do teste de germinação (Brasil, 2009), índice de velocidade de germinação (Maguire, 1962), envelhecimento acelerado (Marcos FILHO, 1999), emergência à campo (Nakagawa, 1999), índice de velocidade de emergência (Maguire, 1962) e condutividade elétrica de sementes (Vieira e Krzyzanowski, 1999), como citada anteriormente.

Efeito do condicionamento osmótico (*priming*) em sementes submetidas ao estresse salino

O efeito do condicionamento osmótico foi avaliado na germinação de sementes submetidas às soluções de NaCl (-0,3 e -0,6 MPa). O controle foi constituído por sementes submetidas ao substrato umedecido apenas com água destilada (Brasil, 2009). Os testes foram conduzidos em rolo de papel Germitest® com 50 sementes, umedecido com água destilada e com as soluções salinas na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. Os rolos de papel foram acondicionados em germinador com luz branca e temperatura constante de 25 °C. A avaliação foi realizada aos oito dias após a instalação do teste, registrando-se o percentual de plântulas normais (Brasil, 2009).

Efeito do condicionamento osmótico (*priming*) em sementes submetidas ao estresse térmico

O efeito do *priming* foi avaliado na germinação de sementes de soja em duas temperaturas. O controle foi constituído por sementes submetidas à temperatura de 25 °C (Brasil, 2009). Os testes foram conduzidos em rolo de papel com 50 sementes, umedecidos com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. Os rolos de papel foram acondicionados em B.O.D. com luz branca constante e regulados à temperatura baixa (15 °C) e temperatura alta (35 °C) durante oito dias.

A avaliação foi realizada ao final do teste, registrando-se o percentual de plântulas normais (Brasil, 2009).

Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), utilizando-se o Software Sisvar® (Ferreira, 2019) e os resultados, quando significativos, foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de significância, para cada cultivar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), emergência a campo (EC), índice de velocidade de emergência (IVE), envelhecimento acelerado (EA) e condutividade elétrica (CE) houve diferença significativa ($p < 0,01$) para as cultivares BMX Potência RR, M 6210 IPRO e M 6410 IPRO (Tabela 1).

| Quadrados Médios | | | | | | | |
|------------------|----|----------|---------|----------|----------|----------|-----------|
| FV | GL | G | IVG | EC | IVE | EA | CE |
| Cultivar | 2 | 242,33** | 69,33** | 256,33** | 262,06** | 481,00** | 3420,14** |
| Resíduo | 9 | 25,11 | 7,8 | 14,88 | 8,44 | 11,77 | 120,79 |
| Média Geral | | 86,33 | 42,08 | 90,33 | 26,08 | 85 | 100,29 |
| CV (%) | | 5,8 | 6,64 | 4,27 | 11,14 | 4,04 | 10,96 |

** significativo a 1% de probabilidade.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), emergência a campo (EC), índice de velocidade de emergência (IVE), envelhecimento acelerado (EA) e condutividade elétrica (CE) de sementes de soja das cultivares BMX Potência RR, M 6210 IPRO e M 6410 IPRO.

As sementes dos três genótipos apresentaram, em média, 12,1% de teor de água (Tabela 2). As sementes da cv. M 6210 IPRO apresentaram resultados de germinação, índice de velocidade de germinação, emergência a campo e índice de velocidade de emergência superior as demais cultivares. No entanto, as sementes da cv. BMX Potência RR apresentaram resultado de envelhecimento acelerado de 95%. As sementes da cv. M 6210 IPRO apresentaram elevado desempenho pelo teste de condutividade elétrica (Tabela 2).

| Cultivar | TA | G | IVG | EC | IVE | EA | CE |
|-----------------|------|-------|---------|------|---------|------|----------|
| BMX Potência RR | 11,9 | 90 ab | 40,75 b | 90 b | 23,26 b | 95 a | 106,97 a |
| M 6210 IPRO | 12,8 | 95 a | 46,75 a | 99 a | 45,21 a | 88 b | 68,29 b |
| M 6410 IPRO | 11,6 | 79 b | 38,75 b | 83 b | 19,78 b | 73 c | 125,62 a |

Letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Caracterização inicial de sementes de soja pertencentes às cultivares BMX Potência RR, M 6210 IPRO e M 6410 IPRO, quanto ao teor de água (TA, %), germinação (G, %), índice de velocidade de germinação (IVG), emergência a campo (EC, %), índice de velocidade de emergência (IVE), envelhecimento acelerado (EA, %) e condutividade elétrica (CE, $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$).

O condicionamento osmótico das sementes cv. BMX Potência (Tabela 3) e M 6410 IPRO (Tabela 4) não influenciou significativamente a germinação, IVG, envelhecimento acelerado, emergência a campo e IVE. As sementes da cv. M 6210 IPRO submetidas ao condicionamento osmótico também não apresentaram diferenças na germinação e vigor, exceto pelo IVE; as sementes condicionadas com PEG (-1,2 MPa) apresentaram desempenho inferior em relação ao controle (Tabela 5).

A condutividade elétrica das sementes dos genótipos avaliados foi influenciada pelo condicionamento osmótico com PEG (6000). As sementes da cv. BMX Potência RR submetidas ao condicionamento osmótico na concentração de -1,2 MPa apresentaram baixo desempenho fisiológico, não diferindo do controle (Tabela 3). Por outro lado, as sementes da cv. 6410 IPRO osmocondicionadas a -1,2 MPa apresentaram desempenho fisiológico superior em relação

ao controle (Tabela 4); e as sementes da cv. M 6210 IPRO submetidas ao condicionamento com soluções de PEG (6000) também apresentaram desempenho fisiológico mais elevado em relação ao controle (Tabela 5). A condutividade elétrica é um teste bioquímico indireto sobre a integridade das membranas celulares (Marcos Filho, 2015). Os baixos resultados de condutividade elétrica de sementes dos genótipos submetidas ao condicionamento osmótico indicam o efeito positivo no restabelecimento da integridade das membranas celulares.

| | BMX Potência RR | | | | | |
|----------|-----------------|--------|------|------|--------|----------|
| | G | IVG | EA | EC | IVE | CE |
| Controle | 92 a | 9,18 a | 88 a | 90 a | 7,26 a | 80,63 ab |
| -1,0 MPa | 91 a | 9,02 a | 85 a | 88 a | 7,27 a | 75,35 b |
| -1,2 MPa | 86 a | 8,58 a | 84 a | 87 a | 6,67 a | 92,60 a |
| CV (%) | 6,5 | 6,4 | 6,0 | 6,3 | 7,1 | 8,8 |

Letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Germinação (G, %), índice de velocidade de germinação (IVG), envelhecimento acelerado (EA, %), emergência a campo (EC, %), índice de velocidade de emergência (IVE) e condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$) de sementes de soja cv. BMX Potência RR submetidas ao condicionamento osmótico com PEG 6000.

| | M 6410 IPRO | | | | | |
|----------|-------------|--------|------|------|--------|----------|
| | G | IVG | EA | EC | IVE | CE |
| Controle | 86 a | 8,50 a | 75 a | 84 a | 6,66 a | 116,4 a |
| -1,0 MPa | 83 a | 8,22 a | 68 a | 79 a | 6,53 a | 114,9 ab |
| -1,2 MPa | 85 a | 8,28 a | 76 a | 83 a | 6,62 a | 101,5 b |
| CV (%) | 5,0 | 5,3 | 8,3 | 9,2 | 11,3 | 6,5 |

Letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Germinação (G, %), índice de velocidade de germinação (IVG), envelhecimento acelerado (EA, %), emergência a campo (EC, %), índice de velocidade de emergência (IVE) e condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$) de sementes de soja cv. M 6410 IPRO submetidas ao condicionamento osmótico com PEG 6000.

| | M 6210 IPRO | | | | | |
|----------|-------------|--------|------|------|---------|---------|
| | G | IVG | EA | EC | IVE | CE |
| Controle | 92 a | 9,06 a | 88 a | 99 a | 8,82 a | 62,56 a |
| -1,0 MPa | 87 a | 8,20 a | 91 a | 95 a | 8,25 ab | 58,08 b |
| -1,2 MPa | 93 a | 9,15 a | 87 a | 95 a | 7,62 b | 55,82 b |
| CV (%) | 6,2 | 6,3 | 3,0 | 3,3 | 16,4 | 3,4 |

Letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 5. Germinação (G, %), índice de velocidade de germinação (IVG), envelhecimento acelerado (EA, %), emergência a campo (EC, %), índice de velocidade de emergência (IVE) e condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$) de sementes de soja cv. M 6210 IPRO submetidas ao condicionamento osmótico com PEG 6000.

O condicionamento fisiológico de sementes auxilia na reorganização dos constituintes celulares e minimiza as perdas do controle da permeabilidade pela membrana plasmática (Oliveira et al., 2013; Paparella et al., 2015). Sementes de baixo vigor ou em estágio mais avançado de deterioração apresentam baixa capacidade de reparo da membrana celular durante o processo de absorção de água e liberam grandes quantidades de íons, aumentando a condutividade elétrica da solução (Marcos Filho, 2015).

A redução da condutividade elétrica, indica que houve aumento da resistência à corrente elétrica na solução de imersão, decorrente da menor concentração de íons na solução (Sediyama et al., 2012). O osmocondicionamento provoca a lenta absorção de água pela semente, o que previne os possíveis danos causados pela rápida absorção de água, preserva os solutos disponíveis para as membranas dos tecidos embrionários e deixa os metabólitos disponíveis para uso durante o processo de germinação e emergência de plântulas.

A germinação das sementes de soja cv. BMX Potência RR osmocondicionadas com PEG não diferiram do controle na ausência de condições estressantes (0,0 MPa), entretanto, na concentração de -0,3 MPa as sementes osmocondicionadas a -1,0 MPa apresentaram germinação superior as sementes osmocondicionadas a -1,2 MPa (Tabela 6). Resultados semelhantes foram observados por Silva et al. (2016), que observaram efeito significativo do condicionamento osmótico na emergência de plântulas de soja (60%), oriundas de sementes condicionadas a -1,0 MPa. Entretanto, sob condição de estresse salino acentuado (-0,6 MPa) observou-se melhor desempenho das sementes osmocondicionadas a -1,0 MPa. O efeito do estresse salino foi prejudicial na germinação de sementes do controle e tratadas com PEG a -1,2 MPa.

| | BMX Potência RR | | |
|----------|-----------------|----------|----------|
| | 0 MPa | -0,3 MPa | -0,6 MPa |
| Controle | 92 Aa | 87 ABa | 38 Bb |
| -1,0 MPa | 91 Aa | 92 Aa | 68 Aa |
| -1,2 MPa | 86 Aa | 81 Ba | 32 Bb |
| CV (%) | 6,5 | 6,0 | 30,7 |

Letras maiúsculas iguais nas colunas e letras minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 6. Germinação (%) de sementes de soja cv. BMX Potência RR submetidas ao condicionamento osmótico com PEG 6000 e ao estresse salino com NaCl.

Resultados semelhantes foram observados para as sementes dos demais genótipos submetidos às soluções de NaCl. As sementes da cv. M 6210 IPRO não apresentaram diferenças significativas na germinação sem ou com NaCl (-0,3 MPa). Com o estresse por NaCl mais acentuado (-0,6 MPa), o osmocondicionamento a -1,0 MPa foi superior aos demais tratamentos (Tabela 7).

| M 6210 IPRO | | | |
|-------------|-------|----------|----------|
| | 0 MPa | -0,3 MPa | -0,6 MPa |
| Controle | 92 Aa | 88 Aa | 71 Bb |
| -1,0 MPa | 87 Aa | 93 Aa | 91 Aa |
| -1,2 MPa | 93 Aa | 93 Aa | 75 ABb |
| CV(%) | 6,2 | 3,3 | 11,2 |

Letras maiúsculas iguais nas colunas e letras minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 7. Germinação (%) de sementes de soja cv. M 6210 IPRO submetidas ao condicionamento osmótico com PEG 6000 e ao estresse salino com NaCl.

O condicionamento osmótico com PEG (6000) não influenciou a germinação das sementes cv. M 6410 IPRO submetidas às soluções salinas. No entanto, os resultados numéricos da germinação de sementes submetidas ao estresse salino (-0,6 MPa) indicam o efeito prejudicial dessa concentração na germinação de sementes (Tabela 8). Em situações de maior salinidade ocorre a redução do poder germinativo das sementes em função da restrição hídrica que ocorre devido ao acúmulo de íons de sais de sódio e cloro na região da rizosfera (Carvalho et al., 2012).

| M 6410 IPRO | | | |
|-------------|-------|----------|----------|
| | 0 MPa | -0,3 MPa | -0,6 MPa |
| Controle | 86 Aa | 79 Aa | 70 Aa |
| -1,0 MPa | 83 Aa | 83 Aa | 74 Aa |
| -1,2 MPa | 85 Aa | 85 Aa | 75 Aa |
| CV(%) | 5,0 | 12,5 | 15,2 |

Letras maiúsculas iguais nas colunas e letras minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 8. Germinação (%) de sementes de soja cv. M 6410 IPRO submetidas ao condicionamento osmótico com PEG 6000 e ao estresse salino com NaCl.

O efeito do condicionamento osmótico de sementes submetidas aos estresses abióticos foi observado em sementes de diversas espécies agrícolas. Em lotes de sementes de pepino osmocondicionadas com PEG (-0,1 MPa) o índice de velocidade de germinação foi superior (32,2) ao da testemunha (22,4) na temperatura de 20°C (subótima) (Lima e Marcos Filho, 2010). Sementes de sesbânia (*Sesbania virgata* (CAV.) PERS) condicionadas em solução osmótica de -0,2 MPa e submetidas ao envelhecimento apresentaram maior resultado de germinação e primeira contagem, em relação as sementes não envelhecidas (Masetto et al., 2013).

O efeito do condicionamento osmótico de sementes de soja em temperaturas sub e supra-ótimas foi significativo na germinação das sementes da cv. BMX Potência RR na

temperatura de 15°C (Tabela 9). As sementes osmocondicionadas a -1,0 MPa e o controle apresentaram, numericamente, o menor resultado de germinação na temperatura de 35°C. As sementes tratadas com PEG (-1,2 MPa) não apresentaram diferença significativa quanto à germinação nas temperaturas avaliadas.

| BMX Potência RR | | | |
|-----------------|--------|-------|-------|
| | 15°C | 25°C | 35°C |
| Controle | 92 Aa | 92 Aa | 66 Ab |
| -1,0 MPa | 88 ABa | 91 Aa | 60 Ab |
| -1,2 MPa | 85 Ba | 86 Aa | 77 Aa |
| CV (%) | 3,9 | 6,5 | 18,3 |

Letras maiúsculas iguais nas colunas e letras minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 9. Germinação (%) de sementes de soja cv. BMX Potência RR submetidas ao condicionamento osmótico com PEG 6000 e ao estresse térmico.

Para as sementes da cv. M 6210 IPRO, a temperatura não influenciou a germinação das sementes (Tabela 10). O resultado médio de germinação nas temperaturas de 15°C e 25°C foi de 91% e, na temperatura de 35°C foi de 92%. As sementes tratadas com PEG (-1,0 MPa) apresentaram o menor resultado de germinação (87%) na temperatura de 25°C (controle), em relação às demais temperaturas. Entretanto, Rouhi et al. (2011) observaram elevados resultados de germinação de sementes de soja osmocondicionadas com PEG (-1,0 MPa) durante 12 horas na temperatura de 25 °C.

| M 6210 IPRO | | | |
|-------------|-------|-------|-------|
| | 15 °C | 25 °C | 35 °C |
| Controle | 87 Aa | 92 Aa | 93 Aa |
| -1,0 MPa | 94 Aa | 87 Ab | 94 Aa |
| -1,2 MPa | 91 Aa | 93 Aa | 90 Aa |
| CV(%) | 4,8 | 6,2 | 3,7 |

Letras maiúsculas iguais nas colunas e letras minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 10. Germinação (%) de sementes de soja cv. M 6210 IPRO submetidas ao condicionamento osmótico com PEG 6000 e ao estresse térmico.

A temperatura não influenciou a germinação das sementes pertencentes à cv. M 6410 IPRO (Tabela 11). Os resultados médios de germinação de sementes nas temperaturas de 15 °C, 25 °C e 35°C foram de, respectivamente, 82%, 85% e 62%. Sementes osmocondicionadas com PEG não apresentaram diferença significativa na germinação sob temperaturas avaliadas; no entanto, as sementes não tratadas apresentaram germinação superior nas temperaturas de 15°C e 25°C e sensibilidade à temperatura de 35°C (Tabela 11).

| M 6410 IPRO | | | |
|-------------|--------|-------|-------|
| | 15 °C | 25 °C | 35 °C |
| Controle | 84 Aab | 86 Aa | 61 Ab |
| -1,0 MPa | 82 Aa | 83 Aa | 63 Aa |
| -1,2 MPa | 81 Aa | 85 Aa | 63 Aa |
| CV(%) | 6,0 | 5,0 | 22,8 |

Letras maiúsculas iguais nas colunas e letras minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 11. Germinação (%) de sementes de soja cv. M 6410 IPRO submetidas ao condicionamento osmótico com PEG 6000 e ao estresse térmico.

O efeito do condicionamento osmótico de sementes de soja com PEG (6000), nas concentrações testadas, foi influenciado pelo genótipo. Ainda que as sementes de soja não diferissem nos resultados de germinação de estresse térmico, verificou-se resultados positivos com o osmocondicionamento na germinação de sementes submetidas ao estresse salino, sobretudo na concentração de -0,6 MPa.

CONCLUSÕES

O condicionamento osmótico com PEG (6000) influencia na condutividade elétrica de sementes de soja das cv. BMX Potência RR, M 6210 IPRO e M 6410 IPRO.

O condicionamento osmótico com PEG (-1,0 MPa) tem efeito benéfico na germinação de sementes cv. BMX Potência RR e M 6210 IPRO submetidas ao estresse salino com NaCl.

A germinação das sementes de soja submetidas às temperaturas sub e supra-ótimas não é influenciada pelo tratamento osmótico.

AGRADECIMENTOS

À UFGD e ao PPGAGRO. A terceira e quarta autoras agradecem ao CNPq pela bolsa de estudos. À Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (Termo de Outorga: 133/2023 /SIAFEM: 33108).

REFERÊNCIAS

- ABID, ALI, S.; QI, L. K.; ZAHOOOR, R.; TIAN, Z.; JIANG, D.; DALI, T. Physiological and biochemical changes during drought and recovery periods at tillering and jointing stages in wheat (*Triticum aestivum* L.). **Scientific Reports**, v. 8, n. 1, p. 1-15, 2018.
- AFZAL, I.; BASRA, S. M. A.; HAMEED, A.; FAROOQ, M. Physiological enhancements for alleviation of salt stress in wheat. **Pakistan Journal of Botany**, v. 38, n. 5, p. 1649-1659, 2006.
- ARMONDES, K, A, P; DIAS, D, C, F, S.; MARTINEZ, P, A, H.; SILVA, L, J.; HILST, P, C. Condicionamento osmótico e desempenho de sementes de repolho com diferentes níveis de vigor. **Horticultura Brasileira. Comunicação Científica**, v. 34, n. 3, p. 428-434, 2016.
- BARBOSA, M, R.; SILVA, M, M, A.; WILLADINO, L.; ULISSES, C.; CAMARA, T, R. Geração e desintoxicação enzimática de espécies reativas de oxigênio em plantas. **Ciência Rural**, v. 44, p. 453-460, 2014.
- BEWLEY, J. Derek. Seed germination and dormancy. **The Plant Cell**, v. 9, n. 7, p. 1055, 1997.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, p. 395, 2009.
- CARVALHO, T. C.; SILVA, S. S.; SILVA, R. C.; PANOBIANCO, M. Germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de soja convencional e sua derivada transgênica RR em condições de estresse salino. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.8, p.1366-1371, 2012.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.
- JELLER, H.; PEREZ, S. C. J. G. A. Condicionamento osmótico na germinação de sementes de cássia-do-nordeste sob estresse hídrico, térmico e salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 9, p. 1025-1034, 2003.
- JUHÁSZ, A. C. P.; PÁDUA, G. P.; WRUCK, D. S. M.; FAVORETO, L.; RIBEIRO, N. R. Desafios fitossanitários para a produção de soja. **Informe Agropecuário**, v. 34, n. 276, p. 66-75, 2013.
- KHAN, F. A.; MAQBOOL, R.; NARAYAN, S.; BHAT, S. A.; NARAYAN, R.; KHAN, F. U. Reversal of age-induced seed deterioration through priming in vegetable crops—a review. **Advances in Plants and Agriculture Research**, v. 4, n. 6, p. 1-9, 2016.
- KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. de B.; HENNING, A. A. **A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura**. Londrina: Embrapa Soja, 2018. 24 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 136). Disponível em: < <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1091765>>. Acesso em: 19 ago. 2024.
- LEI, C.; BAGAYATHIANNAN, M.; WANG, H.; SHARPE, S. M.; MENG, W.; YU, J. (2021). Osmopriming with Polyethylene Glycol (PEG) for Abiotic Stress Tolerance in Germinating Crop Seeds: A Review. **Agronomy**, v. 11, n. 11, p. 2194, 2021.
- LIMA, L. B.; MARCOS FILHO, J. Condicionamento fisiológico de sementes de pepino e germinação sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, p. 138-147, 2010.

