

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Fernando Freitas Pinto Júnior | Jonathas Araújo Lopes
(Organizadores)



CIÊNCIAS AGRÁRIAS:

Estudos sistemáticos e pesquisas avançadas 3


Atena
Editora
Ano 2023

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Fernando Freitas Pinto Júnior | Jonathas Araújo Lopes
(Organizadores)



CIÊNCIAS AGRÁRIAS:

Estudos sistemáticos e pesquisas avançadas 3


Atena
Editora
Ano 2023

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2023 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2023 Os autores

Copyright da edição © 2023 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 e Multidisciplinar

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

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso

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

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

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
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

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Fernando Freitas Pinto Júnior
Jonathas Araújo Lopes

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)	
C569	<p>Ciências agrárias: estudos sistemáticos e pesquisas avançadas 3 / Organizadores Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos, Fernando Freitas Pinto Júnior, Jonathas Araújo Lopes. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-0968-7 DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.687231601</p> <p>1. Ciências agrárias. I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano da (Organizadora). II. Pinto Júnior, Fernando Freitas (Organizador). III. Lopes, Jonathas Araújo (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 correntes ideológicas que cercam o ambiente agrário têm promovido muitas discussões dentro do conceito de sustentabilidade e saúde humana, além de estudos acerca do uso de recursos da natureza e dos animais. Tendo em vista esse panorama atual, cada vez mais o estudo das Ciências Agrárias é visto como uma necessidade a fim de desencadear diálogo e novas visões que futuramente possam contribuir para com a humanidade.

Nesse sentido, diversos pesquisadores junto a órgãos de pesquisa nacionais e internacionais tem unido forças para contribuir no âmbito agrário, e assim possibilitar novas descobertas neste setor. Este estudo constante possibilita o surgimento de novas linhas de pesquisa, as quais podem desencadear soluções para entraves que afetam a produtividade na agropecuária.

Dessa forma, partindo dessa perspectiva de aprimorar o conhecimento por meio de pesquisas, o livro “Ciências Agrárias: Estudos sistemáticos e pesquisas avançadas 3” surge como uma ferramenta prática que apresenta estudos com temas variados aplicados em diferentes regiões, a fim de proporcionar novas visões, indagações e contribuir para o surgimento de possíveis soluções para problemáticas que afetam o cenário agrário atual.

Pensando nisso, o presente material contém 21 capítulos organizados em temas que variam de sustentabilidade a assuntos pertinentes à saúde animal, além de estudos voltados para uma maior produtividade no campo das grandes culturas.

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Fernando Freitas Pinto Júnior
Jonathas Araújo Lopes

CAPÍTULO 1 1

ÁGUA NO SOLO E BALANÇO CATIONICO DO SOLO SOB CULTIVO DE GENÓTIPOS DE SOJA NO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA, PR

Rafael Domingues
André Belmont Pereira
Eduardo Fávero Caires

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6872316011>

CAPÍTULO 2 16

A IMPORTÂNCIA DA LEGISLAÇÃO DOS AGROTÓXICOS NO BRASIL: UM LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

Gustavo Ravazzoli Fernandes
Lucas Wickert
Maria Fernanda Oliveira dos Reis Wickert
Reginaldo Aparecido Trevisan Junior
Vinicius Rogério Zwiezyński

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6872316012>

CAPÍTULO 3 21

AMAZÔNIA IRRIGADA: ABORDAGEM BIBLIOGRÁFICA DOS IMPACTOS AMBIENTAIS E PLANEJAMENTO PARA O DESENVOLVIMENTO DA IRRIGAÇÃO SUSTENTÁVEL

Douglas Lima Leitão
Maria do Bom Conselho Lacerda Medeiros
Lorena de Paula da Silva Maciel
Caio Pereira Siqueira
Laís Costa de Andrade
Gisela Nascimento de Assunção
Adriano Anastácio Cardoso Gomes
Luciana da Silva Borges
Pedro Daniel de Oliveira
Joaquim Alves de Lima Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6872316013>

CAPÍTULO 4 38

AQUAPONIA

Anderson Rodrigo Cordeiro Dionisio
Ana Carolina Maia Souza
Breno Jorge Zeferino Monteiro
Elaine Patrícia Zandonadi Haber
Tercio Raphael de Oliveira Nonato