- MAGUIRE, J. D. Seed of germination, aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, p.176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina-PR: ABRATES, 1999. p.3-1 a 3-24.
- MARCOS FILHO, J. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. **Scientia agricola**, v. 72, p. 363-374, 2015.
- MASETTO, T. E.; FARIA, J. M. R.; FRAIZ, A. C. R.; REZENDE, R. K. S. Condicionamento osmótico de sementes de *Sesbania virgata* (CAV.) PERS (*Fabaceae*). **Cerne**, v.19, n.4, p.629-636, 2013.
- MASETTO, T. E.; SCALON, S. D. P. Q.; REZENDE, R. K. S.; OBA, G. C.; GAMBATTI, M.; PATRÍCIO, V. S. Germinação de sementes de *Dimorphandra mollis* Benth.: efeito de salinidade e condicionamento osmótico. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 12, n. 3, 2014.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 224.
- NUNES, U. R.; REIS, M. S.; DEL GIÚDICE, M. P.; SEDYIAMA, C. S.; SEDYIAMA, T. Embebição e qualidade fisiológica de sementes de soja submetidas ao condicionamento osmótico e condicionamento seguido de secagem. **Ceres**, v. 51, n. 293, 2015.
- OLIVEIRA, F. D. A. D.; MEDEIROS, J. F. D.; DE OLIVEIRA, M. K.; SOUZA, A. A.; FERREIRA, J. A.; SOUZA, M. S. Francisco de A. de et al. Interação entre salinidade e bioestimulante na cultura do feijão caupi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, p. 465-471, 2013.
- PAPARELLA, S.; ARAÚJO, S. S.; ROSSI, G.; WIJAYASINGHE, M.; CARBONERA, D.; BALESTRAZZI, A. Seed priming: state of the art and new perspectives. **Plant Cell Reports**, v. 34, n. 8, p. 1281-1293, 2015.
- PENHA, L. A.; FONSECA, I. D. B.; MANDARINO, J. M.; BENASSI, V. D. T. **A soja como alimento: valor nutricional, benefícios para a saúde e cultivo orgânico**. Embrapa Soja-Artigo de divulgação na mídia (INFOTECA-E), 2014.
- PEREIRA, L. S.; MASETTO, T. E. Water uptake dynamics in soybean seeds: influence in seeds performance and DNA integrity. **Ciência Rural**, v. 51, n. 3, e20200212, 2021.
- ROUHI, H. R.; SURKI, A. A.; SHARIF-ZADEH, F.; AFSHARI, R. T.; ABOUTALEBIAN, M. A.; AHMADYAND, G. Study of different priming treatments on germination traits of soybean seed lots. **Notulae Scientia Biologicae**, v. 3, n. 1, p. 101-108, 2011.
- ROYCHOUDHURY, A.; CHAKRABORTY, M. Base bioquímica e molecular da diferença varietal na tolerância ao sal vegetal. **Pesquisa Anual & Revisão em Biologia**, p. 422-454, 2013.
- SAFDAR, H.; AMIN, A.; SHAFIQ, Y.; ALI, A.; YASIN, R.; SHOUKAT, A.; SARWAR, M. I. A review: Impact of salinity on plant growth. **Nature and Science**, v. 17, n. 1, p. 34-40, 2019.

SILVA, T. A. D.; SILVA, P. B. D.; SILVA, E. A. A. D.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. Condicionamento fisiológico de sementes de soja, componentes de produção e produtividade. **Ciência Rural**, v. 46, p. 227-232, 2016.

SEDIYAMA, C. A. Z.; REIS, M. S.; SEDIYAMA, C. S.; DIAS, M. A.; SEDIYAMA, T.; SANTOS DIAS, D. C. F. Qualidade fisiológica de sementes de cultivares de soja por meio do condicionamento osmótico. **Comunicata Scientiae**, v. 3, n. 2, p. 90-97, 2012.

SZCZERBA, A.; PLAZEK, A.; PASTUSZAK, J.; KOPEÉ, P.; HORNÝÁK, M.; DUBERT, F. Effect of low temperature on germination, growth, and seed yield of four soybean (*Glycine max* L.) cultivars. **Agronomy**, v. 11, n. 4, p. 800, 2021.

TUNES, L. V. M.; ALMEIDA, A. S.; CAMARGO, T. O.; SUÑE, A. S.; RODRIGUES, D. B.; MARTINS, A. B. N.; SILVA, A. F. Metodologia alternativa para o teste de germinação em sementes de soja tratada. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 41223-41240, 2020.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina-PR: ABRATES, 1999. p. 4-1 a 4-26.

DENSIDADE DE PLANTIO E SUA IMPORTÂNCIA NO PLANEJAMENTO DA FERTIRRIGAÇÃO E PROCEDIMENTOS DE CÁLCULOS DO NÚMERO DE PLANTAS NUMA ÁREA COM FORMAS DIFERENTES DE PLANTIO E USO DE ADUBOS MINERAL OU ORGÂNICOS SÓLIDOS OU LÍQUIDOS

Data de submissão: 07/09/2024

Data de aceite: 01/10/2024

José Crispiniano Feitosa Filho

Prof. Dr. Associado IV. DSENGR/CA/
UFPB. Areia-PB. Advogado OAB-PB. Nº
20.195

José Maria Pinto

Pesquisador Dr. da Embrapa Semi-Árido.
Petrolina-PE

Guttemberg da Silva Silvino

Prof. Associado IV. Areia-PB

RESUMO: No Planejamento e Operacionalidade da Fertirrigação, Irrigação e outras Práticas Agrícolas há necessidade do conhecimento do número de plantas ou de covas distribuídas na área; tecnicamente denominado de Densidade de Plantio. Seu conhecimento permite saber quanto de água ou de adubos são necessários para atender a irrigação nas subparcelas, os adubos necessários para o preparo da Mistura a ser aplicada na Fertirrigação em cada aplicação ou durante o ciclo cultural; bem como orientar o produtor na aquisição deles necessários no momento de cada aplicação ou total. O conhecimento da Densidade de Plantio e das formas como as culturas foram ou serão distribuídas na área

são importantes e imprescindíveis tanto na Fertirrigação quanto em outras Práticas Agrícolas como na própria Irrigação, nos Tratos Culturais, Mecanização etc. Na Prática podem-se ter 8 (oito) Formas distintas de como se implantar determinada cultura numa área. Cada umas dessas formas requer cálculos diferentes para se quantificar sua Densidade de Plantio. Esse trabalho teve como objetivo fazer uma Revisão Bibliográfica em livros, periódicos, artigos científicos, site da internet e outras fontes de informações que permitissem apresentar Exemplos Ilustrativos de Cálculos de Densidades de Plantio em função das diferentes formas de distribuição de espécies vegetal em cultivos isolados ou consorciados com outras espécies na mesma área; bem como apresentar Critérios Técnicos úteis no Planejamento e na Operacionalidade da Fertirrigação em Cultivos de Campo ou mantidos em Ambiente Protegido com uso de Adubos Mineral ou Adubos Orgânicos. Dentre os Tipos de Densidade de Plantio às distribuições de Culturas no Formato Triangular, em Fileiras Dupla e Cultivos de Espécies Consorciadas são mais criteriosas de suas determinações. Como conclusões recomendam-se Atenção Especial aos

Planejadores da Fertirrigação e outras Práticas Agrícolas dada a importância da Densidade de Plantio como Tratamentos Culturais, Qualidade e Tamanho dos Produtos, Colheita, Produtividades e Custos de Produção numa Atividade Agrícola.

PALAVRAS-CHAVE: Adensamento de Culturas; Fertirrigação; Consórcios de Culturas, Produtividade, Custo de Produção.

PLANTING DENSITIES AND THEIR IMPORTANCE IN FERTIRRIGATION PLANNING AND CALCULATION PROCEDURES OF THE NUMBER OF PLANTS IN AN AREA WITH DIFFERENT FORMS OF PLANTING AND USE OF SOLID OR LIQUID MINERAL OR ORGANIC FERTILIZERS

ABSTRACT: In the Planning and Operation of Fertigation, Irrigation and other Agricultural Practices, it is necessary to know the number of plants or holes distributed in the area; technically called Planting Density. Knowing this allows us to know how much water or fertilizers are needed to supply irrigation in the subplots, the fertilizers needed to prepare the Mixture to be applied in Fertigation in each application or during the crop cycle; as well as to guide the producer in acquiring the fertilizers needed at the time of each application or in total. Knowledge of Planting Density and the ways in which the crops were or will be distributed in the area are important and essential both in Fertigation and in other Agricultural Practices such as Irrigation itself, Cultural Treatments, Mechanization, etc. In Practice, there may be 8 (eight) different ways of planting a given crop in an area. Each of these ways requires different calculations to quantify its Planting Density. This work aimed to perform a Bibliographic Review in books, periodicals, scientific articles, websites and other sources of information that would allow presenting Illustrative Examples of Calculations of Planting Densities according to the different forms of distribution of plant species in isolated crops or in association with other species in the same area; as well as presenting Technical Criteria useful in the Planning and Operation of Fertigation in Field Crops or maintained in a Protected Environment with the use of Mineral Fertilizers or Organic Fertilizers. Among the Types of Planting Density, the distributions of Crops in the Triangular Format, in Double Rows and Crops of Intercropped Species are more judicious in their determinations. As conclusions, it is recommended that Special Attention be paid to Planners of Fertigation and other Agricultural Practices given the importance of Planting Density as Cultural Treatments, Quality and Size of Products, Harvest, Productivity and Production Costs in an Agricultural Activity.

KEYWORDS: Crop Densification; Fertigation; Crop Consortia; Production Cost.

INTRODUÇÃO

No Planejamento da Irrigação ou da Fertirrigação há necessidade do conhecimento de como se calcular a Densidade de Plantio que representa o número de plantas ou número de covas por unidade de área, sendo essa uma variável importante e significativa tanto nos rendimentos e nas qualidades dos produtos colhidos quanto na operacionalidades de outras Práticas Agrícolas e, conseqüentemente nas produtividades, qualidades e tamanho dos produtos colhidos e custo de produção da cultura trabalhada. Do conhecimento da Densidade de Plantio depende quantificar o volume de água necessária para atender tanto a irrigação nas subparcelas quanto a quantidade dos adubos a serem utilizados no Preparo da Mistura para a Fertirrigação e orientar o produtor quanto de cada produto ele precisa adquirir para tê-los disponíveis no momento de cada aplicação. Como às unidades de água necessária para atender às culturas e os adubos são expressas em $l.ha^{-1}$, $l.planta^{-1}$; $gr.cova^{-1}$; $kgs.ha^{-1}$; $covas.ha^{-1}$; etc; então se faz necessário saber o número de plantas ou número de covas existem em determinada área. Nesse mesmo contexto as Recomendações de Adubação ou nas Adubações Foliaves são expressos também em unidades de massa ou de volume em relação área como: $Kg.ha^{-1}$ ou $l.ha^{-1}$ no caso dos Adubos Orgânicos Líquidos encontrados no Mercado ou nas Propriedades Rural e Fazendas como os chorumes na forma Líquida.

DENSIDADE DE PLANTIO

A **Densidade do Plantio** têm sido aumentada ultimamente graças às novas técnicas de cultivos e uma boa densidade de plantio é aquela cujos produtos colhidos satisfazem tanto o produtor quanto o consumidor. Para o produtor, no caso deles terem maiores produtividades e renda por área colhida. Para o consumidor adquirir a preços viáveis produtos de melhor qualidade e tamanho para consumo sem desperdícios dada ao número de poucas pessoas agora numa família.

Distribuição de Plantas da Forma Fileiras Duplas

Segundo Mascarenhas (2021), “a ideia de se plantar Espécies vegetal em fileiras e com determinada distâncias entre as plantas e entre as linhas surgiu da necessidade de racionalização das áreas; principalmente com o advento da mecanização agrícola. Acrescenta que os espaçamentos entre plantas e entre linhas podem varias de acordo com vários fatores dentre eles: Porte da Planta, Fertilidade do Solo, Produtividades desejadas; Custo de Produção, Tratos Culturais, Mecanização; etc.”. (Grifo nosso).

Trabalho conduzido por Cardoso et al. (1993) avaliando os efeitos de densidades de Plantas no Consócio Milho x Caupi sob irrigação com semeadura de duas culturas na mesma linha e no arranjo de uma fileira de Caupi entre duas fileiras de milho, com

densidade de 6 (seis) plantas.m⁻² mostrou que o rendimento dos grãos de milho aumentou linearmente com o acréscimo do número de plantas na área e demonstrou a viabilidade de dois cultivos de Caupi sem prejudicar a produtividade do milho. Ainda que o rendimento de grãos de Caupi cresceu linearmente com o decréscimo de plantas de milho por área.

Trabalho conduzido por Bahia et al. (2019) avaliando diferentes espaçamentos para o plantio de Mogno Africano (*Khaya sp.*) testaram os espaçamentos: 6 m x 7 m; 6 m x 6 m; 5 m x 5 m; 4 m x 4 m e 3 m x 3 m quantificando o desenvolvimento dendrométrico e volumétrico de aproximadamente 400 árvores nesses 5(cinco) tratamentos. Além da análise fitossanitária e tortuosidade verificaram que em termos gerais o espaçamento de 5 m x 5 m apresentou as maiores médias de DAP, altura e volume Individual.

Segundo a Planfor (2021) no caso do Cedro do Líbano (*Cedrus libani*) recomenda densidade de plantio variando entre 1200 e 1500 plantas.ha⁻¹; dependendo dos objetivos do silvicultor.

Distribuição de Plantas da Forma Triangular (Quincôncio)

O Sistema Quincôncio é a disposição geométrica de cinco elementos em que quatro deles formam um quadrilátero, normalmente um quadrado, e o quinto elemento está centrado no cruzamento das diagonais.

Dadalto & Raposo Filho (2022) referindo-se ao Sistema de Plantio Tipo Quincôncio em que o alinhamento das covas pode ser feito de forma coincidente entre as linhas, ou não coincidente em quincôncio. Acrescentam que “O plantio em quincôncio é particularmente importante para áreas declivosas visando aumentar a barreira de cobertura do solo ao escoamento das águas de chuva, evitando processos erosivos” (Grifo nosso)

A Distribuição de Culturas em Condições de Campo numa determinada Área pode ser feita de 8 (oito) Formas de Cultivos distintos, sendo elas:

- a. Plantio de culturas feito em covas em fileiras simples, a exemplo de plantio de banana, de manga, de acerola, de abacate, etc.;
- b. Plantio feito em covas em fileiras com distribuição triangular (Quicôncio), a exemplo de plantio de Coqueiro, de Laranja, de Manga, de Abacate; etc.;
- c. Plantio feito em covas em fileiras com espaçamento duplo, a exemplo do cultivo de Abacaxi; Cultivo de Mandioca, etc.;
- d. Plantio feito em fileiras contínuas, a exemplo de cultivo de cana de açúcar, Cultivo de milho e de Gramíneas forrageiras etc.;
- e. Plantio feito em canteiros, a exemplo de Cultivos de Olerícolas como Alface, Cenoura, Coentro, Chicória, Beterraba; Rúcula, etc.
- f. Plantios feito em Vasos, a exemplo de Cultivos em Experimentos em Condições de Ambiente Protegidos etc.

- g. Plantios feitos a lanço distribuídas as sementes ou talhões de mudas prontas na área total, a exemplo de Gramíneas plantadas em Jardins, Pomares e Campo de Futebol, etc.
- h. Plantios feitos com Espécies de Culturas Consorciadas, a exemplo de Milho + Feijão; de Milho + Fava ou de Culturas Florestais; etc.

ADUBAÇÃO ORGÂNICA COM ADUBOS NA FORMA LÍQUIDA VIA FERTIRRIGAÇÃO

A adubação orgânica feita desde tempos remotos preconiza não somente o fornecimento corretivo da fertilidades aos solos como também ajuda na recuperação de suas propriedades físicas e químicas.

A produção de compostos orgânicos pelos animais é decorrente da digestão natural pois só parte dos alimentos consumidos é aproveitada pelo organismo. O restante, contendo em torno de 75% a 85% dos elementos minerais e 40% da matéria orgânica é eliminada através das fezes. Os dejetos bovinos contêm em torno 60% de nitrogênio na parte líquida enquanto e em torno de 97% do Fósforo e o Potássio estão na parte sólida. Dentre os Adubos Orgânicos o Chorume que consiste na mistura de água, fezes e urinas de diferentes espécies animal constituem excelente fonte de matéria orgânica. Quando os chorumes são aplicados nos solos arenosos como toda matéria orgânica melhora sua estrutura, agregando partículas e aumentando o poder de absorção de água. Quando são aplicados nos solos argilosos estimulam a granulação, melhorando a circulação de ar necessárias ao desenvolvimento das raízes (PETROBRÁS, 1986).

Segundo GOMES (1986), cada volume de um litro de chorume bovino contem em média 1,5 g de N; 0,10 g de P_2O_5 e 4,9 g de K_2O . Os elementos encontram-se na forma solúvel facilmente assimilável pelas plantas. Outra fração orgânica importante nos chorumes animais são os fungos e bactérias que aplicados no solo passam a decompor os constituintes das fezes favorecendo a microflora e qualidades químicas do solo. A proporção entre fezes e urina varia de acordo com BRADY (1983) normalmente na proporção de 2:1 até 4:1.

OBJETIVOS DO TRABALHO

Esse trabalho tem como objetivos e Metodologia de Pesquisa fazer uma Revisão Bibliográfica através de utilizando livros, periódicos, artigos científicos, site da internet e outras fontes de informações que permitissem apresentar exemplos de Cálculos Ilustrativos de Densidades de Plantio em função das diferentes formas de distribuição de espécies vegetal em cultivos isolados ou em consórcios com outras espécies numa mesma área. Também apresentar Critérios Técnicos adotados no Planejamento e Operacionalidade da Fertirrigação feitas em condições de campo ou em Ambiente Protegido com uso de Adubos Mineral ou Orgânicos obtidos no Mercado o nas Fazendas nas formas Sólida ou Líquida.

MATERIAL E MÉTODOS

Como Metodologia da Pesquisa foi feita uma Revisão Bibliográfica utilizando livros, periódicos, artigos científicos, site da internet e outras fontes de informações que permitissem apresentar exemplos ilustrativos de Cálculos de Densidades de Plantio. Os autores em seguida, seguindo critérios adotados pelo MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE PERNAMBUCO (2021) e por Cretella Junior & Cretella Neto (2006) definiram 17 (Dezessete) Perguntas com suas respectivas Respostas envolvendo Critérios de Cálculos utilizados para se obter Densidades de Plantio de Culturas implantadas em formatos distintos de distribuição na área. Além disso apresentar Exemplos desses Cálculos passíveis de serem utilizados ou ajustados para uso em condições similares de explorações. As Perguntas e suas Respostas foram essas:

RESULTADOS

Fórmulas para se Calcular o Número de Plantas por área em cada uma dessas 8 (Oitos) formas de Plantios.

a) Plantio de Culturas feito em covas em Fileiras Simples

$$NPA = \frac{\text{Área (m}^2\text{)}}{\text{Espaçamento Entre Linhas (m) x Espaçamento entre Plantas (m)}} \quad (\text{Eq. 01})$$

b) Plantio de Culturas feito em covas no Sentido Triangular (Quincôncio)

$$NPA = \frac{\text{Área (m}^2\text{)}}{4x \text{ Area do Triângulo Equilátero (m}^2\text{)}} \quad (\text{Eq. 02})$$

c) Plantio feito em Sistemas de covas em fileiras dupla

$$NPA = \frac{2 \text{ Vezes a Área (m}^2\text{)}}{\text{Esp.Maior entre Linhas+Espac.Menor entre Linhas x Espaçamento entre Plantas (m}^2\text{)}} \quad (\text{Eq. 03})$$

d) Plantio feito em Covas no Sistema em Fileiras Simples

$$NPA = \frac{\text{Área (m}^2\text{)}}{\text{Espaçamento Entre Linhas (m) x Espaçamento entre Plantas (m)}} \quad (\text{Eq. 04})$$

e) Plantio feito em Sistemas de Canteiros

$$NPA = \frac{\text{Área útil dos Canteiros em 1,0 ha(m}^2\text{)}}{\text{Espaçamento Entre Linhas (m) x Espaçamento entre Plantas (m)}} \quad (\text{Eq. 05})$$

f) Plantio feito com uso de Vasos mantidos em Ambiente Protegido a exemplo de Cultivos em Experimentos Didáticos, etc.

NPA= Regra de três entre o Volume de Solo na Área e Profundidade considerada para aquela cultura tomando como referência base na área de 1,0 há (10,000 m^2) em relação aos volumes correspondentes do total de vasos necessários para a execução do Experimento no Ambiente Protegido. (Eq. 06)

g) Plantios feitos na Área Total, a exemplo de Gramíneas plantadas em jardins e em Campo de futebol, etc.

$$NPA = \text{Área Cultivada} \quad (\text{Eq. 07})$$

h) Plantios feitos com Culturas Consorciadas, a exemplo de Milho + Feijão ou Milho + Fava, etc. (Eq. 08)

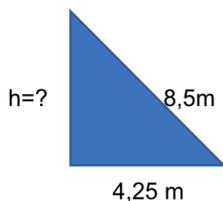
Exemplos de Cálculos para Determinar o Número de Plantas por Área com Uso dessas Fórmulas

4.2.1. Exemplo 1: Quantas covas se tem numa área de 1,0 ha a ser planta com A Cultura de banana da Cultivar Pacovã no espaçamento de 3,0 m x 2 m.

$$NCA = \frac{10.000 \text{ } 15,64 \text{ } m^2}{3,0m \times 2,0 \text{ } m} = 1667 \text{ } Covas/ha$$

4.2.2. Exemplo 2: Quantas plantas devem se tem numa área de 1,0 ha de Coqueiro Anão plantado na forma triangular com espaçamento de 8,5 m x 8,5 m.

Resposta: No caso em questão utilizando o Teorema de Pitágoras para se determinar a altura do triângulo retângulo tem-se:



$$h = \sqrt{8,5^2 - 4,25^2} = 7,36m$$

À área do Triângulo Retângulo com dimensão da base de 4,25 m e altura de 7,36 m será obtida por:

$$\text{Area do Triangulo} = \frac{4,25 \times 7,36 \text{ } m}{2} = 15,64 \text{ } m^2$$

Obs.: Como são 4 (quatro triângulos isósceles) semelhantes se tem :

$$NPA = \frac{10.000 \text{ m}^2}{4 \times 15,64 \text{ m}^2} = 160 \text{ Plantas/ha}$$

Exemplo 4.2.3. Quantas plantas se tem numa área de 1,0 ha a ser planta com Mogno Australiano plantada no formato de linhas e de fileiras simples comparada ao mesmo espaçamento de 5 m x 5 m plantado no formato Triangular?

a) Cultivo Plantado no Sistema de Fileiras Simples

$$NPA = \frac{10.000 \text{ m}^2}{5 \text{ m} \times 5 \text{ m}} = 400 \text{ Plantas/ha}$$

b) Cultivo Plantado no Sistema de Formato Triangular

$$h = \sqrt{5,0^2 - 2,5^2} = 4,33 \text{ m}$$

$$\text{Area do Triangulo} = \frac{2,25 \times 4,33 \text{ m}}{2} = 4,87 \text{ m}^2$$

$$NPA = \frac{10.000 \text{ m}^2}{4 \times 4,874 \text{ m}^2} = 513 \text{ Plantas/ha}$$

Exemplo 4.2.4. Quantas plantas há numa área de 1,0 ha a ser plantada com Mogno Australiano no espaçamento de 5 m x 5 m plantado no Formato Triangular no procedimento de aumento de 15%?

$$NPA = \frac{10.000 \text{ m}^2}{5 \text{ m} \times 5 \text{ m}} = 400 \text{ Plantas/ha}$$

$$NPA = 15\% \times 400 = 60 + 400 = 460 \text{ Plantas . ha/ha}$$

Exemplo 4.2.5. Quantas plantas devem-se ter numa área de 1,0 ha de abacaxi da Variedade Smooth Cayenne cuja distância entre linhas no espaçamento maior é de 1,20 m e espaçamento entre linhas no espaçamento menor no sentido das fileiras de 0,50 m e espaçamento entre plantas nas fileiras de 0,50 m.

$$NPA = \frac{20.000 \text{ m}^2}{(1,20 \text{ m} + 0,50 \text{ m}) \times 0,50 \text{ m}} = 23.529 \text{ Plantas/ha}$$

Exemplo 05. Quantas plantas devem ter numa área útil de 8000 m² de (1,0 ha) cultivada com Cenoura plantada nos Espaçamentos de 0,20 m x 0,10 m.

$$NPA = \frac{8.000 \text{ m}^2}{0,20 \text{ m} \times 0,10 \text{ m}} = 400.000 \text{ Plantas/ha}$$

Exemplo 4.2.6. Quantas plantas da Cultura de Cana de Açúcar irrigada por gotejamento subterrâneo podem ser plantadas numa área de 1,0 ha no espaçamento de 1,5 m x 0,25 m?

$$NPA = \frac{10.000 \text{ m}^2}{1,5 \text{ m } 0,25\text{m}} = 26.667 \text{ Plantas/ha}$$

Exemplo 4.2.7. Quantas Sementes ou mudas de grama devem são necessárias para serem plantadas numa área de Campo de Futebol com dimensões de 80 m de Comprimento x 120 m de largura com plantio feito com sementes a lança

$$\text{Area do Campo de Futebol} = 80 \text{ m} \times 120 \text{ m} = 9600 \text{ m}^2$$

Obs. Para a área correspondente do campo se faz uma Regra de Três Simples em relação a área de 1,0 ha = 10.000 m²

Exemplo 4.2.8. Uma Cultura do Tomate está sendo planejada seu plantio feito em vasos de plástico de formato de Tronco de Cone mantidos em Ambiente Protegido com as seguintes dimensões: R= 40 cm; r=20 cm e h=60 cm. Considerar para o cálculo do Volume de Solo na área de 1,0 ha a profundidade média do sistema radicular da cultura de 0,60 m. Utilizar para os Cálculos das quantidades dos adubos a Ureia com 45% como fonte de N, o Map contendo 10% de N e 54% de P₂O₅ como fonte de Fósforo e o Nitrato de Potássio contendo 13% de N e 44% de K₂O como fonte de Potássio. A recomendação de adubação para cultivo tradicional foi de: 80 Kg.ha⁻¹ de N; 120 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e 160 kg.ha⁻¹ de K₂O. No caso em estudo avaliou-se os efeitos de 6(seis) doses de K nas produtividades do tomateiro.

O Nitrato de Potássio foi utilizado como fonte de K com 5(cinco) repetições.

- Volume de Solo (1,0 ha) = 10.000 m² x 0,60m = 6.000 m³
- Dimensões do Tronco de Cone: R= 0,40 m; r= 0,20 m e h= 0,60 m
- C= Fórmula para obter o Volume do Tronco de Cone



- Volume do Tronco de Cone** = $\frac{1}{3} \pi \cdot h (R^2 + R \cdot r + r^2) = \frac{1}{3} 3,1416 \times 0,60 \cdot (0,60^2 + 0,60 \times 0,20 + 0,20^2) = 0,367 \text{ m}^3$
 -

c. Cálculo do Número de Vasos Necessários no Experimento

$$NVNE = \text{Tratamentos} \times \text{Repetições} = 6 \text{ trat} \times 5 \text{ repet} = 30 \text{ vasos}$$

d. Cálculo do Volume de Solos para Preencher os Vasos

$$VSPV = \text{Nem. de Vasos} \times \text{Volume de cada Vaso} = 30 \text{ vasos} \times 0,367 = 11,1 \text{ m}^3$$

e. Cálculo da Quantidade de Nitrato de Potássio numa área de 1,0 ha

100 kg de Nitrato de Potássio tem 44 kg de K_2O .

X de Nitrato de Potássio. ha^{-1} 160 kg. ha^{-1} de K_2O

$$X = 264 \text{ Kg de Nitrato de Potássio.}ha^{-1}$$

f. Quantidade Já Fornecida de N com 264 Kg de Nitrato de Potássio

100 Kg de Nitrato de Potássio ----- 13 de N

264 kg de Nitrato de Potássio ----- X

$$X = 34,32 \text{ Kg de N}$$

g. Cálculo da Quantidade MAP para Atender a Necessidade de P_2O_5 numa área de 1,0 ha.

100 Kg de Map tem 44. Kg de P_2O_5

X 120 kg. ha^{-1}

$$X = 273 \text{ Kg.}ha \text{ de Map.}$$

h. Cálculo das Quantidades de N fornecida com 273 Kg. ha^{-1}

100 Kg de MAP----- --10% de N

273 kg de MAP----- Y

$$Y = 27,3 \text{ de N}$$

i. Cálculo das Quantidades de N já fornecidas de N no atendendo de K_2O e P_2O_5

$$34,32 \text{ Kg de N} + 27,3 \text{ kg. De N} = 61,62 \text{ Kg}$$

j. Cálculos da Quantidade de Ureia necessária na Área Total recomendado de N de 80 Kg de N. ha^{-1} .

$$80 \text{ Kg.}ha^{-1} \text{ de N} - 61,62 \text{ Kg} = 19 \text{ kg de N}$$

100 Kg de de Ureia ----- 45 Kg de N

Y de Ureia-----19 kg de N

$$Y = 42,22 \text{ kg de Ureia.}$$

Obs. Essa quantidade de ureia será para o Volume de Solo correspondente na área de 1,0 ha e profundidade de 0,60 m (6.000 m^3). Para o volume de solo necessário para o preenchimento de todos os vasos de 11,1 m^3 determinam-se as devidas quantidades por Regra de três simples.

Exemplo 4.2.9. Quantas Plantas de Milho e de Feijão Caupi podem ser Plantadas numa área de 1,0 ha?

Resposta: A densidade de milho situa-se em torno de 45.000 plantas/ha, e a de feijão em torno de 150.000 a 200.000 plantas/ha.

Exemplo 4.2.10. Quantas Plantas de Cedro do Líbano plantadas no espaçamento de 10 m x 5 m no Sistema Consorciado com Mogno Africano no espaçamento de 5 m x 5 m devem ter 1,0 ha?

Exemplo 4.2.11. Quantas Plantas de Cedro do Líbano plantado no espaçamento de 10 m x 5 m consorciado com o Mogno Africano plantada no espaçamento de 5 m x 5 m numa área de 1,0 ha dessas culturas consorciadas?

Resposta:

a) Para a Cultura Florestal de Cedro do Líbano:

$$NPA = \frac{10.000 \text{ m}^2}{10 \text{ m} \times 5 \text{ m}} = 200 \text{ Plantas/ha.}$$

b) Para a Cultura Florestal do Mogno Africano

$$NPA = \frac{10.000 \text{ m}^2}{5 \times 5} = 400 \frac{\text{Plantas}}{\text{ha}}$$

Obs. Em cultivos em consórcios é importante nos consórcios de Plantas Florestais que o espaçamento entre linhas de uma delas seja o dobro do espaçamento entre linhas da outra e que tenham ambas o mesmo espaçamento entre plantas. Dessa forma se tem plantas de uma das espécies em fileiras alternadas da espécie de maior espaçamento e ambas plantadas com mesmo espaçamento entre elas nas linhas.

Exemplo 4.2.12. Quais os Aspectos devem ser observado no Plano de Fertirrigação para a Cultura do Tomate em Condições de Campo?

Resposta: Um Plano de fertilização para a Cultura do tomate em condições de campo considerando os fatores de fertilização. Procedimentos de cálculos:

- Tipo de solo: Argilo-Arenoso;
- Número de plantas/ha: 11.000 a 12.500;
- Produtividade esperada: 80 t/ha.

Os dados da Tabela 01 são da recomendação dos nutrientes durante o ciclo de tomate.

| N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
|-----|-------------------------------|------------------|
| 160 | 240 | 220 |

Tabela 01. Recomendação de adubação durante o ciclo da cultura.

Na Tabela 02 estão níveis de nutrientes e demais fatores fornecidos pelo laboratório das amostras de solo onde a cultura será implantada.

| Nutrientes | Níveis |
|-------------------------------|------------------------|
| CEC | 8,44 meq/100g de solo |
| Densidade Aparente do solo | 1,32 g/cm ³ |
| P ₂ O ₅ | 45 ppm |
| K ₂ O | 240 kg/ha |
| Potássio trocável da CEC | 6% |

Tabela 02. Resultados da Análise do Solo na Profundidade de 0 a 30 cm.

Procedimentos de Cálculos

a) Recomendação para o Nitrogênio

A Recomendação de Adubação para o Nitrogênio deve ser feita para suprir 20-25% acima da taxa total. Nesse caso para adubação de fundação deve-se aplicar em torno de 15-25% da quantidade recomendada pela Análise do Solo.

b) Recomendação para o Fósforo

Já para fazer a Adubação de Fundação nos solos leves (arenosos) e em solos pesados (argilosos) de Regiões Áridas e Semi-Áridas a Fertirrigação proporcional de P condiciona resultados melhores quando todo o Fósforo é aplicado durante a fundação. A quantidade de fósforo recomendada deverá ser multiplicada pelo fator de eficiência de 1,9 que pode ser ajustado dependendo das condições locais e da cultura a ser explorada (MONTAG & SHNEK, 1998).

c) Recomendação para o Potássio

A recomendação de adubação para o Potássio deve ser baseada na Análise do Solo, da necessidade da cultura e utilizar fator de eficiência variando de 1,6-2,0. A adubação de fundação será de 20-30% da quantidade recomendada para o potássio. O fator de eficiência poderá ser ajustado dependendo de cada área.

Exemplo 4.2.13. Elaborar Um Plano de Fertirrigação para a Cultura do Coqueiro em Condições de dados reais?

Resposta: Elaborar um Plano de Fertirrigação para uma área de 2,0 ha a ser plantada com Coqueiro Anão feito no espaçamento triangular de 7,5 m x 7,5 m (205 plantas/ha) a ser implantado na Região de Sousa-PB. A Irrigação será por Micro Aspersão irrigando 0,5 ha/vez, tendo os emissores vazão de 120 l/h trabalhando com Pressão de Serviço de 25 mca e Tempo de Irrigação de 3,0 horas em cada posição. O Tempo de Fertirrigação será 1,0 h e divididas em 10 vezes aplicadas quinzenalmente. A água de irrigação possui concentração natural de Nitrogênio de 20 mg/l. Deseja-se na água de irrigação Concentração de 500 mg/l. Com esses dados pede-se para determinar:

- Dose /ha e por emissor de Nitrato de Potássio por emissor/vez e na área total cultivada;
- Dose/ha e por emissor de Ureia para cada fertirrigação e na área total cultivada;
- Dose/ha e por emissor de MAP/vez e na área total cultivada;
- Quantidade dos produtos a serem colocados em reservatório de 400 l utilizando como injetor um Venturi com vazão de 200 l/h.

Os dados do Resultado da Análise do Solo e a Recomendação de Adubação estão apresentados nas Tabelas seguintes.

| Idade das plantas (anos) | Ureia | Superfosfato Simples | Cloreto de Potássio* |
|--------------------------|-------|----------------------|----------------------|
| 0 | 300 | - | 200* |
| 1 | 1000 | 400 | 600 |
| 2 | 1400 | 1200 | 800 |
| 3 | 1600 | 1200 | 1000 |
| 4 | 1800 | 2000 | 1400 |
| 5 | 2200 | 2000 | 1600 |
| 6 | 2600 | 2400 | 1800 |
| 7 (em diante) | 3000 | 3200 | 2000 |

Obs.: *Aplicação deve ser feita 30 dias após o plantio da muda. No plantio, aplicar na cova 800 g de Superfosfato Simples.

Tabela 3. Doses de adubos recomendadas em grama por planta no Coqueiro Anão em diferentes idades de plantas em em Solos de Baixa Fertilidade.

RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO

O Boletim 200 do IAC (1996) recomenda para Adubação de Formação e de Produção até os três anos aplicar anualmente 200 g de N, 150 g de P_2O_5 (100 a 200) e 225 g de K_2O (150 a 300) por planta. A partir do 4º ao 6º ano aplicar 500 g de N, 400 g de P_2O_5 (300 a 500) e 450 g de K_2O (300 a 600) por planta. Do 7º ano em diante deve-se aplicar 600 g de N, 200g de P_2O_5 (100 a 300) e 600 g de K_2O (400 a 800) por planta. Partindo dessas informações e de se tratar de um solo de baixa fertilidade, adubação de formação de um pomar com plantas com idade entre 13 e 24 meses considerou-se aplicar:

200 g de N/cova, 150 g de P_2O_5 /cova e 225 g de K_2O /cova em dez aplicações quinzenais.

Os adubos utilizados serão: Ureia contendo 46% de N, o MAP contendo 11% de N e 44% de P_2O_5 e o Nitrato de Potássio: KNO_3 → 13% de N e 44% de K_2O . Tendo na área 205 plantas/ha, as quantidades de N, P_2O_5 e K_2O serão de 41,0 kg de N; 31 kg de P_2O_5 e 46 kg de K_2O . Como vários produtos são fontes de **Nitrogênio** deve-se iniciar os cálculos partindo de um deles; a exemplo do KNO_3 . Em seguida, calculando-se do Total Requerido de K_2O quanto já foi fornecido de N. Assim a quantidade deverá ser deduzida da dose Total requerida para atender o Nitrogênio (N) ou seja:

$$a) N.P = \frac{\text{área}}{4 \times \text{área do triângulo}} = \frac{10.000m^2}{4 \times 25,96m^2} = 206 \text{ plantas/ha.}$$

Como cada subárea irrigada/vez é de $\frac{1}{2}$ de ha, tem-se 103 covas irrigada/vez.

b) Calculo da Vazão Total do Projeto

$$Q = \frac{NP \times q \text{ emissor}}{\text{Eficiência do Sistema}} = \frac{103 \text{ plantas} \times 120 \text{ l/h}}{0,90} = 13.733 \text{ l/h}$$

c) Quantidade requerida de N/ha

$$\begin{array}{l} 100 \text{ kg de } KNO_3 \rightarrow 44 \text{ kg de } K_2O \\ x \rightarrow 46 \text{ kg de } K_2O \quad \therefore x = 105 \text{ kg de } KNO_3/\text{ha.} \end{array}$$

Calcula-se em seguida quanto 105 kg de KNO_3 forneceu de N.

$$\begin{array}{l} 100 \text{ kg de } KNO_3 \rightarrow 13 \text{ kg de N} \\ 105 \text{ kg de } KNO_3 \rightarrow x \quad \therefore x = 13,6 \text{ kg de N.} \end{array}$$

d) Como o MAP fornece também N, calcula-se quanto é necessário deste elemento para atender a quantidade requerida de P_2O_5 .

$$\begin{array}{l} 100 \text{ kg (L) de MAP} \quad 44 \text{ kg de } P_2O_5 \\ x \rightarrow 31 \text{ kg de } P_2O_5 \quad \therefore x = 70,5 \text{ kg de MAP.} \end{array}$$

100 kg (L) de MAP → 11 kg de N
 70,5 kg (L) de MAP → ∴ x = 7,75 kg de N.

Total fornecido de N nas duas fontes: 13,6 kg + 7,75 kg = 21,35 kg de N.

Como a necessidade de N seria de 41,0 kg/ha falta para ser completado com ureia
 41,0 kg – 21,35 kg = **20,0 kg de N.**

e) Quantidade necessária de ureia para atender a dose requerida

100 kg de ureia → 46 % kg de N
 x → 20,0 kg de N ∴ x = 43,5 kg de ureia/ha.

Estas quantidades serão para atender na área de 1,0 ha.

Para a área de 2,0 ha de coqueiro deverão ser adquiridos 210 kg de Nitrato de Potássio + 141,0 litros de MAP + 87,0 kg de Ureia.

f) Quantidade de adubos colocada em um Reservatório de 400 l

- Quantidade de Nitrato de Potássio a ser aplicada na área/vez (105 kg/2)/10 = 5,25 kg/vez
- Quantidade de MAP a ser aplicada na área/vez (70,5 l/2)/10 = 52,5 kg/parcela
- Quantidade de uréia a ser aplicada na área/vez (43,5/2)/10 = 2,17 kg/parcela.
- Concentração da Solução no Reservatório de 400 l.

$$g) C2 = \frac{(C3Q3 - C1Q1)}{Q2} = \frac{(13733+200l / hx500)x13.733x20}{200l/h} = 37.959mg/l$$

Exemplo 4.2.13. Elaborar novo Plano de Fertirrigação para Cultura da Mangueira com dados reais e Sistema de Irrigação por Microaspersão.

Resposta. Uma Cultura de Mangueira da Variedade Tommy Atkins será implantado numa área da Região de Petrolina-PE no espaçamento de 8 m x 5 m (250 plantas/ha). A irrigação será por Microaspersão feitas a Fertirrigação divididas em dez vezes.

Os dados do Resultado da Análise do Solo e da Análise Foliar e Recomendação de Adubação estão nas Tabelas 4 e 5 seguintes:

| Amostra | pH (água) | P (mg/cm ³) | K cmol _c /d ³ | Ca cmol _c /d ³ | Mg cmol _c /d ³ | Al+H cmol _c /d ³ | Al cmol _c /d ³ | Mo g/kg | V % |
|---------|-----------|-------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--|--------------------------------------|---------|-----|
| 01 | 5,6 | 10 | 0,25 | 3,1 | 0,85 | 3,1 | 0,0 | - | 67 |
| 02 | 5,7 | 8 | 0,18 | 2,7 | 0,78 | 2,3 | 0,0 | - | 60 |

Obs. Limites dos teores de K, Ca, Mg e P para região do Submédio São Francisco.

Tabela 4. Resultado da análise do solo.

| Nível | K ⁺ | Ca ⁺⁺ | Mg ⁺⁺ | PMehlich |
|-------------|-----------------------|------------------|------------------|------------|
| | Cmolc/dm ³ | | | Mg/L |
| Muito baixo | <0,08 | | | < 6,0 |
| Baixo | 0,08-0,15 | <2,0 | <0,80 | 6,0-10,0 |
| Médio | 0,16-0,30 | 2,0-4,0 | 0,80-1,50 | 11,0 -20,0 |
| Alto | 0,31-0,45 | >0,40 | >1,50 | 21,0-40,0 |
| Muito alto | >0,45 | | | >40,0 |

Tabela 5. Limites dos Teores de Potássio, de Cálcio, de Magnésio e de Fósforo para a Cultura da Mangueira cultivada no Submédio São Francisco.

Fonte: EMBRAPA (2002).

Os dados da Tabela 6 são níveis referenciais para interpretação dos resultados de Análise de Folhas da Cultura de Mangueira segundo a EMBRAPA (2002).

| Nutrientes | Faixas de teores (g/kg) | | |
|------------|-------------------------|-------------|--------|
| | Deficientes | Adequados | Altos |
| N | < 8,0 | 12,0 - 14,0 | > 16,0 |
| P | < 0,5 | 0,8 - 1,6 | > 2,5 |
| K | < 2,5 | 5,0 - 10,0 | > 12,0 |
| Ca | < 15,0 | 20,0 - 35,0 | > 50,0 |
| Mg | < 1,0 | 2,5 - 5,0 | > 8,0 |
| S | < 0,5 | 0,8 - 1,8 | > 2,5 |
| | (mg/kg) | | |
| B | < 10 | 50-100 | > 150 |
| Zn | < 10 | 20-40 | > 100 |
| Mn | < 10 | 50-100 | nd |
| Fe | < 15 | 50-200 | nd |
| Cu | < 5 | 10-50 | nd |
| Cl | nd | 100-900 | >1600 |

Tabela 6. Níveis referenciais para interpretação de resultados de análise de folhas para a Cultura de Mangueira, baseadas em trabalhos de literatura.

Fonte: EMBRAPA (2002).