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6872316014>

CAPÍTULO 5 42

THE GREEN REVOLUTION AND THE PARTICULARITIES OF ITS ADOPTION IN BRAZIL

Jefferson Levy Espindola Dias

Cleonice Alexandre Le Bourlegat

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6872316015>

CAPÍTULO 669

BRUCELOSE ANIMAL: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Adriana Prazeres Paixão

Tânia Maria Duarte Silva

Herlane de Olinda Vieira Barros

Sara Ione da Silva Alves

Carla Janaina Rebouças Marques do Rosário

Amanda Mara Teles

Nancyleni Pinto Chaves Bezerra

Danilo Cutrim Bezerra

Viviane Correa Silva Coimbra

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6872316016>

CAPÍTULO 785

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE DANOS PARA *Spodoptera frugiperda* (J.E.SMITH) EM CULTURA DE MILHO CONVENCIONAL E TRANSGÊNICO

Renan de Oliveira Almeida

José Celso Martins

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6872316017>

CAPÍTULO 890

INFLUÊNCIA DA QUALIDADE DE REBOLOS NO PLANTIO MECANIZADO E FALHAS NA CULTURA DE CANA-DE-AÇÚCAR

Murilo Battistuzzi Martins

Aldir Carpes Marques Filho

Fernanda Scaranello Drudi

Jefferson Sandi

João Vitor Paulo Testa

Kléber Pereira Lanças

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6872316018>

CAPÍTULO 995

LEVANTAMENTO DE DOENÇAS BIÓTICAS EM ROSA DO DESERTO (*Adenium obesum*) Forssk. Roem

Carlos Wilson Ferreira Alves

Daiane Lopes de Oliveira

Solange Maria Bonaldo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6872316019>

CAPÍTULO 10.....110

LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DE CANA-DE-AÇÚCAR NA AMAZÔNIA TOCANTINA

Glaucilene Veloso Costa

Lenize Mayane Silva Alves
 Silas Eduan Pompeu Amorim
 Taciele Raniere da Silva Nascimento
 Mariana Casari Parreira
 Melcleyre de Carvalho Cambraia

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160110>

CAPÍTULO 11 116

LIXIVIAÇÃO DE HERBICIDAS APLICADOS EM PRÉ-EMERGÊNCIA EM SOLO COM COBERTURA VEGETAL

Beatriz Aparecida Blanco Gonsales
 Kamilla Ferreira Rezende
 Daniela Stival Machado
 Miriam Hiroko Inoue
 Ana Carolina Dias Guimarães
 Júlia Rodrigues Novais
 Gabriel Casagrande Castro
 Rafael Rodrigues Spindula Thomaz

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160111>

CAPÍTULO 12..... 127

MANEJO MICROBIOLÓGICO DE TRIPES NA CULTURA SOJA

Emanuele Finatto Carlot
 Giovani Finatto Carlot
 Jenifer Filipini de Oliveira
 Thais Pollon Zanatta
 Daniela Meira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160112>

CAPÍTULO 13..... 135

MICROALGAS COMO MATÉRIA-PRIMA PARA BIOPRODUTOS

Alice Azevedo Lomeu
 Henrique Vieira de Mendonça

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160113>

CAPÍTULO 14..... 148

PROPAGAÇÃO DE CLADÓDIOS DE DIFERENTES COMPRIMENTOS DE DUAS ESPÉCIES DE PITAIAS

Fábio Oseias dos Reis Silva
 Renata Amato Moreira
 Ramon Ivo Soares Avelar
 Luiz Carlos Brandão Junior
 José Darlan Ramos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160114>

CAPÍTULO 15..... 154**PROPAGACIÓN POR VARETA DE LA HIGUERA (*Ficus carica* L.) EN BAJA CALIFORNIA SUR**

Loya Ramírez José Guadalupe
 Gregorio Lucero Vega
 Carlos Pérez Soto
 Beltrán Morales Félix Alfredo
 Ruiz Espinoza Francisco Higinio
 Zamora Salgado Sergio

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160115>

CAPÍTULO 16..... 159**RECOMENDAÇÃO DE LÂMINAS DE FERTIRRIGAÇÃO PARA CULTURAS AGRÍCOLAS COM BIOFERTILIZANTE ORIUNDO DA DIGESTÃO ANAERÓBIA DE DEJETOS DE SUÍNOS**