As quantidades de N; de P₂O₅ e K₂O de acordo com a recomendação de adubação para a Cultura da Mangueira na Região do Submédio São Francisco estão definidas na Tabela 7.

| Adubação | N g/cova | P Mehlich (mg/dm ³) P ₂ O ₅ , g/cova | | | | K solo (cmol _c /dm ³) K ₂ O, g/cova | | | |
|------------------------|-------------|---|-------|-------|-----|--|-----------|-----------|--------|
| | | <10 | 10-20 | 21-40 | >40 | <0,16 | 0,16-0,30 | 0,31-0,45 | > 0,45 |
| Plantio | - | 250 | 150 | 120 | 80 | - | - | - | - |
| Formação 0-12 meses | 150 | - | - | - | - | 80 | 60 | 40 | 20 |
| 13-24 meses | 210 | 160 | 120 | 80 | 40 | 120 | 100 | 80 | 60 |
| 25-30 meses | 150 | - | - | - | - | 80 | 60 | 40 | 20 |

Tabela 7. Quantidades de N, P₂O₅ e K₂O indicadas para adubação de plantio e de crescimento da mangueira na região do Semi-árido brasileiro.

Fonte: EMBRAPA 2002.

A quantidade de N que será aplicada dependerá dos teres de nas folhas, idade das plantas e produtividade esperada. CAVALCANTE (1998) indicou a aplicação de 10g de n/planta aos 60 dias após o plantio, aumentando a dose até completar 500 g de N/planta, no final de crescimento (30 meses). A dose recomendada de N na fase de produção varia de 40 a 80 kg de N/ha. Caso o teor foliar seja inferior a 8,0 g/kg d N é necessário aplicar de 20 a 50 kg de N/ha.

Com relação ao Fósforo, se o teor dele nas folhas for inferior a 0,5 g/Kg, a correção pode ser feita aplicando doses variando entre 20 a 80 kg de P₂O₅/ha. Para o potássio, a recomendação para Pernambuco à dose deve variar de 20 a 100 kg/ha de K₂O, dependendo do teor no solo, na fase de crescimento.

Na fase de produção, dependendo do teor nas folhas a quantidade varia de 60 a 100 kg/ha de K₂O. COELHO et al. (2000) recomendam para Fertirrigação na Cultura da Mangueira os dados que estão apresentados na Tabela 8.

| Nutriente | Época de aplicação | Dose (g/planta/ano) |
|-------------------------------|---|---|
| N | 40% após florescimento e 60% pós-colheita | 100 a 400 g/planta/ano (dependendo da idade da planta e do teor foliar) |
| P ₂ O ₅ | Frutificação anual | 80 a 640 (dependendo do teor no solo e foliar e idade da planta.) |
| K ₂ O | 50% no período de produção e 50% pós a colheita (quinzenal) | 80 a 400 (dependendo do teor no solo nas folhas e idade da planta.) |

Tabela 8. Épocas de aplicação e doses de NPK para a mangueira, em Fertirrigação.

Assim, partindo dessas informações e considerando um solo de baixa fertilidade, adubação de formação de pomar com idade das plantas entre 13 e 24 meses considerou-se 180 g de N/cova, 120 g de P₂O₅/cova e 100 g de K₂O/cova divididas em seis aplicações; utilizando Ureia contendo 46% de N, o MAP contendo 11% de N e 44% de P₂O₅ e o Nitrato de Potássio: KNO₃ contendo 13% de N e 44% de K₂O. Tendo na área 250 plantas/ha, as quantidades de N, P₂O₅ e K₂O serão de 45,0 kg de N; 30 kg de P₂O₅ e 25 kg de K₂O. Como vários produtos são fontes de N, partindo de um deles, a exemplo do KNO₃. Calculando do total de K₂O quanto de N foi fornecido deverá ser deduzida do total necessária se tem:

$$\begin{array}{lcl}
 100 \text{ kg de KNO}_3 & \rightarrow & 44 \text{ kg de K}_2\text{O} \\
 x & \rightarrow & 25 \text{ kg de K}_2\text{O} \quad \therefore x = 57 \text{ kg de KNO}_3/\text{ha}.
 \end{array}$$

Calcula-se em seguida, quanto de N fornecerá 57 kg de KNO₃.

$$\begin{array}{lcl}
 100 \text{ kg de KNO}_3 & \rightarrow & 13 \text{ kg de N} \\
 57 \text{ kg de KNO}_3 & \rightarrow & x \quad \therefore x = 7,4 \text{ kg de N}.
 \end{array}$$

b) Como o MAP também fornece N temos que calcular quanto é necessário deste elemento para atender a quantidade de P₂O₅.

$$\begin{array}{lcl}
 100 \text{ kg (L) de MAP} & 44 \text{ kg de P}_2\text{O}_5 \\
 x & \rightarrow & 30 \text{ kg de P}_2\text{O}_5 \quad \therefore x = 68 \text{ kg de MAP}.
 \end{array}$$

$$100 \text{ kg (L) de MAP} \rightarrow 11 \text{ kg de N}$$

$$68 \text{ kg (L) de MAP} \rightarrow x \quad \therefore x = 7,5 \text{ kg de N}.$$

Total de N pelas duas fontes foram: 7,4 kg + 7,5 kg = 14,9 kg de N.

Como a necessidade de N foi de 45,0 kg/ha falta completar com Ureia, 45 kg–14,9 kg = 30,1 kg.

c) Quantidade Necessária de Ureia para atender a dose solicitada.

$$\begin{array}{lcl}
 100 \text{ kg de Ureia} & \rightarrow & 46\% \text{ kg de N} \\
 x & \rightarrow & 30,1 \text{ kg de N} \quad \therefore x = 65,4 \text{ kg de Ureia/ha}.
 \end{array}$$

Essas quantidades de ureia deverão ser adquiridas para área de 1,0 ha e divididas em seis aplicações.

Exemplo 4.2.14. Elaborar um Plano de Fertirrigação para determinada Cultura Utilizando como Sistema de Irrigação por Pivô Central?

Resposta. Determinar a Taxa de Aplicação de Ureia por um Sistema de Irrigação por Pivô-Central que irriga uma área circular de 36 ha no tempo de revolução de 22 horas aplicando 90 kg de N/ha. Utilizar a Ureia como fonte nitrogenada com Densidade de 1,32 g.cm³ e contendo 45% de N.

$$Qr = 90 \text{ kg de N/ha}$$

$$A = 36 \text{ ha}$$

$$\text{Concentração} = 1,32 \times 0,45 = 0,59 \text{ kg de N/L}.$$

$$r = 22/22 \text{ h} = 1,0 \text{ e } t = 22 \text{ h}.$$

$$Ti = \frac{90 \text{ kg}}{\text{ha}} \times 36,0 \text{ ha} = 250 \text{ L/h}.$$

Exemplo 4.2.15. Elaborar um Plano de Fertirrigação para a Cultura de Cenoura planta em Canteiros?

Resposta. Numa área de 1,0 ha se têm 200 canteiros com dimensões de 1,20 m de largura x 30,0 m de comprimento. Nesses canteiros serão plantada alface no espaçamento de 0,30 m x 0,25 m. A Ureia contendo 45% de N será usada como fonte nitrogenada. O Superfosfato Triplo com 41% de P_2O_5 será utilizado como fonte de Fósforo. O Cloreto de Potássio com 62% de K_2O será utilizado como fonte de Potássio. Todo Fósforo será aplicado em fundação. Os demais adubos serão aplicados via água de irrigação em oito aplicações.

A irrigação será feita por Gotejamento com quatro tubulações laterais distribuídas ao lado das plantas com emissores espaçados de 0,50 m com vazão do emissor de 0,60 L/h. O resultado da Análise do Solo forneceu os seguintes dados da Tabela 09:

| Teor | Produção Relativa | P Resina | K trocável |
|-------------|-------------------|---------------------|------------------------|
| | % | m g/cm ³ | meq/100cm ³ |
| Muito baixo | 0 - 70 | 0 - 6 | 0,00 - 007 |
| Baixo | 71 - 90 | 7 - 15 | 0,08 - 0,15 |
| Médio | 91 - 100 | 16 - 40 | 0,16 - 0,30 |
| Alto | 100 | 41 - 80 | 0,31 - 0,60 |
| Muito alto | 100 | > 80 | > 0,60 |

Tabela 09. Limites de Classe dos teores de Fósforo e de Potássio no solo.

Os dados apresentados na Tabela 10 são dos limites dos Teores de Magnésio no Solo

| Teor | Mg trocável (meq/100 cm ³) |
|-------|--|
| Baixo | < 0,4 |
| Médio | 0,5 - 0,8 |
| Alto | > 0,8 |

Tabela 10. Limites dos Teores de Magnésio no Solo.

| Profundidade | H ⁺ +Al ⁺³ | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | SB | CTC | V |
|--------------|---------------------------------------|----------------|------------------|------------------|----|-----|-----|
| (cm) | (mmol _c .dm ³) | | | | | | (%) |
| 0 -15 | 21 | 1,9 | 14 | 6 | 18 | 38 | 48 |
| 16 - 30 | 24 | 1,7 | 13 | 4 | 20 | 40 | 46 |

Tabela 11. Resultado da Análise do Solo da área a ser cultivada.

Na Tabela 12 estão dados do Resultados da Análise do Solo.

| Profundidade (cm) | pH (CaCl ₂) | M.O (g/dm ³) | P (mg/dm ³) |
|----------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 0 -15 | 4,9 | 16 | 32 |
| 16 -30 | 4,7 | 13 | 30 |

Tabela 12. Resultados da Análise do Solo da área.

Segundo a Recomendação do Boletim Técnico 100 do IAC (1996) a adubação para a cultura da alface seria com dados apresentados na Tabela 13.

| Nitrogênio N (kg/ha) | P resina mg/dm ³ | | | K ⁺ trocável, mmol _c /dm ³ | | |
|-------------------------|-----------------------------|---------|------|---|----------|-------|
| | 0 - 25 | 26 - 60 | > 60 | 0 - 1,5 | 1,6 -3,0 | > 3,0 |
| 40 | 400 | 300 | 200 | 150 | 100 | 50 |

Tabela 13. Recomendação de Adubação para a Cultura da Alface com dados de Análise de Solo.

Fonte: Boletim Técnico, 100 IAC (1996).

Como recomendação foi determinada que os adubos minerais deveriam ser misturados com o Adubo Orgânico (60 a 90 kg/ha de esterco de curral e 15 t/ha de esterco de galinha) e ambos aplicados nos canteiros, 10 dias antes do plantio das mudas. Recomendou-se ainda adicionar de 60 a 90 kg/ha na adubação de cobertura parceladas em 3 vezes aos 10; 20 e 30 dias após transplântio (Boletim 100 do IAC, 1996).

Assim, inicialmente desconsiderando a Adubação Orgânica como fornecedora de fonte de N e teor de Fósforo de 32 mg/dm³ e Potássio de 1,8 mmol_c/dm³ determina-se as quantidades de cada produto da seguinte forma:

Numa área de 1,0 ha (10.000 m²) para se aplicar 120 kg/ha de N; 300 kg/ha de P₂O₅ e 100 kg/h de K₂O, tem-se.

$$\text{Área útil de 1,0 canteiros de: } 1,20 \text{ m} \times 30 \text{ m} = 36 \text{ m}^2$$

$$\text{Área útil dos 200 canteiros: } 200 \times 36 \text{ m}^2 = 7.200 \text{ m}^2$$

Cálculo dos adubos necessários para a área total (7.200 m²)

a) Quantidade de Ureia como fonte de Nitrogênio

$$100 \text{ kg de Ureia} \rightarrow 46 \text{ kg de N}$$

$$x \rightarrow 120 \text{ kg de N} \quad \therefore x = 261 \text{ kg de Ureia.}$$

Essa quantidade de Ureia seria para ser aplicada na área de 1 ha ou seja de 10.000 m². Para a área considerada de 7.200 m² será:

$$10000 \text{ m}^2 \rightarrow 261 \text{ kg de Ureia}$$

$$7200 \text{ m}^2 \rightarrow y \quad \therefore y = 188 \text{ kg de Ureia.}$$

$$\text{b) } 100 \text{ kg de Superfosfato Triplo} \rightarrow 41 \text{ kg de P}_2\text{O}_5$$

$$x \rightarrow 300 \text{ kg de P}_2\text{O}_5$$

$$\therefore x = 732 \text{ kg de Superfosfato Triplo}$$

$$10000 \text{ m}^2 \rightarrow 732 \text{ kg de Superfosfato Triplo}$$

$$7200 \text{ m}^2 \rightarrow y \quad \therefore y = 527 \text{ kg de Superfosfato Triplo.}$$

b) Quantidade de Cloreto de Potássio como fonte de K_2O .

$$100 \text{ kg de Cloreto de Potássio} \rightarrow 62 \text{ kg de K}_2\text{O}$$

$$x \rightarrow 100 \text{ kg de K}_2\text{O} \quad \therefore x = 161 \text{ kg de Cloreto de Potássio}$$

$$10000 \text{ m}^2 \rightarrow 161 \text{ kg de Cloreto de Potássio}$$

$$7200 \text{ m}^2 \rightarrow y \quad \therefore y = 116 \text{ kg de KCl.}$$

Essa quantidade de Cloreto de Potássio seria caso fosse aplicada de uma só vez na área total de 7200 m^2 . Como na prática isso não acontece, com Fertirrigação há necessidade de se dividir a área em subparcelas a serem irrigadas por vez. Considerando a área dividida em quatro sub-parcelas tem-se um total de 50 canteiros irrigados por vez/ parcela com área útil de 1800 m^2 . Definindo-se que toda dose de fósforo e $1/3$ da dose de nitrogênio juntamente com $1/3$ da dose de potássio sejam aplicados a lanço e incorporados no solo durante o plantio, os $2/3$ restantes desses dois últimos adubos poderão ser divididos em oito aplicações via Fertirrigação por parcela e por vez se tem:

a) Para a Ureia

$$7200 \text{ m}^2 \rightarrow 188 \text{ kg de Ureia}$$

$$1800 \text{ m}^2 \rightarrow y \quad \therefore y = 47 \text{ kg de Ureia.}$$

Assim, a quantidade equivalente aos $2/3$ será de $31,3 \text{ kg}$ de Ureia que dividida em 8 aplicações teriam $3,91 \text{ kg}$ de Ureia aplicados nos 50 canteiros.

a) Para o Cloreto de Potássio

$$7200 \text{ m}^2 \rightarrow 116 \text{ kg de cloreto de Potássio}$$

$$1800 \text{ m}^2 \rightarrow y \quad \therefore y = 29 \text{ kg de Cloreto de Potássio.}$$

A quantidade de $2/3$ corresponderá a $19,3 \text{ kg}$ de Cloreto de Potássio que dividida em 8 aplicações serão $2,41 \text{ kg}$ em cada parcela de 50 canteiros/vez.

Cálculos semelhantes serão feitos para os demais nutrientes ou caso haja aumento do número de aplicações ou diminuição da área fertirrigada/vez ou caso haja aumento na divisão da área em número maior de parcelas.

Se a água de irrigação possuir teores naturais de N e de K e de outros elementos esses valores devem ser quantificados e deduzidos das quantidades calculadas e recomendadas pela análise do solo visando evitar excesso de doses dos elementos na água de irrigação.

Exemplo 4.2.16. Há algum dados de Experimentos de Pesquisa utilizando Produtos Orgânicos?

Resposta: Sim.

Trabalhos conduzidos por Técnicos do CNPMS nos anos 84/85 e 85/86 e apresentados por MARRIEL et al. (1987) avaliando a produção média, produção relativa e o retorno econômico em milho com aplicação de esterco de suíno líquidos e combinados com adubação química segundo doses apresentadas na Tabela 14.

| Tratamentos | Produção (kg/ha) | Produção relativa | Retorno Econômico |
|--|------------------|-------------------|-------------------|
| 45 m ³ de esterco/ha | 4960 | 128 | 137 |
| 90 m ³ de esterco/ha | 6160 | 159 | 165 |
| 135 m ³ de esterco/ha | 6200 | 160 | 146 |
| 180 m ³ de esterco/ha | 6430 | 166 | 134 |
| Adubação química | 3860 | 100 | 100 |
| 90 m ³ de esterco/ha + adub. química | 5740 | 148 | 132 |
| 90 m ³ de esterco/ha + 200 kg P ₂ O ₅ | 6320 | 163 | 125 |
| 90 m ³ de esterco/ha não incorporado | 5500 | 142 | 139 |
| Testemunha (sem adubação) | 2250 | 58 | 54 |

Tabela 14. Produção média, produção relativa e retorno econômico da aplicação exclusiva e combinada à adubação química de esterco líquido de suínos em solos do Cerrado (1984/85 e 1985/86).

Fonte: CNPMS/Agroceres. Patos de Minas-MG.

Exemplo 4.2.17. Elaborar um Plano de Fertirrigação para determinada Cultura com Adubos Orgânicos com dados reais?

Resposta. Determinar a Capacidade do Tanque para Preparo da Mistura com sistema de irrigação e do injetor nas seguintes condições: supondo que a recomendação do laboratório de: N= 80 kg/ha; P₂O₅= 120 kg de K₂O= 100 kg/ha. Considerando que o adubo orgânico a ser utilizado apresente por tonelada ou 1000 kg e a seguinte composição N= 2,0% ou 20 kg; P₂O₅ = 0,82% ou 8,2 kg e K₂O = 1,2% ou 12,0 kg. A quantidade de esterco necessária para atender as necessidades com esses valores seria: N= 80/20 = 4 t; P = 120/8,2 = 14,6t e K= 100/12,0 = 8,3 t. A adubação nesse caso dependerá de como se pretende aplicar o produto que atenderá a menor proporção ou seja: o N. Assim para não ter extrapolação nas quantidades dos adubos, 4 t suprirá 20 kg de N; 8,2 x 4,0=32,8 kg de P₂O₅ e 12 x 4 = 48,0 kg de K₂O. A suplementação para atender o restante de P₂O₅ e K₂O deverá ser feita com uso de adubos mineral da seguinte forma: (120,0 - 32,8 = 87,2 de P₂O₅) e (100 - 48,0= 52,0 kg de K₂O).

CONCLUSÕES

Como conclusões recomendam-se que os Planejadores de Irrigação e de Fertirrigação atentem para a importância do conhecimento de como obter Densidades de Plantio nas culturas trabalhadas bem como das diferentes formas de distribuição delas na área e dos Cálculos e Procedimentos Operacionais de Cultivos de Espécies Vegetal cultivadas isoladas ou consorciadas com outras espécies em condições de campo ou em condições de Ambientes Protegido. Dentre os Tipos de Densidade de Plantio às distribuições de Culturas no Formato Triangular, em Fileiras Dupla e Cultivos de Espécies Consorciadas são mais criteriosas de suas determinações.

REFERÊNCIAS

BASF. **Manual de Adubação Foliar**. São Paulo: Agroquímica, sd. 11p.

BAHIA, M.A.M; BARREIRA, S; SOUZA, H; TELES, T.A.S. **Avaliação de Diferentes Espaçamentos para Plantio de Mogno Africano (Khaya Sp)**. Revista Enciclopédia Biosfera. Centro Científico Conhecer-Goiania, v.16. n.30.p 6-8; 2019.

BRADY, N. C. **Natureza e propriedades dos solos**. ed: Freitas Bastos. 6ª ed. 1983. 647p.

CARDOSO; Milton José; FREIRE FILHO; Francisco Rodrigues; RIBEIRO, Valdemir, Queiroz Ribeiro; FROTA, Antônio Boris; MELO, Francisco de Brito. **Densidade de Plantas no Consócio Milho X Caupi Sob Irrigação**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília. V.28, n.1; p.93-99, Jan. 1993.

CARVALHO, J.E.B; MATTOS, P.L.P de; ROMANO, M,R. ROCHA, H.S; SANTIAGO, C.M. Fileira Dupla em Mandioca: Tecnologia de cultivo conservadora de solo. Circular Técnica 132. Embrapa. Cruz das Almas-BA. Abril de 2022. 29 p.

COELHO, E.F., BORGES, A.L.; SOUSA, V.F de.; SOUSA NETO, A. A.;

OLIVEIRA, A. S. de. **Irrigação e Fertirrigação da Mangueira**. Cruz das Almas-BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, Circular Técnica, 39. 2000. 27 p.

Como Calcular o Número de Plantas Por Hectare em Consorcio. Disponível em: https://pt.scribd.com/doc/49320357/Como-calcular-o-numero-de-plantas-por-hectare-em-Consorcio?referrer=utm_campaign%3Dapp_promo%26utm_source%3Dinterstitial%26utm_medium%3Dweb

Como Calcular a Densidade de Plantas no Espaçamento Triangular “Quincôncio”. . Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=H3c_R5CAhAY:

DADALTO,G.G; RAPOSO FILHO. F.L. Recomendação Técnicas e Procedimentos Gerais Para a Restauração Florestal de Paisagens no Estado do Espírito Santo. Fórum Florestal Capixaba. Vitória, ES, 2022. 48 p. Disponível em: <https://dialogoflorestal.org.br/wp-content/uploads/2022/03/publicacao-manual-de-restauracao-florestal-rev10.pdf>

MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição de plantas, São Paulo: Ceres. 1980.

MASCARENHAS, J.R.O. Densidade de Plantio: Informativo Técnico.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE PERNAMBUCO. Cartilha: Perguntas e Respostas: ACORDO DE NÃO PERSECUÇÃO CIVIL. 1ª. Edição. 2021. 41 p.

SCRIB. Enviado por rjan85. Data de envio em Jan 26, 2011. Disponível em: <https://pt.scribd.com/doc/47572624/Densidade-de-plantio>.

Densidade de Plantio: o Segredo para um Rendimento Alto e Sustentável. Publicado: 6 de maio de 2024. Disponível: <https://perfectdailygrind.com/pt/2024/05/06/densidade-de-plantio-caffe/> Postado em 31/08/2022

Como Fazer o Cálculo de Espaçamento de Plantio. Disponível em: <https://agxtend.com.br/plantio/calculo-de-espacamento-de-plantio/>

CRETELLA JÚNIOR; José & CRETELLA NETO, José. 1000 Perguntas e Respostas Sobre Funcionário Público. Editora Forense. 5ª Edição. Rio de Janeiro, 2026. 142 p.

EMBRAPA. **A Cultura da Mangueira.** Brasília. Informações Tecnológicas . 2002. 452p.

EMATER-PB. **Sugestões de Adubação Para o Estado da Paraíba.** 1ª Aproximação. 1979, 105 p.

FEITOSA FILHO, J.C. **Fertirrigação:** Princípios e Métodos de Aplicação. Apostila para o CURSO SOBRE FERTIRRIGAÇÃO EM FRUTÍFERAS, Organizado pelo CCA/UFPB na III Semana de Agronomia no Período de 09 a 11 de Novembro de 2017. 102 p.

SOARES, D. M; PORTES, T. de A. Consórcio. Cap. 7. Disponível em: <https://ainfo.cnpia.embrapa.br/digital/bitstream/item/123560/1/p89.pdf>.

PLANFOR. Cedro do Líbano. *Cedrus libani* (latim). Disponível em: https://www.planfor.fr/Donnees_Site/Produit/HTML/po_Cedrus%20libani.htm

ZONEAMENTOS DE ÁREAS BRASILEIRAS FAVORÁVEIS À PRAGA QUARENTENÁRIA AUSENTE *Epiphyas postvittana* CONSIDERANDO VINTE E DOIS HOSPEDEIROS

Data de submissão: 18/09/2024

Data de aceite: 01/10/2024

Rafael Mingoti

Embrapa Territorial
Campinas- São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/3479283038505977>

Maria Conceição Peres Young Pessoa

Embrapa Meio Ambiente
Jaguariúna - São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/7609273004875279>

Leonardo Massaharu Moriya

QueenNut Indústria e Comércio Ltda
Dois Córregos – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/1926872205054500>

Pedro Luís Blasi de Toledo Piza

QueenNut Indústria e Comércio Ltda
Dois Córregos – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/0479949355393817>

RESUMO: Áreas plantadas com o cultivo da noqueira macadâmia vêm crescendo no Brasil, o que demanda informações que viabilizem o monitoramento preventivo de áreas nacionais também quanto ao risco de introdução e estabelecimento de novos insetos exóticos, com potencial de entrada iminente no país. *Epiphyas postvittana* (Walker, 1863) (Lepidoptera: Tortricidae) é um inseto polígrafo, nativo da Austrália, considerado praga quarentenária ausente (PQA) no Brasil. Entre seus cultivos

hospedeiros está o de macadâmia. Este trabalho apresenta o zoneamento territorial de áreas brasileiras favoráveis à PQA *Epiphyas postvittana*, considerando 22 cultivos hospedeiros (abacate, ameixa, caqui, citros, ervilha, eucalipto, kiwi, lichia, maçã, macadâmia, manga, milho, morango, noz, pera, pêssego, pimentas, pinus, repolho, salsa, tomate e uva). A modelagem de nicho ecológico por algoritmo GARP/Openmodeller foi utilizada, com base em registros de países onde a ocorrência de *E. postvittana* já foi registrada, para identificar áreas brasileiras favoráveis ao inseto. Essa informação foi posteriormente disponibilizada em ArcGIS para viabilizar o cruzamento com dados de áreas nacionais com ao menos um dos 22 hospedeiros considerados, utilizando dados do IBGE e da Associação Brasileira de Noz Macadâmia. O zoneamento territorial obtido permitiu identificar 1890 municípios, de 225 microrregiões de 17 unidades da federação (UF), aptos à PQA *E. postvittana*. O resultado subsidia a elaboração de alertas e monitoramentos preventivos, contribuindo para políticas públicas de defesa fitossanitária nacional com foco nesta PQA.

PALAVRAS-CHAVE: praga quarentenária ausente; modelagem; SIG; macadâmia; Brasil.

ZONING MAPS OF BRAZILIAN FAVORABLE AREAS FOR THE ABSENT QUARANTINE PEST *Epiphyas postvittana* CONSIDERING TWENTY-TWO HOST CROPS

ABSTRACT: Macadamia nut crop planted areas have been increasing in Brazil, which demands for information to support the preventive monitoring of these areas against the risk of introducing and establishing of new exotic insects, with potential for imminent entrance into the country. *Epiphyas postvittana* (Walker, 1863) (Lepidoptera: Tortricidae) is a polyphagous insect, native from Australia, considered an absent quarantine pest (AQP) in Brazil. Among its host crops it is macadamia nut crop. This work presents a territorial zoning map of Brazilian areas favorable to the AQP *Epiphyas postvittana*, considering 22 host crops (avocado, plum, persimmon, citrus, pea, eucalyptus, kiwi, lychee, apple, macadamia, mango, corn, strawberry, walnut, pear, peach, peppers, pine, cabbage, parsley, tomato, and grape). The Ecological Niche Modeling by GARP/OpenModeller algorithm was used, based on records of countries where the presence of *E. postvittana* has already been registered, to identify Brazilian areas favorable for the insect. This information was later made available in ArcGIS to enable the cross-referencing with data on the country's areas with at least one of the 22 host crops considered, using data provided by IBGE and by the Brazilian Macadamia Nut Association. The territorial zoning map obtained enables to identify 1890 municipalities of 225 microregions of 17 federal units, favorable for AQP *E. postvittana*. The result subsidizes the elaboration of alerts and preventive monitoring, contributing to public policies on national crop protection focused on this AQP.

KEYWORDS: absent quarantine pest; crop protection; modeling; GIS; macadamia; Brazil

Nota: Trabalho realizado no âmbito do Acordo de Cooperação Técnica entre a Embrapa e a Queen Nut Indústria e Comércio LTDA. (Contrato SAIC 21300.19/0072-2).

INTRODUÇÃO

O projeto InsetoNut (Embrapa SEG 30.19.90.011.00.00) identificou espécies e gêneros de pragas que se encontram presentes em cultivos de macadâmia no exterior e que, em sua grande maioria, encontram-se ausentes das áreas dessa noqueira no Brasil. Entre essas pragas foi observada *Epiphyas postvittana* (Walker, 1863) (Lepidoptera: Tortricidae). Aprofundamentos realizados posteriormente, em literatura técnico-científica e base de dados internacionais, sinalizaram *E. postvittana* como um inseto polígrafo, com relatos de presença na Austrália (onde é nativo), Bélgica, Estados Unidos (Califórnia, Havaí), França, Ilha de Man, Irlanda, Holanda, Nova Zelândia, Portugal, Reino Unido e Suécia (Gilligan; Epstein, 2014; GBIF, 2024). O inseto é também listado pelo Ministério da Agricultura e Pecuária do Brasil (MAPA) entre as Praga Quarentenária Ausentes (PQA), conforme a Portaria SDA nº 617 de 11 de julho de 2022 publicada no Diário Oficial da União (D.O.U.) n.130. Seção 1, pg. 9-13 de 12/7/2022. Entre as diversas culturas já atacadas no exterior por essa mariposa citam-se: abacate, acácia, ameixa, amêndoa, artemísia, calêndula, camélia, carvalho, carqueja, capim, caqui, cereja, citros, crisântemos, dalias, damasco, ervilha,

eucalipto, framboesa, gérbera, hera, jasmim, kiwi, lavanda, lichia, macadâmia, maçã, manga, margarida, milho, mirtilo, mostarda, morango, noz, pera, pêssego, pimentas, pinho, repolho, rosas, salsa, sálvia, tomate, uva (Espinosa; Hodges, 2013; Gilligan; Epstein, 2014; México, 2015). Desse modo, ações que favoreçam a identificação de áreas brasileiras com maior apidão à ocorrência da PQA *E. postvittana* contribuem para estratégias de defesa fitossanitária nacional, com foco em alertas e monitoramentos preventivos à entrada e/ou rápida disseminação desse inseto em áreas com seus cultivos hospedeiros também presentes no território nacional.

Técnicas fazendo uso de modelagem de nicho ecológico (*Ecological Niche Modelling* - ENM) e de geoprocessamento vêm sendo empregadas na elaboração de zoneamentos de áreas favoráveis a pragas quarentenárias de interesse nacional ou para avaliações metodológicas da aplicabilidade de diferentes modelos ENM (Lozier; Mills, 2011; Warren; Seifert, 2011; Jácomo et al., 2020; Garcia et al., 2022; Mingoti et al., 2022; Barbosa et al., 2023; Mingoti et al., 2023a; Mingoti et al. 2023b; Mingoti et al., 2023c). Esses zoneamentos territoriais também dependem da disponibilidade de informações de cultivos hospedeiros e de localizações de áreas já atacadas no exterior pelos insetos-alvo, assim como de informações de áreas brasileiras com plantios desses cultivos hospedeiros.

O *Genetic Algorithm for Rule-set Production* (GARP), disponível em plataforma OpenModeller, é o algoritmo que vem sendo empregado em alguns trabalhos de zoneamentos para o Brasil, por viabilizar o uso de fatores climáticos nacionais obtidos por maior número de estações climáticas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) distribuídas no país (Muñoz et al., 2009; Centro de Referência de Informação Ambiental (CRIA), 2021; Garcia et al., 2022; Mingoti et al., 2022; Mingoti et al., 2023a; Mingoti et al., 2023b; Mingoti et al., 2023c).

Este trabalho integrou técnicas de geoprocessamento e de modelagem de nicho ecológico por algoritmo GARP/Openmodeller para apresentar o zoneamento territorial de áreas brasileiras favoráveis à PQA *Epiphyas postvittana*, considerando 22 cultivos hospedeiros (abacate, ameixa, caqui, citros, ervilha, eucalipto, kiwi, lichia, maçã, macadâmia, manga, milho, morango, noz, pêra, pêssego, pimentas, pinus, repolho, salsa, tomate e uva).

IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS BRASILEIRAS APTAS À *Epiphyas postvittana* POR MODELAGEM DE NICHU ECOLÓGICO GARP/OPENMODELLER

Áreas já atacadas por *E. postvittana* no exterior foram recuperadas de base de dados e de literatura internacional (Gilligan; Epstein, 2014; GBIF, 2024). As localidades identificadas (ou pontos de ocorrência) foram tabuladas em formatação exigida pelo algoritmo GARP/Openmodeller (**Figura 1**). Na sequência, essa informação foi utilizada conforme método apresentado por Mingoti et al. (2023a), considerando como fatores abióticos os dados de precipitação, temperatura máxima, temperatura média e temperatura mínima, os quais foram inicialmente obtidos dos disponibilizados pelo WorldClim 2 e, posteriormente, substituídos por dados médio do território brasileiro (período de 1961 a 2021) obtidos a partir dos disponibilizados pelo Banco de Dados Meteorológicos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Interpolações utilizando método de cokrigagem simples foram realizadas com base em dados de temperatura média mensal (período de 1950 a 1990) de Alvares et al. (2013), como variável auxiliar e fazendo uso de grade de pontos com 100 km de equidistância. O software ArcGIS v.10.8.1 foi utilizado para o processamento das informações, considerando sistema de referência WGS 84 e coordenadas geográficas com pixel igual a 10 min. Assim, foram obtidas as áreas mundiais favoráveis à ocorrência de *E. postvittana* por GARP/Openmodeller (**Figura 2**). O recorte territorial das áreas brasileiras favoráveis ao inseto foi posteriormente realizado (**Figura 3**) utilizando o ArcGIS, que também permitiu identificar os limites de todos os municípios brasileiros em sua área continental, em malha municipal de 2019 (IBGE, 2019) convertida para sistema de projeção equidistante de Albers no sistema de referência SIRGAS 2000 (IBGE, 2020), com posterior eliminação de áreas em ilhas marítimas.

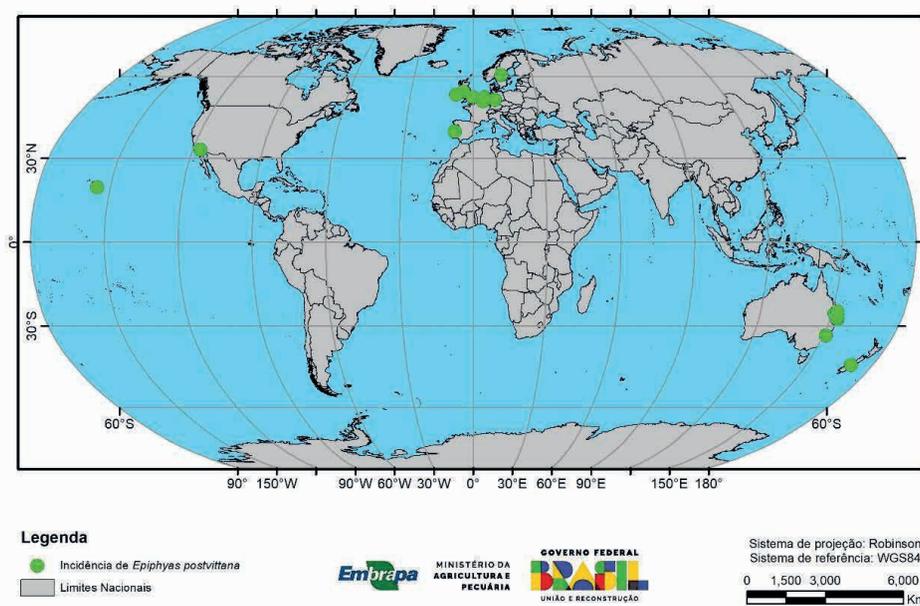


FIGURA 1. Áreas com presença já registradas no exterior de *Epiphyas postvittana*

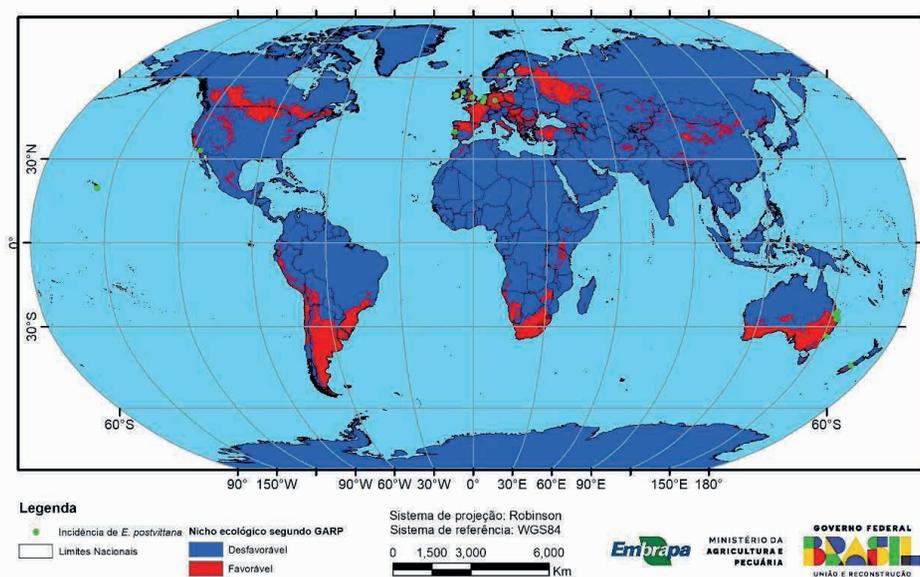


FIGURA 2. Áreas mundiais favoráveis à ocorrência de *Epiphyas postvittana*, com base em modelo de nicho ecológico GARP/Openmodeller

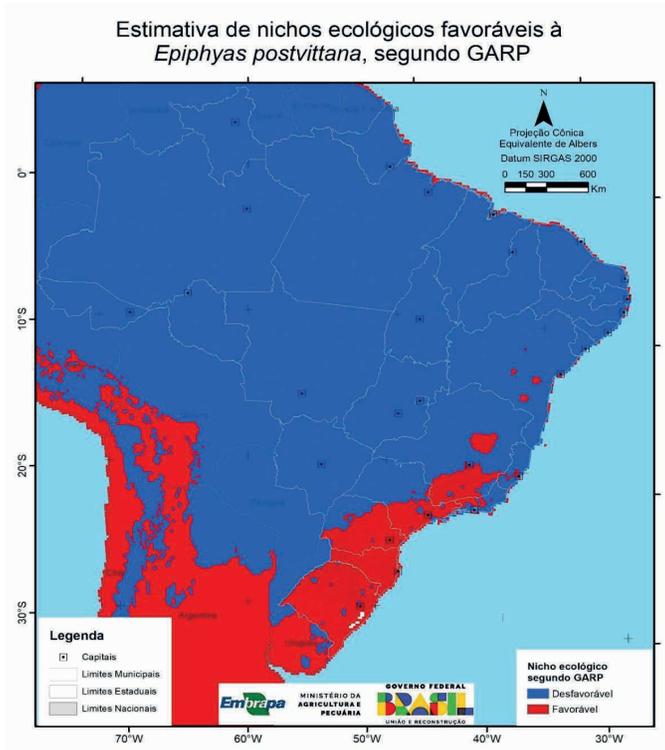


FIGURA 3. Recorte das áreas brasileiras favoráveis à ocorrência da PQA *Epiphyas postvittana*, com base nos resultados obtidos pelo GARP/Openmodeller

ZONEAMENTO TERRITORIAL BRASILEIRO DE ÁREAS FAVORÁVEIS À PQA *Epiphyas postvittana* CONSIDERANDO VINTE E DOIS CULTIVOS HOSPEDEIROS PRESENTES NO BRASIL

Os municípios brasileiros com plantios de cultivos abacate, ameixa, caqui, citros, ervilha, eucalipto, kiwi, lichia, maçã, macadâmia, manga, milho, morango, noz, pêra, pêssego, pimentas, pinus, repolho, salsa, tomate e uva foram identificados geograficamente, a partir de dados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (IBGE, 2017) e dos 81 municípios brasileiros com plantios de noqueira macadâmia em 2022, indicados pela Associação Brasileira de Noz Macadâmia dada a indisponibilidade de informações atuais dessas áreas no IBGE (Figura 4).



FIGURA 4. Municípios brasileiros com presença de ao menos um cultivo de abacate, ameixa, caqui, citros, ervilha, eucalipto, kiwi, lichia, maçã, macadâmia, manga, milho, morango, noz, pêra, pêssego, pimentas, pinus, repolho, salsa, tomate e uva (Fontes dos dados base: IBGE, 2017; Associação Brasileira de Noz Macadâmia)

O cruzamento de áreas municipais com presença de ao menos um cultivo hospedeiro de *E. postvittana* (Figura 4) com o das áreas nacionais favoráveis à essa PQA (Figura 3) foi realizado, resultando no zoneamento territorial de áreas brasileiras com a presença de ao menos uma área plantada com os cultivos hospedeiros avaliados e favoráveis a *E. postvittana* conforme GARP (Figura 5).

Municípios com plantio de ao menos um dos hospedeiros e com condições climáticas favoráveis a *Epiphyas postvittana*

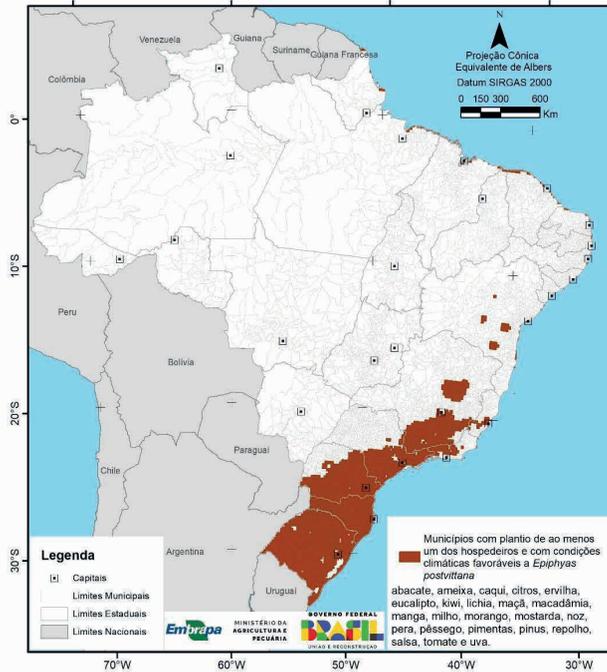


FIGURA 5. Zoneamento territorial de áreas brasileiras favoráveis à PQA *Epiphyas postvittana* considerando a presença de ao menos um dos 22 cultivos hospedeiros avaliados (abacate, ameixa, caqui, citros, ervilha, eucalipto, kiwi, lichia, maçã, macadâmia, manga, milho, morango, mostarda, noz, pêra, pêssego, pimentas, pinus, repolho, salsa, tomate e uva) e GARP/Openmodeller

A partir da análise dos resultados do zoneamento (Figura 5) foram identificados 1890 municípios distribuídos em 225 microrregiões de 17 unidades da federação do país aptos à PQA *E. postvittana* (Tabela 1).

| Unidades da Federação | Qtd_Microrregiões | Qtd_Municípios |
|-------------------------|-------------------|----------------|
| Alagoas | 1 | 2 |
| Amapá | 2 | 3 |
| Bahia | 10 | 41 |
| Ceará | 6 | 20 |
| Espírito Santo | 8 | 31 |
| Maranhão | 6 | 16 |
| Minas Gerais | 40 | 414 |
| Pará | 3 | 14 |
| Paraíba | 2 | 3 |
| Pernambuco | 2 | 3 |
| Piauí | 1 | 4 |
| Paraná | 33 | 250 |
| Rio de Janeiro | 16 | 51 |
| Rio Grande do Norte | 5 | 10 |
| Rio Grande do Sul | 35 | 492 |
| Santa Catarina | 20 | 292 |
| São Paulo | 35 | 244 |
| TOTAL FAVORÁVEIS | 225 | 1890 |

Tabela 1. Quantidades de microrregiões e de municípios aptos à *PQA Epiphyas postvittana* obtidas por GARP e considerando ao menos um dos vinte e um cultivos hospedeiros avaliados (abacate, ameixa, caqui, citros, ervilha, eucalipto, kiwi, lichia, maçã, macadâmia, manga, milho, morango, noz, pêra, pêssego, pimentas, pinus, repolho, salsa, tomate e uva).

As microrregiões sinalizadas, bem como suas respectivas quantidades de municípios, favoráveis à PQA *E. postvittana* por unidade da federação foram as seguintes: **Alagoas** (Penedo (2 municípios)), **Amapá** (Amapá (1 município) e Oiapoque (2 municípios)), **Bahia** (Entre Rios (2 municípios), Ilhéus-Itabuna (6 municípios), Itapetinga (1 município), Jacobina (1 município), Jequié (13 municípios), Porto Seguro (2 municípios), Salvador (2 municípios), Seabra (5 municípios), Valença (4 municípios) e Vitória da Conquista (5 municípios)), **Ceará** (Baixo Curu (3 municípios), Cascavel (2 municípios), Fortaleza (2 municípios), Itapipoca (3 municípios), Litoral de Aracati (2 municípios) e Litoral de Camocim e Acaraú (8 municípios)), **Espírito Santo** (Afonso Cláudio (6 municípios), Alegre (8 municípios), Cachoeiro do Itapemirim (3 municípios), Guarapari (1 município), Itapemirim (2 municípios), Linhares (3 municípios), Santa Teresa (3 municípios) e Vitória (5 municípios)), **Maranhão** (Aglomeração Urbana de São Luiz (4 municípios), Baixo Parnaíba Maranhense (1 município), Gurupi (3 municípios), Lençóis Maranhenses (3 municípios), Litoral Ocidental Maranhense (3 municípios) e Rosário (2 municípios)), **Minas Gerais** (Aimorés (1 município), Alfenas (12 municípios), Andrelândia (13 municípios), Barbacena (12 municípios), Belo Horizonte (17 municípios), Bocaiúva (2 municípios), Campo Belo (7 municípios), Capelinha (8 municípios), Cataguases (4 municípios), Conceição do Mato Dentro (8 municípios), Conselheiro

Lafaiete (12 municípios), Curvelo (5 municípios), Diamantina (8 municípios), Divinópolis (2 municípios), Formiga (4 municípios), Governador Valadares (1 município), Guanhães (14 municípios), Itabira (13 municípios), Itaguara (8 municípios), Itajubá (13 municípios), Juiz de Fora (33 municípios), Lavras (9 municípios), Manhuaçu (20 municípios), Muriaé (14 municípios), Oliveira (9 municípios), Ouro Preto (4 municípios), Passos (1 município), Peçanha (9 municípios), Poços de Caldas (13 municípios), Ponte nova (11 municípios), Pouso Alegre (20 municípios), Santa Rita do Sapucaí (15 municípios), São João Del Rei (14 municípios), São Lourenço (16 municípios), São Sebastião do Paraíso (6 municípios), Sete Lagoas (1 município), Teófilo Otoni (2 municípios), Ubá (17 municípios), Varginha (16 municípios) e Viçosa (20 municípios)), **Pará** (Bragantina (14 municípios), Guamá (1 município), Salgado (9 municípios)), **Paraíba** (João Pessoa (1 município) e Litoral Norte (2 municípios)), **Pernambuco** (Mata Meridional Pernambucana (1 município) e Suape (2 municípios)), Piauí (Litoral Piauiense (4 municípios)), **Paraná** (Apucarana (3 municípios), Assaí (6 municípios), Campo Mourão (14 municípios), Capanema (8 municípios), Cascavel (14 municípios), Cerro Azul (3 municípios), Cianorte (2 municípios), Cornélio Procópio (12 municípios), Curitiba (19 municípios), Faxinal (4 municípios), Foz do Iguaçu (11 municípios), Francisco Beltrão (19 municípios), Goioerê (5 municípios), Guarapuava (18 municípios), Ibaiti (8 municípios), Irati (4 municípios), Ivaiporã (14 municípios), Jacarezinho (6 municípios), Jaguariaíva (4 municípios), Lapa (2 municípios), Londrina (2 municípios), Palmas (5 municípios), Paranaguá (5 municípios), Pato Branco (10 municípios), Pitanga (6 municípios), Ponta Grossa (4 municípios), Prudentópolis (7 municípios), Rio Negro (6 municípios), São Mateus do Sul (3 municípios), Telêmaco Borba (6 municípios), Toledo (3 municípios), União da Vitória (7 municípios) e Wenceslau Braz (10 municípios)), **Rio de Janeiro** (Bacia de São João (1 município), Barra de Ilha Grande (2 municípios), Barra do Pirai (3 municípios), Campo dos Goytacazes (3 municípios), Itaguaí (1 município), Itaperuna (2 municípios), Lagos (1 município), Macacu-Caceribu (2 municípios), Macaé (1 município), Nova Friburgo (3 municípios), Rio de Janeiro (7 municípios), Santa Maria Madalena (3 municípios), Serrana (3 municípios), Três Rios (5 municípios), Vale do Paraíba Fluminense (9 municípios) e Vassouras (5 municípios)), **Rio Grande do Norte** (Litoral Nordeste (1 município), Litoral Sul (1 município), Macaíba (1 município), Mossoró (3 municípios) e Vale do Açu (1 município)), **Rio Grande do Sul** (Cachoeira do Sul (7 municípios), Camaquã (8 municípios), Campanha Central (5 municípios), Campanha Meridional (5 municípios), Campanha Ocidental (10 municípios), Carazinho (18 municípios), Caxias do Sul (19 municípios), Cerro Largo (11 municípios), Cruz Alta (14 municípios), Erechim (30 municípios), Frederico Westphalen (27 municípios), Gramado-Canela (15 municípios), Guaporé (21 municípios), Ijuí (15 municípios), Jaguarão (3 municípios), Lajeado-Estrela (31 municípios), Litoral Lagunar (4 municípios), Montenegro (21 municípios), Não-Me-Toque (7 municípios), Osório (22 municípios), Passo Fundo (26 municípios), Pelotas (10 municípios), Porto Alegre (20 municípios), Restinga Seca (9 municípios), Sananduva (11 municípios), Santa Cruz do

Sul (16 municípios), Santa Maria (13 municípios), Santa Rosa (11 municípios), Santiago (9 municípios), Santo Ângelo (16 municípios), São Jerônimo (9 municípios), Serras de Sudeste (8 municípios), Soledade (8 municípios), Três Passos (20 municípios) e Vacaria (14 municípios)), **Santa Catarina** ((Araranguá (15 municípios), Blumenau (15 municípios), Campos de Lages (18 municípios), Canoinhas (12 municípios), Chapecó (38 municípios), Concórdia (15 municípios), Criciúma (11 municípios), Curitibaanos (12 municípios), Florianópolis (9 municípios), Itajaí (10 municípios), Ituporanga (7 municípios), Joaçaba (27 municípios), Joinville (10 municípios), Rio do Sul (20 municípios), São Bento do Sul (3 municípios), São Miguel do Oeste (21 municípios), Tabuleiro (5 municípios), Tijucas (7 municípios), Tubarão (20 municípios) e Xanxerê (17 municípios)) e **São Paulo** (Amparo (8 municípios), Avaré (8 municípios), Bananal (5 municípios), Bauru (2 municípios), Botucatu (7 municípios), Bragança Paulista (11 municípios), Campinas (16 municípios), Campos do Jordão (4 municípios), Capão Bonito (10 municípios), Caraguatatuba (3 municípios), Franco da Rocha (3 municípios), Guaratinguetá (11 município s), Guarulhos (3 municípios), Itanhaém (5 municípios), Itapetininga (5 município s), Itapeva (12 municípios), Jundiaí (4 municípios), Limeira (3 municípios), Mogi das Cruzes (7 municípios), Osasco (2 municípios), Ourinhos (11 municípios), Paraibuna/Paraitinga (7 municípios), Piedade (5 municípios), Piracicaba (9 municípios), Pirassununga (1 município), Registro (11 municípios), Rio claro (4 municípios), São Carlos (4 municípios), São João da Boa Vista (10 municípios), São Paulo (7 municípios), Sorocaba (15 municípios) e Tatuí (9 municípios). As favorabilidades a *E. postvittana* por região geográfica nacional foram igualmente observadas e deram-se conforme apresentadas a seguir: a) Região Centro-Oeste: sem aptidão; b) Região Norte: 17 municípios de 5 microrregiões; c) Região Nordeste: 99 municípios de 33 microrregiões; d) Região Sudeste: 740 municípios de 99 microrregiões; e e) Região Sul: 1034 municípios de 88 microrregiões (**Figura 6**).

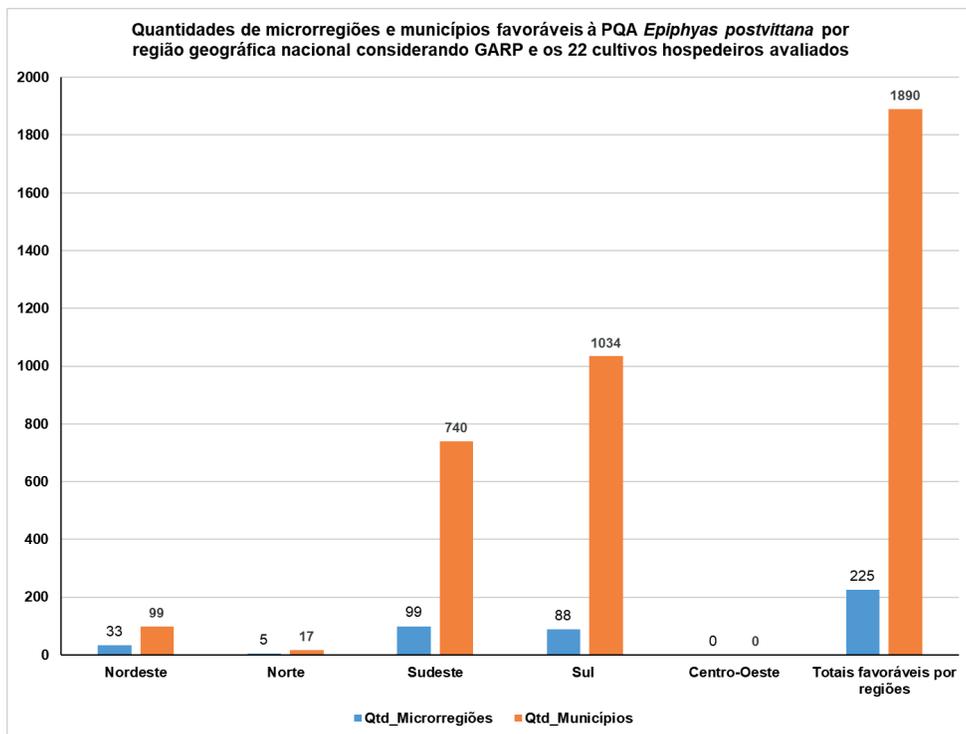


FIGURA 6. Quantidades de microrregiões e de municípios favoráveis à PQA *Epiphyas postvittana* por região geográfica brasileira

As maiores favorabilidades municipais à PQA *E. postvittana* foram observadas para as regiões Sul e Sudeste, com a ausência de favorabilidade observada para a região Centro-Oeste. Desse modo, a realização de monitoramentos preventivos, com base na correta identificação do inseto e suas preferências, deve ser priorizada nos cultivos hospedeiros e microrregiões aqui assinaladas, principalmente nos municípios identificados; a listagem nominando os municípios aptos por microrregião também está disponível ao Mapa, se necessário.

COMENTÁRIOS FINAIS

O zoneamento territorial de áreas nacionais favoráveis à PQA *E. postvittana* considerando áreas de plantios de 22 cultivos hospedeiros (abacate, ameixa, caqui, citros, ervilha, eucalipto, kiwi, lichia, maçã, macadâmia, manga, milho, morango, noz, pêra, pêssego, pimentas, pinus, repolho, salsa, tomate e uva), presentes no país, foi disponibilizado. Nele foram identificados 1890 municípios, distribuídos em 225 microrregiões, de 17 unidades da federação aptos à PQA. As maiores quantidades municipais aptas a *E. postvittana* foram observadas para o Rio Grande do Sul (492 municípios de 35 microrregiões), Minas Gerais (414 municípios de 40 microrregiões), Santa Catarina (292 municípios de 20 microrregiões),

Paraná (250 municípios de 33 microrregiões) e São Paulo (244 municípios de 35 microrregiões). Destacadamente, notou-se a aptidão expressiva do inseto aos municípios presentes em unidades da federação da região Sul (1034 municípios de 88 microrregiões) e Sudeste (740 municípios de 99 microrregiões), não devendo ser desprezadas as demais áreas assinaladas dado o caráter polífago da praga e danos decorrentes.

Os municípios e microrregiões estaduais sinalizadas nos zoneamentos aqui disponibilizados devem ter ações preventivas voltadas para a correta identificação da PQA *E. postvittana*, no intuito de agilizar a comunicação ao Mapa de alguma potencial ocorrência desse inseto polífago no país e, assim, prover rapidez no emprego de planos de erradicação e controle, minimizando os riscos de disseminação da praga e seus danos, impactos socioeconômicos e barreiras fitossanitárias decorrentes. Informações que viabilizem a identificação da PQA *E. postvittana* também estão sendo viabilizadas pelo projeto InsetoNut.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; DE MORAES, G.; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v.22, p.711-728, 2013.

BARBOSA, L.; MINGOTI, R.; SILVA, B. H. S. A. DA; PESSOA, M. C. P. Y.; MARINHO-PRADO, J. S. Métodos para prover zoneamentos de áreas favoráveis ao melhor desenvolvimento de *Bactrocera dorsalis*. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 17., 2023, Campinas. **Anais** [...]. Campinas: Embrapa Territorial, 2023. 10 p. CIIC 2023. N° 23507. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1156842/1/6159.pdf> Acesso em: 06 mar. 2024.

CENTRO DE REFERÊNCIA DE INFORMAÇÃO AMBIENTAL (CRIA). Openmodeller. Disponível em: <https://www.cria.org.br/> Acesso em: abril. 2021.

ESPINOSA, A.; HODGES, A. C. *Epiphyas postvittana*. BUGWood Wiki, 2013 Disponível em: https://wiki.bugwood.org/Epiphyas_postvittana#Hosts

GARCIA, J. B.; MINGOTI, R.; MARINHO-PRADO, J. S.; PARANHOS, B. de A. G.; PESSOA, M. C. P. Y. Zoneamento de áreas brasileiras favoráveis ao parasitoide *Tetrastichus giffardianus* e a *Bactrocera dorsalis*. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA (CIIC), 16, Campinas, SP: Instituto Agrônomo de Campinas (IAC)/APTA, 30 e 31 de agosto de 2022 (evento online), **Anais...** 2022. 12p. (Resumo expandido, Trabalho 22506). Disponível em: <https://ciic.iac.sp.gov.br/arquivos/anais/RE22504.pdf> Acesso: 06 set. 2022.

GILLIGAN, T. M.; EPSTEIN, M. E. **Factsheet *Cryptophlebia ombrodelta***, Tortricids of Agricultural Importance (TorAI), Colorado State University, August, 2014. Disponível em: http://idtools.org/id/leps/tortai/Cryptophlebia_ombrodelta.htm Acesso em: 25 Ago. 2022

GLOBAL BIODIVERSITY INFORMATION FACILITY. GBIF. Disponível em: <https://www.gbif.org> Acesso: 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Áreas Territoriais. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html?=&t=sobre>. Acesso em: 23 out. 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Municipais – Ano-base 2019. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2019/Brasil/BR/. Acesso em: 01 set. 2021.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA: Censo Agropecuário 2017. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 01 set. 2021.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Banco de Dados Meteorológicos do INMET**. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em: 17 ago. 2020.

JACOMO, B. de O.; MINGOTI, R.; PESSOA, M. C. P. Y.; MARINHO-PRADO, J. S. Avaliação do efeito do threshold do MaxEnt em estimativas de áreas climáticas aptas a dois insetos-pragas exóticos. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 14., 2020, Campinas. Anais... Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2020. 2 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/217401/1/5335.pdf> Acesso: 06 set. 2022.

LOZIER, J. D.; MILLS, N. J. Predicting the potential invasive range of light brown apple moth (*Epiphyas postvittana*) using biologically informed and correlative species distribution models. **Biol Invasions**, 2011, v. 13, p.2409–2421.

MÉXICO. SECRETARIA DE AGRICULTURA GANADERÍA DESARROLLO RURAL PESCA Y ALIMENTACIÓN. DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL. **Plan de acción para la vigilancia y aplicación de medidas de control contra *Epiphyas postvittana* (Walker) en México**. Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria/Grupo Especialista Fitosanitario, Mover México, Septiembre, 2015. 26p. version 0.0.

MINGOTI, R.; PESSOA, M. C. P. Y.; MORIYA, L. M.; PIZA, P. L. B. DE T. Zoneamentos de áreas brasileiras favoráveis a *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae). In: SILVA-MATOS, R. R. S. DA; LINHARES, S. C.;

MINGOTI, R.; PESSOA, M. C. P. Y.; PEREIRA, C. C.; MARINHO-PRADO, J. S.; GOMES, M. A. F.; JACOMO, B. DE O.; PARANHOS, B. A. G. Zoneamentos territoriais de áreas favoráveis a *Diachasmimorpha longicaudata* visando biocontrole da praga quarentenária ausente *Anastrepha curvicauda*. In: SILVA, C. D. D. DA; SANTOS, D. B. DOS. (org.). **As ciências biológicas e os progressos que beneficiam a sociedade**. Ponta Grossa: Atena, 2023b. Cap. 4. p. 35-51. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1156899/1/6162.pdf> Acesso em 06 mar. 2024.

MINGOTI, R.; PESSOA, M. C. P. Y.; MORIYA, L. M.; PIVA, P. L. B. DE T. Zoneamento de áreas brasileiras favoráveis à *Cryptophlebia ombrodelta*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 20., 2023, Florianópolis. **Anais [...]**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2023c. p. 97-100. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/249105/1/6118.pdf> Acesso em 06 mar. 2024.

MINGOTI, R.; PESSOA, M. C. P. Y.; JACOMO, B. DE O.; MARINHO-PRADO, J. S.; PARANHOS, B. A. J. Territorial zoning of Brazilian areas favorable to *Anastrepha curvicauda* (Diptera: Tephritidae) in papaya crop. **Journal of Agricultural Sciences Research**, v. 2, n. 3, p.10, 2022. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1143045/1/6037.pdf> Acesso em: 06 mar. 2024.

MUÑOZ, M.E.S.; GIOVANNI, R.; SIQUEIRA, M.F.; SUTTON, T.; BREWER, P.; PEREIRA, R.S.; CANHOS, D.A.L.; CANHOS, V.P. **OpenModeller**: a generic approach to species' potential distribution modelling. **Geoinformatica**. 2009. 25p.

WARREN, D. L.; SEIFERT, S. N. Ecological niche modeling in Maxent: the importance of model complexity and the performance of model selection criteria. **Ecological Applications**, v.21, n. 2, 2011, p. 335–342.

INFLUÊNCIA DE PORTA-ENXERTOS NA ABSORÇÃO DE NUTRIENTES, PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DA UVA 'NIAGARA ROSADA' PARA MESA NA REGIÃO SUDESTE BRASILEIRA

Data de submissão: 19/09/2024

Data de aceite: 01/10/2024

Leonardo Silva Campos

Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Ciências Agrônomicas,
Departamento de Produção Vegetal,
Botucatu

Catherine Amorim

Universidade de São Paulo, Escola
Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”,
(ESALQ-USP), Departamento de Ciências
Biológicas, Piracicaba

Marco Antonio Tecchio

Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Ciências Agrônomicas,
Departamento de Produção Vegetal,
Botucatu

RESUMO: A videira ‘Niagara Rosada’ (*Vitis labrusca*), derivada da mutação somática da ‘Niagara Branca’ em 1933, no município de Louveira/SP, apresenta coloração rosada que a torna mais valorizada no mercado de uvas para consumo *in natura*, mas também com aptidão para produção de vinhos de mesa. Devido à sua maior rusticidade em comparação com cultivares de *Vitis vinifera*, a ‘Niagara Rosada’ rapidamente expandiu seu cultivo por várias regiões do Brasil, tornando-se a cultivar

de mesa mais produzida no Estado de São Paulo. Entre os porta-enxertos mais recomendados para esta cultivar estão o ‘IAC 766’, ‘IAC 572’ e ‘106-8 MGT’. Foi observado a influência do porta-enxerto na absorção de nutrientes, com variações nos teores de nitrogênio, potássio, magnésio e manganês nas plantas enxertadas. Também foram notadas variações na produtividade. Em relação à qualidade da uva, fatores como o teor de sólidos solúveis, acidez e compostos fenólicos podem ser influenciados pela escolha do porta-enxerto. Portanto, a seleção do melhor porta-enxerto para a cultivar Niagara Rosada depende de uma série de fatores, incluindo as características específicas do local de cultivo, as propriedades do solo, as práticas agrônomicas adotadas e os objetivos do produtor. Neste capítulo serão apresentadas algumas características do cultivo da ‘Niagara Rosada’ para mesa e a influência na escolha dos principais porta-enxertos utilizados, na qualidade do fruto e aspectos agrônômicos.

PALAVRAS-CHAVE: *Vitis labrusca*, Fisiologia, Qualidade, Uva de mesa, Viticultura

ABSTRACT: The ‘Niagara Rosada’ vine (*Vitis labrusca*), derived from the somatic mutation of ‘Niagara Branca’ in 1933, in the municipality of Louveira/SP, has a pink color that makes it more valued in the grape market for fresh consumption, but also with suitability for table wine production. Due to its greater rusticity compared to *Vitis vinifera* cultivars, ‘Niagara Rosada’ quickly expanded its cultivation throughout several regions of Brazil, becoming the most produced table cultivar in the State of São Paulo. Among the most recommended rootstocks for this cultivar are ‘IAC 766’, ‘IAC 572’ and ‘106-8 MGT’. The influence of the rootstock on nutrient absorption was observed, with variations in the levels of nitrogen, potassium, magnesium and manganese in the grafted plants. Variations in productivity were also noted. Regarding grape quality, factors such as soluble solids content, acidity and phenolic compounds can be influenced by the choice of rootstock. Therefore, the selection of the best rootstock for the Niagara Rosada cultivar depends on a series of factors, including the specific characteristics of the cultivation site, soil properties, agronomic practices adopted and the producer’s objectives. In this chapter, some characteristics of the cultivation of ‘Niagara Rosada’ for table and the influence on the choice of the main rootstocks used, on the quality of the fruit and agronomic aspects will be presented.

KEYWORDS: *Vitis labrusca*, Physiology, Quality, Table grapes, Viticulture

INTRODUÇÃO

O Brasil, com dimensões continentais, é um país com a maior diversidade e tipos de viticultura, em condições de clima temperado ao tropical. Verifica-se que, em função de diferentes condições edafoclimáticas e manejos da cultura da videira, resultam em diferentes ciclos de produção. A produtividade e qualidade da uva, dentre outros atributos qualitativos como cor, textura, aroma e sabor, são influenciados por fatores como genética da cultivar, escolha do porta-enxerto e o *terroir* (PEREIRA et al., 2020; MELLO; MACHADO 2022).

A produção de uva para mesa representa uma atividade interessante do ponto de vista socioeconômico. Emprega um grande volume de trabalhadores para o manejo da cultura e tem um alto rendimento por área, tornando-se uma alternativa lucrativa tanto para o produtor familiar como também para áreas maiores.

O Estado de São Paulo, produziu na safra 2023, 164.500 toneladas de uvas comuns para mesa e 1.800 toneladas de uvas para indústria (MIURA et al., 2024). A ‘Niagara Rosada’ é uma das cultivares de uva para mesa mais produzida e comercializada no estado de São Paulo (TECCHIO et al., 2014, CALLILI et al., 2022). Essa cultivar apresenta-se como uma interessante alternativa às cultivares viníferas por ser mais rústica, com boa adaptação as condições edafoclimáticas da região Sudeste, além do baixo custo de produção e alta produtividade, aliado a menor suscetibilidade a doenças fúngicas e menor exigência em tratamentos culturais quando comparada a variedades finas (MAIA; CAMARGO, 2012; TECCHIO et al., 2014).

Na viticultura, a utilização da enxertia se deu primeiramente para possibilitar que as videiras se desenvolvessem em solos infestados pela filoxera (*Phylloxera vitifoliae* (Fitch)), um afídeo que danifica as raízes da videira, e que dizimou os vinhedos na Europa em meados do século XIX. Contudo, atualmente a prática da enxertia continua para evitar a disseminação da doença bem como para o incremento na qualidade dos frutos e na produtividade. Assim, foi necessário a utilização de porta-enxertos resistentes a doença, resultantes de cruzamentos de cultivares americanas com outras espécies do gênero *Vitis*. A escolha do porta-enxerto é influenciada pela cultivar copa, características do solo da região vitivinícola e potencial do vinho a ser produzido. (REGINA *et al.*, 1998; ANGELOTTI-MENDONÇA *et al.*, 2018).

Um dos principais fatores do manejo da videira, é a escolha do porta-enxerto. Essa deve ser estudada, visto que diferentes combinações copa e porta-enxerto alteram a fisiologia, o vigor vegetativo e reprodutivos da variedade produtora. O porta-enxerto apresenta um papel fundamental na absorção de nutrientes e no vigor induzido à copa, contudo deve-se levar em consideração a compatibilidade com a cultivar copa e sua adaptação as condições edafoclimáticas da região onde será produzida (ANGELOTTI-MENDONÇA *et al.*, 2018; KLIMEK; KAPLAN; NAJDA, *et al.*, 2022; GALAZ *et al.*, 2020).

PANORAMA DA VITICULTURA BRASILEIRA NO CULTIVO DE UVAS PARA MESA

Atualmente o Brasil apresenta mais de 77 mil hectares de videiras plantadas (IBGE, 2023). A região Sul concentra a maior área produtiva da cultura, com mais de 70% da área total nacional. O principal estado produtor do Sul do país, é o Rio Grande do Sul, com 62% da área vitícola nacional, o que corresponde a, aproximadamente, 47 mil hectares, seguido dos estados de Santa Catarina e Paraná (MELLO; MACHADO, 2022; IBGE, 2023). Por outro lado, a região Nordeste representa 14% da área vitícola nacional, concentrada principalmente no Vale do São Francisco, nos Estados de Pernambuco e Bahia (MELLO; MACHADO, 2022).

A região Sudeste, representa 12,68% da área nacional, e o Estado de São Paulo é destaque na produção de uvas para mesa com 10,69% da área nacional de videiras plantadas, seguido dos Estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo (ANGELOTTI-MENDONÇA *et al.*, 2018; MELLO; MACHADO, 2022).

O mercado de uva para mesa no Brasil era baseado na produção de cultivares tradicionais como 'Niágara Rosada', 'Itália' e suas mutações, 'Rubi', 'Benitaka' e 'Brasil'. No entanto, como resultado de programas de melhoramento genético da videira, especialmente da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), associado com a introdução de cultivares de uvas sem sementes observou-se pelos produtores e consumidores, nos últimos anos aumento expressivo no portfólio de cultivares na viticultura nacional.

No ano de 2021, o Brasil produziu 881.603 toneladas de uvas para consumo *in natura*, com a região Sudeste, representando mais de 10% da produção nacional, destaque para o Estado de São Paulo que produziu mais de 179.000 toneladas de uvas, com a cultivar Niagara Rosada em destaque (IBGE, 2021; MELLO; MACHADO, 2022).

Na sequência, há o Estado de Minas Gerais com uma produção de 19,571 toneladas de uvas e Espírito Santo com produção superior a 3.000 toneladas da uva para mesa (ANGELOTTI-MENDONÇA *et al.*, 2018; MELLO; MACHADO, 2022).

A CULTIVAR NIAGARA ROSADA: HISTÓRIA, ORIGEM, INTRODUÇÃO NA VITICULTURA E PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

A cultivar Niagara Rosada (Figura 1), da espécie *Vitis labrusca*, surgiu em 1933 pela mutação somática em um único ramo de 'Niagara Branca' no município de Louveira, Estado de São Paulo, predominando sobre a forma original rapidamente (MAIA; GARRIDO; CONÇEIÇÃO, 2015).

A cultivar Niagara Branca, introduzida no Brasil em 1894, foi desenvolvida nos Estados Unidos, na cidade de Nova York em meados do século XIX, a partir do cruzamento das cultivares Concord (*Vitis labrusca*) polinizada por 'Cassady' (*Vitis labrusca* x *Vitis vinífera*), apresentando assim em sua genealogia 25% de *Vitis vinífera* e 75% de *Vitis labrusca* (MAIA; GARRIDO; CONÇEIÇÃO, 2015; ANGELOTTI-MENDONÇA *et al.*, 2018; MAIA; RITSCHER; LAZZAROTTO, 2018).

A 'Niagara Rosada' apresenta alta valor comercial, com destaque pela preferência no mercado consumidor brasileiro para consumo *in natura*, mas também utilizada para a produção de vinhos (TECCHIO *et al.*, 2024). Pela sua atratividade, principalmente pela coloração em relação a 'Niagara Branca', que torna a 'Niagara Rosada' mais atraente, seu cultivo rapidamente se expandiu, de regiões subtropicais com produção nos meses de novembro a junho, e regiões tropicais com safra entre julho e outubro (MAIA; CAMARGO, 2012; TECCHIO *et al.*, 2014; ALMEIDA; CÂMARA; OLIVEIRA, 2015).

Segundo Nachtigal e Migliorini, (2009), a videira 'Niagara Rosada' apresenta aroma aframboesado, característico pela intensidade, com cachos médios e compactos e bagas rosadas com variação de tonalidade. Seu vigor é mediano e apresenta resistência moderada ao míldio e a antracnose.



Figura 1: Uva 'Niagara Rosada' na região de São Manuel/SP.

Foto: Leonardo Silva Campos, 2024.

A TÉCNICA DE ENXERTIA

Enxertia é o nome dado a união de duas partes oriundas de plantas diferentes para se constituir apenas uma. Nesse processo, a parte responsável pelo sistema radicular é o porta-enxerto, que deve ser adaptado às condições edafoclimáticas da região onde será introduzido e, desejavelmente, ser resistente às principais pragas e doenças da mesma região. O enxerto, cavaleiro ou copa será responsável pela produção da planta, e pelos processos de fotossíntese, respiração, dentre outros (REGINA *et al.*, 1998). A utilização de cultivares de porta-enxertos obtidos por meio de cruzamentos com variedades americanas (*Vitis Labrusca*), na viticultura também é uma forma de prevenir a disseminação da filoxera uma vez que os porta-enxertos apresentam resistência a praga (ANGELOTTI-MENDONÇA *et al.*, 2018).

Segundo Klimek *et al.* (2022), a enxertia permite ao viticultor ter controle sobre importantes parâmetros agrônômicos e permite a regulação do crescimento da cultivar copa em diferentes condições edafoclimáticas. Esse método de propagação vegetativa possibilita maior adaptabilidade de algumas cultivares a diferentes condições edafoclimáticas, pela boa compatibilidade entre copa e porta-enxerto.

Uma das principais técnicas de enxertia na cultura da videira é a “garfagem em fenda cheia”, feita diretamente no campo em porta-enxertos sem raízes ou já enraizados e plantados no local definitivo. Outra técnica é a “enxertia por ômega”, também conhecida

como “enxertia de mesa”, por ser realizada em galpão, ao invés de ocorrer no campo com o porta-enxerto enraizado. Esse tipo de enxertia produz mudas de raiz nua em barracões, com máquinas próprias fixadas em mesas ou bancadas, permitindo uma produção em grande escala (REGINA *et al.*, 1998).

O método mais comum de formação de vinhedos no Brasil é a enxertia à campo em porta-enxertos que foram previamente enraizados, tanto diretamente no local definitivo quanto em viveiros. No entanto, esse tipo de enxertia apresenta como desvantagem uma baixa uniformidade ou falhas de pegamento, além de pouca disponibilidade de mão de obra, maior tempo se comparado a enxertia de mesa com forçagem e a possibilidade de disseminação de vírus uma vez que o material é coletado em vinhedos com pouco controle fitossanitário (REGINA *et al.*, 1998; CÂMARA; REGINA, 2021).

A enxertia de mesa apresenta como vantagem se comparada a enxertia a campo, uma maior taxa de pegamento, maior uniformidade de pegamento no campo, redução do tempo para obtenção da muda, redução da necessidade de mão de obra e melhor controle de viroses, pela seleção de plantas livres de vírus (REGINA, 2002; CÂMARA; REGINA, 2021).

Embora a enxertia de mesa tenha diversas vantagens sobre o método de enxertia à campo, há uma disponibilidade limitada de viveiristas, além do maior custo de produção das mudas. Enquanto isso, a enxertia convencional à campo é amplamente adotada por pequenos produtores brasileiros devido à redução imediata nos custos de produção, apesar maior demanda por mão de obra e maior tempo de formação dos vinhedos (CÂMARA; REGINA, 2021).

PORTA-ENXERTOS USADOS COM FOCO EM UVA PARA MESA, E SUA CARACTERIZAÇÃO

Como efeito, a escolha do porta-enxerto afeta diretamente a produtividade e as características químicas da baga, como teor de sólidos solúveis (°Brix), pH e acidez titulável, acúmulo de compostos fenólicos e teor de antocianinas, que são parâmetros de qualidade mais importantes que devem ser analisados na escolha da melhor combinação entre copa e porta-enxerto (MOTA *et al.*, 2006; 2020; GALAZ *et al.*, 2020)

A escolha do porta-enxerto também interfere na distribuição de gemas férteis nos ramos da videira, que está diretamente ligado a translocação de água e nutrientes (ANGELOTTI-MENDONÇA *et al.*, 2018; KLIMEK; KAPLAN; NAJDA *et al.*, 2022).

O comportamento copa e porta-enxerto são influenciados pelo potencial vegetativo do porta-enxerto e da cultivar copa, além do potencial produtivo das plantas (BRUNA; BACK, 2015). As mudanças climáticas ao longo dos ciclos de produção também influenciam nas respostas fisiológicas das plantas, afetando a produção e qualidade das frutas (IBACACHE; ALBORNOZ; ZURITA-SILVA, *et al.*, 2016; ANGELOTTI-MENDONÇA *et al.*, 2018)

A maioria dos porta-enxertos comerciais foram obtidos através de cruzamentos entre diferentes espécies de *Vitis*, como: *Vitis riparia*, *Vitis berlandieri* e *Vitis rupestris* e com cultivares com características do centro de dispersão em zonas tropicais como a *Vitis caribea*. No Brasil, os principais porta-enxertos foram desenvolvidos pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) (SILVA, 2019; VEODATO *et al.*, 2020). Entre os principais porta-enxertos utilizados para a cultivar Niagara Rosada, estão: 'IAC 766' Campinas, considerado de médio vigor; 'Riparia do Traviú' ou '106-8 Mgt', porta-enxerto de menor vigor e o 'IAC-572' Jales, mais vigoroso (HERNADES; MARTINS, 2010; ANGELOTTI-MENDONÇA *et al.*, 2018).

'IAC-766' Campinas

O 'IAC-766' Campinas é um porta-enxerto desenvolvido a partir do cruzamento entre 'Riparia do Traviú' com uma espécie tropical, *Vitis caribea*, realizado na década de 60 e lançada como cultivar em 1970 (PAULETTO *et al.*, 2001; HERNADES; MARTINS., 2010). Possui alto vigor e enraizamento, com resistência mediana a antracnose, alta resistência a míldio, fusariose e ataque de filoxera nas raízes. Esse porta-enxerto teve boa tolerância a solos argilosos, arenosos e ácidos (GIOVANNINI., 2014; HERNADES; MARTINS., 2010).

'IAC-572' Jales

O 'IAC-572' Jales é um porta-enxerto que resultou do cruzamento entre o porta-enxerto '101-14 MGT' (*Vitis riparia* x *Vitis rupestris*) com *Vitis caribea*, lançado na década de 70 (GIOVANNINI., 2014). Tem como características, alto enraizamento e confere mais vigor a cultivar copa (HERNADES; MARTINS, 2010). Possui resistência baixa a antracnose, alta resistência ao ataque de míldio, fusariose e filoxera, além de tolerância a solos argilosos, arenosos e ácidos (GIOVANNINI., 2014; HERNADES; MARTINS, 2010).

'106-8 MGT' (Ripária do Traviú)

Resultado do Cruzamento de *Vitis riparia* x (*Vitis rupestris* x *Vitis cordifolia*), obtido em 1882, na França por Millardet e de Grasset (GIOVANNINI., 2014). Foi introduzido no bairro do Traviú, em Jundiaí/SP, como *Vitis riparia*, onde recebeu o nome de 'Ripária do Traviú' (PAULETTO, 1999). Apresenta bom enraizamento por propagação vegetativa, e resistência a seca, e à filoxera, porém suscetível à antracnose (GIOVANNINI., 2014). Trata-se de um porta-enxerto pouco vigoroso e adaptado a diferentes tipos de solos (HERNADES; MARTINS, 2010).

PRINCIPAIS SISTEMAS DE CONDUÇÃO ADOTADOS PARA ‘NIAGARA ROSADA’

A escolha do sistema de condução aliada a escolha do porta-enxerto reflete diretamente na densidade de plantio, manejo e exposição solar do dossel vegetativo e consequentemente nos processos fisiológicos da videira e no dossel vegetativo, afetando a fotossíntese, assimilação de carbono e no desenvolvimento das raízes (GIOVANNINI, 2014; LEÃO; CHAVES, 2021). Assim, diversos sistemas de condução podem ser utilizados, cada um apresentando suas vantagens e desvantagens.

Os sistemas de condução mais utilizados para ‘Niagara Rosada’ são “Y” e latada. Esses sistemas possibilitam a obtenção de altas produtividades, em torno de 30 t ha⁻¹, ao passo que a espaldeira possibilita uma produtividade média de 15 a 20 t ha⁻¹, em áreas onde é possível se ter dois ciclos por ano (MAIA; GARRIDO; CONCEIÇÃO, 2015).

Latada ou Pérgola

O sistema horizontal (Figura 2), é construído com arames galvanizados e madeira. O espaçamento recomendado para a cultivar Niagara Rosada pode variar de 3,0 m entrelinhas e 2,0 m entre plantas, para a formação de dois braços em sentidos opostos, no alinhamento da rua ou 3,0 m entrelinhas e 1,5 m entre plantas para alinhamento dos dois braços perpendiculares à rua (GIOVANNINI, 2014; MAIA *et al.*, 2015).



Figura 2. Sistema de condução de videira em latada.

Foto: Leonardo Silva Campos, 2021.

“Y”

No sistema em “Y” pode-se utilizar uma estrutura metálica galvanizada para sustentação (Figura 3), desenvolvida para essa finalidade ou de madeira. O espaçamento deve apresentar 3,0 m a 3,3 m entrelinhas e 2,0 a 2,5 m entre plantas. Esse sistema tem custo de implantação um pouco inferior à latada, e apresenta como principais vantagens, uma boa aeração e insolação da copa além de práticas de cultivo em posição ergonômica para os trabalhadores. O sistema em “Y” possui adaptações no mercado que já possibilitam a instalação de coberturas plásticas (GIOVANNINI, 2014; MAIA; GARRIDO; CONCEIÇÃO, 2015).

O sistema em “Y” comparado a espaldeira, para a cultivar Niagara Rosada, apresenta um aumento do número de ramos, número de cachos por planta, área foliar e produção, porém sem efeito significativo no teor de sólidos solúveis (LEÃO; CHAVES; SOUZA, 2023).



Figura 3. Sistema de condução em “Y” em produção comercial de uva para mesa.

Foto: Leonardo Silva Campos, 2023.

Espaldeira

O espaçamento neste sistema deve ser de 1,80 a 2,0 m entrelinhas e 0,8 a 1,0 m entre plantas, onde as plantas têm o dossel crescendo na posição vertical (Figura 4). O primeiro fio de arame deve ser colocado a 0,9 a 1,0 m de altura do solo. A condução em espaldeira apresenta baixo custo, facilidade de implantação, beneficia maior exposição dos cachos, a exposição das plantas a luminosidade e ventilação, facilitando o manejo (GIOVANNINI, 2014; CÂMARA *et al.*, 2020).



Figura 4. Sistema de condução em espaldeira.

Foto: Leonardo Silva Campos, 2021.

RELAÇÃO DE DIFERENTES PORTA-ENXERTOS NA ABSORÇÃO DE NUTRIENTES, PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DA UVA DA CULTIVAR NIAGARA ROSADA

A escolha do porta-enxerto apropriado deve levar em conta as interações entre porta-enxerto, enxerto e ambiente. É importante considerar fatores como as propriedades físico-químicas do solo, a presença de insetos, fungos e nematoides, além do objetivo de produção, antes de selecionar a cultivar de porta-enxerto (MIELE; RIZZON, 2016; ANGELOTTI-MENDONÇA *et al.*, 2018).

Demonstrando a importância da utilização de porta-enxertos em videiras de 'Niagara Rosada', Bruna e Back (2015), observaram que plantas de "Pé-franco" de 'Niagara Rosada', apresentaram menor produtividade, vigor e número e peso de cachos se comparadas a plantas enxertadas.

Absorção de nutrientes

Além da relação direta na produção e qualidade dos frutos, os porta-enxertos tem importância fundamental no aspecto nutricional da videira, uma vez que suas raízes apresentam eficiências distintas na absorção e translocação de nutrientes para a parte aérea, além da capacidade de armazenamento de reserva, influenciando no crescimento e desenvolvimento da videira (ALBUQUERQUE; DECHEN, 2000; TECCHIO *et al.*, 2011; CALLILI *et al.*, 2022).

Segundo Tecchio *et al.* (2007), em experimentos realizados nos municípios de Jundiá e Louveira/SP, observou que a 'Niagara Rosada' enxertada sob o porta-enxerto 'Riparia do Traviú' apresentaram maior acúmulo de nutrientes no cacho para os elementos fósforo (P), enxofre (S), ferro (Fe) e zinco (Zn) e menor para manganês (Mn). No estudo nutricional da videira 'Niagara Rosada', esses autores observaram que os níveis foliares de nitrogênio (N) e potássio (K) foram mais elevados quando esta cultivar foi enxertada no porta-enxerto 'IAC 766', em comparação com o uso do porta-enxerto 'Ripária do Traviú'.

Segundo Theocharis *et al.* (2024), o vigor imposto pelo porta-enxerto na variedade copa está diretamente relacionado a capacidade do mesmo de absorção de nutrientes no solo, principalmente nitrogênio, que varia de acordo com a expressão genética de cada um.

Tecchio *et al.* (2011), em vinhedo experimental localizado em Votuporanga, estado de São Paulo, mostrou variações significativas nos níveis de N, K, Mg e Mn nas amostras de ramos provenientes da poda. No mesmo estudo, foi observado que as videiras enxertadas em 'IAC 766' apresentaram maiores teores de magnésio e Mg, significativamente diferentes apenas em relação ao porta-enxerto 'IAC 313', onde as plantas apresentaram teores inferiores dos nutrientes. Contudo, as videiras enxertadas sobre 'IAC 766' mostraram menor teor de K em comparação com outras cultivares avaliadas, e teores de Mn semelhantes às plantas enxertadas em 'IAC 572', as quais também apresentaram teores inferiores aos obtidos com o uso do porta-enxerto 'IAC 571-6' para o mesmo estudo. Em relação a extração pelos cachos, o uso dos porta-enxertos mostrou variações significativas nos teores de N, K, Ca, Mg, S, Cu, Mn e Zn. Os maiores teores de N nos cachos da 'Niagara Rosada' foram observados quando enxertados no porta-enxerto 'IAC 766'. Por outro lado, a 'Niagara Rosada' enxertada sobre 'IAC 572' apresentou o maior teor de K, enquanto os menores teores de Ca, Mg, Mn e Zn foram registrados nos cachos dessa combinação de porta-enxerto e copa.

A utilização de K no manejo da viticultura tem importância e influência no desenvolvimento e na qualidade das uvas. O K é o cátion mais abundante nas bagas em todos os estágios de crescimento, podendo sua carência afetar a qualidade química e bioquímica da fruta (CALLILI *et al.*, 2022). O potássio participa em muitos processos fisiológicos como regulação potencial da membrana da célula, ativação enzimática, dentre outros processos (AHMAD; MAATHUIS, 2014; Obenland *et al.*, 2015). Em estudo realizado por Callili *et al.* (2022) com a cultivar Niagara Rosada conduzida em sistema de espaldeira, observou-se que a fonte de potássio, cloreto de potássio ou sulfato de potássio, não levou a diferenças significativas quando analisadas a interação entre porta-enxertos 'IAC 572' e 'IAC' 766, fonte de K e doses. Analisados individualmente no mesmo estudo, o porta-enxerto 'IAC 572' apresentou plantas com maiores concentrações de K na folha, quando comparado ao porta-enxerto 'IAC 766'.

Produtividade

Segundo Callili *et al.* (2022), a videira 'Niagara Rosada' apresenta alta produtividade em condições tropicais e subtropicais, podendo variar a produção e qualidade pela escolha do porta-enxerto. Pesquisas envolvendo diferentes sistemas de condução têm indicado que o sistema em "Y" proporciona um espaço adicional para o crescimento das plantas (PEDRO JÚNIOR *et al.*, 2007), o que contribui para a melhoria da qualidade dos cachos e aumenta a produtividade (PALLIOTTI, 2012; HERNANDES *et al.*, 2013).

Segundo Pauletto *et al.* (2001) em experimento realizado no município de Taubaté, no Vale do Paraíba/SP, observaram que a videira 'Niagara Rosada' no sistema de espaldeira em cinco porta-enxertos diferentes, apresentou maiores produtividades quando enxertada sobre 'IAC 313', 'IAC 766' e 'Riparia do Traviú'.

Tecchio *et al.*, (2011), observaram que a maior produtividade de videiras 'Niagara Rosada' foi alcançada quando enxertadas sobre porta-enxerto 'IAC 766', atingindo 28,80 t ha⁻¹ em sistema de condução latada. Já em estudo de Callili *et al.* (2022), os porta-enxertos 'IAC 766' e 'IAC 572' proporcionaram uma produtividade da 'Niagara Rosada' superior a 13,0 t ha⁻¹.

Em um estudo realizado em Caldas-MG, Alvarenga *et al.* (2002) demonstrou que o porta-enxerto 'IAC 766' proporcionou um maior número de cachos em videiras de 'Niagara Rosada'. Quanto à produção total, os mesmos autores observaram uma superioridade quando às plantas foram enxertadas sobre os porta-enxertos 'IAC 766' e 'IAC 572'.

Mota *et al.* (2009), verificou em Caldas-MG, uma maior produção da videira 'Niagara Rosada' quando enxertada sobre porta-enxerto 'IAC 572' em comparação ao 'IAC 766', que apresentou maiores teores de sólidos solúveis, pH e acidez de mosto.

Tecchio *et al.* (2019), em estudo realizado em Louveira-SP, observaram que os porta-enxertos 'IAC 572', 'IAC 571-6' e 'IAC 766' promoveram maior número de bagas por cacho, já o uso de 'IAC 766' apresentou plantas com bagas com maiores teores de sólidos solúveis.

Qualidade dos cachos e bagas

Em uva para mesa, algumas características como tamanho de cacho e bagas, compactação, sabor dentre outros, são importantes pontos para um produto de qualidade, e consequentemente com maior valor agregado a fim de atender a demanda do mercado consumidor (PIMENTEL *et al.*, 2015).

Em um estudo de Paulte *et al.* (2001), foi observado os porta-enxertos 'IAC 766', 'IAC 313' e 'Riparia do Traviú', proporcionaram às videiras melhor qualidade de frutos, apresentando cachos com maior comprimento, largura, número de bagas e massa, quando comparadas aos porta-enxertos 'Kober 5BB' e 'Schwarzmann'.

Tecchio *et al.* (2019), em experimento realizado em Louveira, São Paulo, observaram que os porta-enxertos 'IAC 572', 'IAC 571-6' e 'IAC 766' proporcionaram maior massa de cachos e número de bagas por cacho em videira 'Niagara Rosada'. Além disso, no mesmo estudo, 'IAC 766' e 'Ripária do Traviú' induziram na cultivar copa maior teor de sólidos solúveis no mosto da uva. Segundo Pimentel *et al.* (2015), de maneira geral, quanto maior o tamanho do cacho, maior a valorização no comércio, tendo em vista que, cachos tendem a apresentar engajo mais comprido, maiores números de ramificações e bagas maiores.

A uva é considerada uma importante fonte de compostos fenólicos quando comparada a outras frutas e vegetais. Tais compostos estão diretamente associados às características sensoriais, além de cor e sabor. Dessa forma, a busca pelo consumo de frutas com elevadas concentrações de compostos bioativos, está associada a diversos benefícios a saúde humana atuando como anti-inflamatório e antioxidante, reforçando a importância da escolha do porta-enxerto para manutenção da qualidade bioquímica das uvas (VEODATO *et al.*, 2020; CALLILI *et al.*, 2022).

Em estudo de Callili *et al.* (2022), os autores observaram maiores concentrações de compostos fenólicos, principalmente flavonoides e antocianinas (responsáveis pela coloração tinta) em 'Niagara rosada' enxertada sobre 'IAC 766', resultando em melhor qualidade da uva. Os autores atribuíram esses resultados ao menor vigor do 'IAC 766' quando comparado ao 'IAC 572', demonstrando que quanto mais vigoroso o porta-enxerto há o incremento de produtividade em contrapartida menor a concentração de compostos fenólicos e sólidos solúveis nas bagas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O vigor e a origem genética dos porta-enxertos conferem resistência a algumas pragas e doenças, além de interferirem na absorção de nutrientes, na produtividade e na qualidade dos frutos.

Os fatores edafoclimáticos e o manejo do vinhedo também interferem na características físico-químicas das uvas.

Salienta-se que a escolha do porta-enxerto deve considerar as necessidades específicas do produtor.

A taxa de acúmulos de nutrientes por folhas e frutos impacta diretamente na recomendação de adubação durante cada ciclo da cultura da videira.

Para a maioria dos estudos no sudeste brasileiro, destacam-se para absorção de nutrientes, produtividade e qualidade da uva, os porta-enxertos 'IAC 572' e 'IAC 766' para a cultivar Niagara Rosada.

REFERÊNCIAS

AHMAD, L.; MAATHUIS, F. J. M. Cellular and tissue distribution of potassium: physiological relevance, mechanisms and regulation. **Journal of Plant and Physiology**, v. 171, p. 708-714, 2014

ALBUQUERQUE, T.C.S.; DECHEN, A.R. Absorção de macronutrientes por porta-enxertos e cultivares de videira em hidroponia. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 1, p. 135-139, 2000.

ALMEIDA, G. V. B. de.; CÂMARA, F. M. DE.; OLIVEIRA, S. L.de. Mercado e aspectos econômicos da uva 'Niagara'. **Informe Agropecuário**, Uva de mesa, Belo Horizonte, v. 36, n. 289, p. 41-45, 2015.

ALVARENGA, A. A. et al. Influência do porta-enxerto sobre o crescimento e produção da cultivar de videira Niagara Rosada (*Vitis labrusca* L. x *Vitis vinifera* L.), em condições de solo ácido. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, p. 1459-1464, 2002

ANGELOTTI-MENDONÇA, J. et al. Rootstock on production and quality of 'Niagara Rosada' grapevine. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 40, n. 4, p. 1–9, 2018

BRUNA, E. D.; BACK, A. J. behavior of niagara rosada cultivar grafted on different rootstocks in the south of Santa Catarina, Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 4, 2015.

CALLILI, D. et al. Rootstocks and potassium fertilization on yield performance and quality of 'Niagara Rosada' grapevine under subtropical conditions. **Australian Journal of Crop Science**, v. 16, n. 02, p. 293-300, 2022.

CÂMARA, F. M. DE. M. et al. Sistema de condução do vinhedo. Produção de espumantes na Serra da Mantiqueira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.41, n.310, p.35 – 45, 2020.

CÂMARA, F. M.de M; REGINA, M.de A. Técnicas de enxertia utilizadas na produção de mudas de videira. **visão agrícola ESALQ USP nº14**. 2021. Disponível em: < <https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va-14-tecnicas-de-enxertia-utilizadas-na-producao-de-mudas-de-videira.pdf> >. Acesso em: 20 de maio de 2024.

FERREIRA, E. A. et al. Antecipação de safra para videira Niágara Rosada na região sul do estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 6, p. 1221–1227, 2004.

GALAZ, B. et al. Histórico e situação atual da produção de vinhos de inverno no Brasil. **Informe Agropecuário**. Vinhos de colheita de inverno, Belo Horizonte, v. 41, n. 312, p. 7-13, 2020.

GIOVANNINI, E. **Manual de viticultura**. Bookman. Porto Alegre. 254, 2014.

- HERNANDES, J. L. et al. Comportamento produtivo da videira 'Niágara Rosada' em diferentes sistemas de condução, com e sem cobertura plástica, durante as safras de inverno e de verão. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, p. 123-130, 2013.
- HERNANDES, J. L.; MARTINS, F. P. Importância do uso de porta-enxertos na viticultura. In: BUENO, S. C. S. *et al* (Ed.). **Vinhedo paulista**. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. p. 125–130, 2010.
- IBACACHE, A.; ALBORNOZ, F.; ZURITA-SILVA, A. Yield responses in flame seedless, thompson seedless and red globe table grape cultivars are differentially modified by rootstocks under semi arid conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 204, p. 25–32, 2016.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção de Uvas no Brasil 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/uva/br> Acesso em: 17 de agosto de 2024.
- KLIMEK, K.; KAPLAN, M.; NAJDA, A. Influence of Rootstock on Yield Quantity and Quality, Contents of Biologically Active Compounds and Antioxidant Activity in Regent Grapevine Fruit. **Molecule**, v. 27, n. 2065, 2022.
- LEÃO, P. C. de S.; CHAVES, A. R. de M. Agronomic responses of grapevine 'Chenin Blanc' as a function of training system and rootstocks. **Scientia Agricola**, v. 78, n. 1, 2021.
- LEÃO, P. C. de S.; CUNHA, M. A. C. da.; SOUZA, E. M. de. Performance of 'BRS Magna' vines grown under different training systems, rootstocks and production cycles. **Scientia Agricola**, v. 80, 2023.
- LEÃO, P. C. de S.; CHAVES, A. R. D. M. Training systems and rootstocks on yield and agronomic performance of 'Syrah' grapevine in the Brazilian semiarid. **Ciencia e Agrotecnologia**, v. 43, 2019,
- MAIA, J. D. G.; CAMARGO, U. A. **O cultivo da videira Niágara no Brasil**. Brasília, Embrapa, 301 p, 2012.
- MAIA, J. D. G.; GARRIDO, L. da R.; CONCEIÇÃO, M. A. F. Manejo da uva "Niagara" em regiões tropicais. **Informe Agropecuário: Uva de mesa**, Belo Horizonte, v. 36, n. 289, p. 30-40, 2015
- MAIA, J. D. G.; RITSCHER, P. S.; LAZZAROTTO, J. J. A viticultura de mesa no Brasil: produção para o mercado nacional e internacional. **Territoires du Vin**, v. 9, p. 1-9, 2018.
- MELLO, L. M. R. de.; MACHADO, A. E. Vitivinicultura brasileira: panorama 2021. **Comunicado Técnico Embrapa uva e vinho**. Bento Gonçalves, n. 226, 2022.
- MIELE, A.; RIZZON, L. A. Rootstock-scion interaction: 1. Effect on the yield components of cabernet sauvignon grapevine. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 1, 2017.
- MIURA, M. et al. Previsões e Estimativas das Safras Agrícolas do Estado de São Paulo, Ano Agrícola 2023/24, Abril de 2024. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, São Paulo, v. 19, n. 8, ago. 2024, p. 1-15. Disponível em: <http://www.iea.agricultura.sp.gov.br/out/TerTexto.php?codTexto=16231>. Acesso em: 18 de agosto de 2024.
- MOTA, R. V. da. et al. Fatores que afetam a maturação e a qualidade da uva para vinificação. Vinhos finos: rumo a qualidade. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 234, p. 56-64, 2006.

- MOTA, R. V. da. et al. Maturação e colheita da uva para elaboração de vinhos espumantes. Produção de espumantes na Serra da Mantiqueira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 41, n. 310, p.67–74, 2020.
- MOTA, R. V. da. et al. Produtividade e composição físico-química de bagas de cultivares de uva em distintos porta-enxertos. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v.44, n.6, p.576–582, 2009.
- MOTA, R. V. da. et al. Produtividade e composição físico-química de bagas de cultivares de uva em distintos porta-enxertos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n. 44, v. 6, p. 576-582, 2009.
- NACHTIGAL, J. C.; MIGLIORINI, L. C. Recomendações para produção de videiras americanas e híbridas para processamento na região de Pelotas. **Circular técnica Embrapa Clima Temperado**. Pelotas, n. 77, 2009.
- NORBERTO, P. M. et al. Effect of conduction system on some ecophysiological characteristics of the grapevine (*Vitis Labrusca* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 3, p. 721–726, 2009.
- OBENLAND, D. et al. Potassium application to table grape clusters after veraison increases soluble solids by enhancing berry water loss. **Scientia Horticulturae**, v. 187, p. 58-64, 2015.
- PALLIOTTI, A. A new closing Y-shaped training system for grapevines. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 18, p. 57-63, 2012.
- PAULETTO, D. et al. Efeito do porta-enxerto na qualidade do cacho da videira 'Niagara Rosada'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 7, p. 935-939, 2001.
- PAULETTO, D. Avaliação de porta-enxertos para a videira Niagara rosada no Vale do Paraíba SP. 1999. **Dissertação** (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, University of São Paulo, Piracicaba. Acesso em: 2024-09-03Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-20220208-103827/en.php>>. Acesso em: 10 de Junho de 2024.
- PEDRO JÚNIOR, M. J. et al. M. Influência do sistema de condução no microclima, na produtividade e na qualidade de cachos da videira 'Niagara Rosada', em Jundiáí-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, p. 313-317, 2007.
- PEREIRA, G. E. et al. de. Vinhos no Brasil: contrastes na geografia e no manejo das videiras nas três viticulturas do país. **Documentos Embrapa Uva e Vinho**, Bento Gonçalves, n. 121, 2020
- PIMENTEL, R. M. de A. et al. Qualidade de uvas de mesa. Uvas de mesa. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 36, n. 289, p. 92-99, 2015.
- REGINA, M.de A. et al. A propagação da videira. Viticultura tropical. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 194, p. 20-27, 1998.
- REGINA, M.de A. Produção e certificação de mudas de videira na França. 2. Técnica de produção de mudas pela enxertia de mesa. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 2, p. 590-596, 2002.
- SILVA, M. J. R. da. et al. Shoot topping of "Niagara Rosada" grapevine grafted onto different rootstocks. **Australian Journal of Crop Science**, v. 12, n. 3, p. 496–504, 2018.

SILVA, M. J. R. et al. Grape juices produced from new hybrid varieties grown on Brazilian rootstocks –Bioactive compounds, organic acids and antioxidant capacity. **Food Chemistry**, v. 289, p. 714–722, 2019.

TECCHIO, M. A. et al. Características físicas e acúmulo de nutrientes pelos cachos de ‘niagara rosada’ em vinhedos na região de Jundiaí. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 3, p. 621-625, 2007.

TECCHIO, M. A. et al. Efecto del thidiazuron en la calidad de la uva ‘niagara rosada’ en diferentes portainjertos en el centro oeste paulista. **Revista iberoamericana de tecnología postcosecha**, v. 25, n. 1, 2024.

TECCHIO, M. A. et al. Efeito do porta-enxerto e da época de poda na duração das fases fenológicas e no acúmulo de graus-dia pela videira “Niagara Rosada”. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 4, p. 1073–1080, 2013.

TECCHIO, M. A. et al. Extração De Nutrientes Pela Videira ‘Niagara Rosada’ enxertada em diferentes porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, n. 33, p. 736–742, 2011.

TECCHIO, M. A. et al. Influence of rootstocks and pruning times on yield and on nutrient content and extraction in “Niagara Rosada” grapevine. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 49, n. 5, p. 340–348, 2014.

TECCHIO, M. A. et al. The influences of rootstock and pruning seasons on productive and physicochemical traits of ‘Niagara Rosada’ grape. **Australian Journal of Crop Science**, v. 13. n. 07, p. 1211-1214, 2019.

THEOCHARIS, S. et al. Modulating ‘Xinomavro’ (*Vitis vinífera* L.). Vine Growth and Berry Composition: A Comparative Analysis of Rootstock Effects. **Horticulturae**, v. 10, n. 490, 2024.

VEODATO, B. T. F. et al. Production, physicochemical quality and antioxidant capacity of ‘niagara rosada’ grape grafted on different rootstocks. **Bioscience Journal**, v. 36, n. 6, p. 1879-1889, 2020.

RAISSA RACHEL SALUSTRIANO DA SILVA-MATOS: Bióloga pela Universidade de Pernambuco - UPE (2009), Mestre em Agronomia - Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal do Piauí - UFPI (2012) e Doutora em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba - UFPB (2016). Professora adjunta do curso de Agronomia do Centro de Ciências de Chapadinha (CCCh) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA) e professora permanente do Pós-graduação em Ciências Ambientais (PPGCAM) do CCCh/UFMA. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em fitotecnia, fisiologia das plantas cultivadas, propagação vegetal, manejo de culturas, nutrição mineral de plantas, adubação, atuando principalmente com fruticultura e floricultura.

<http://lattes.cnpq.br/0720581765268326>

MARILEIA BARROS FURTADO: Graduada em Agronomia pela Universidade Estadual do Maranhão (2003), Mestre (2005) e Doutora (2008) em Agronomia (Agricultura) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Foi professora Adjunta da Universidade Estadual do Piauí e atualmente é professora Associada IV do Centro de Ciências Agrárias, do Curso de Agronomia, da Universidade Federal do Maranhão. Têm experiência na área de Agronomia, com ênfase em fitotecnia, atuando principalmente nos seguintes temas: produção de culturas (milho, arroz, feijão caupi, soja, algodão, girassol), frutíferas, indicadores físicos e químicos do solo, manejo do solo e geoestatística.

<https://lattes.cnpq.br/0177700018215014>

GERSON FREITAS VIEIRA NETO: Graduado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA) - Centro de Ciências de Chapadinha (CCCh), Mestrando em Ciências Ambientais, pelo programa de pós graduação em Ciências Ambientais (PPGCAM), pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA), MBA executivo em irrigação e gestão de recursos hídricos na faculdade Iguazu (UNIMINAS). Tem experiência principalmente em manejo de solo e água, sistemas de irrigação, biologia do solo e bioinsumos.

<http://lattes.cnpq.br/8631208994644754>

A

Adensamento de culturas 38

B

Bem-estar animal 15, 16, 17, 20, 21

Brasil 16, 17, 21, 22, 25, 26, 27, 34, 61, 62, 63, 66, 74, 76, 77, 78, 79, 81, 82, 89, 90, 91

C

Consórcios de culturas 38

CSFI 94

Custo de produção 38, 39, 77, 81

F

Fertirrigação 37, 38, 39, 41, 47, 48, 49, 51, 53, 54, 55, 57, 58, 59, 60

Fisiologia 14, 76, 78, 93

Fotossintética 1, 4

G

Glycine max L. 23, 36

M

Micronutriente 1, 4, 8, 9

Modelagem 61, 63, 64

O

Osmocondicionamento 23, 25, 30, 33

P

Plantas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 24, 34, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 53, 55, 59, 76, 80, 81, 83, 84, 85, 86, 87, 93

Praga quarentenária 61, 62, 74

Produtividade 36, 38, 40, 48, 53, 76, 77, 78, 81, 83, 85, 86, 87, 88, 89, 91

Q

Qualidade 17, 22, 23, 24, 34, 35, 36, 38, 39, 76, 77, 78, 81, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91

S

Saúde pública 15, 21

SIG 61

Sustentabilidade 22, 23

T

Temperatura 22, 23, 24, 25, 26, 27, 31, 32, 33, 64

U

Uva de mesa 76, 89, 90

V

Viticultura 76, 77, 78, 79, 80, 87, 89, 90, 91

Vitis labrusca 76, 77, 79, 80, 89, 91

Z

Zoonoses 15, 16, 17, 20

O FUTURO DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

INOVAÇÕES E
DESAFIOS 3



www.atenaeditora.com.br



contato@atenaeditora.com.br



[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)



www.facebook.com/atenaeditora.com.br

O FUTURO DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

INOVAÇÕES E
DESAFIOS 3



www.atenaeditora.com.br



contato@atenaeditora.com.br



[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)



www.facebook.com/atenaeditora.com.br