Júlia Camargo da Silva Mendonça Gomes
 Conan Ayade Salvador
 Everaldo Zonta
 Henrique Vieira de Mendonça

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160116>

CAPÍTULO 17..... 173**SISTEMA AGROINDUSTRIAL RAICILLA, EN MASCOTA, JALISCO: UN ACERCAMIENTO**

Abraham Villegas de Gante
 Miguel Angel Morales López

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160117>

CAPÍTULO 18..... 185**TEMPORAL VARIABILITY OF SOIL MECHANICAL RESISTANCE TO THE PENETRATION OF ROOTS OF AN ULTISOL**

Sidileide Santana Menezes
 Fabiane Pereira Machado Dias
 Ésio de Castro Paes
 Fagner Taiano dos Santos Silva
 João Rodrigo de Castro
 Rafaela Simão Abrahão Nóbrega
 Júlio César Azevedo Nóbrega

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160118>

CAPÍTULO 19..... 196**USO DE BLENDS DE PLANTAS MEDICINAIS NO TRATAMENTO ALTERNATIVO DO TABAGISMO**

Marina Santos Okuzono Marquês de Araújo
 Marcelo de Souza Silva
 Claudia Maria Bernava Aguillar

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160119>

CAPÍTULO 20202

USO DE MOTORES ELÉTRICOS EM SEMEADORAS E GANHO DE
PRODUTIVIDADE NA CULTURA DA SOJA

Airton Polon

Telmo Jorge Carneiro Amado

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160120>

CAPÍTULO 21..... 213

VARIABILIDADE ESPACIAL DE ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO EM ÁREA DE
PLANTIO DIRETO NO CERRADO PIAUIENSE

Laércio Moura dos Santos Soares

Francisco Edinaldo Pinto Mousinho

Adeodato Ari Cavalcante Salviano

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160121>

SOBRE OS ORGANIZADORES223

ÍNDICE REMISSIVO224

ÁGUA NO SOLO E BALANÇO CATIÔNICO DO SOLO SOB CULTIVO DE GENÓTIPOS DE SOJA NO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA, PR

Data de submissão: 06/11/2022

Data de aceite: 02/01/2023

Rafael Domingues

Doutorando - Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Universidade Estadual de Ponta Grossa
<http://lattes.cnpq.br/4253578080171005>

André Belmont Pereira

Professor Associado C - Dep. de Ciência do Solo e Engenharia Agrícola
Universidade Estadual de Ponta Grossa
<http://lattes.cnpq.br/7548805986719809>

Eduardo Fávero Caires

Professor Titular - Dep. de Ciência do Solo e Engenharia Agrícola
Universidade Estadual de Ponta Grossa
<http://lattes.cnpq.br/3850817367861711>

RESUMO: O controle da água no sistema solo-planta é de grande importância para assegurar a maximização da produção e a qualidade dos produtos agrícolas. A absorção de nutrientes minerais pelas plantas é significativamente condicionada pela umidade do solo, pois os nutrientes chegam às raízes por fluxo de massa e/ou difusão. O balanço catiônico do solo constitui fator de grande influência sobre a absorção de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K), podendo determinar os níveis

de produtividade primária das culturas. Sob a luz da hipótese de que a relação Ca:Mg mais adequada para as plantas depende do nível de água no solo, o presente capítulo de livro teve como objetivo estudar as inter-relações entre suprimento de água e o balanço catiônico no solo sobre as respostas biológicas de plantas de soja em ambiente protegido. O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Estadual de Ponta Grossa. Os tratamentos foram constituídos por quatro níveis de água no solo definidos a partir do cálculo da evapotranspiração máxima da cultura (ET_m) e suas frações (60, 80, 100 e 120%), e quatro relações Ca:Mg no solo (1:1, 3:1, 6:1 e 9:1). O status de água no solo, com exceção da massa de mil grãos (MMG), afetou os componentes de rendimento dos genótipos de soja estudados. Os componentes de rendimento da cultivar IAC Foscarin-31 aumentaram em função do suprimento hídrico do solo. Sob o cultivo da cultivar BMX Zeus IPRO, os componentes de rendimento aumentaram linearmente em função da disponibilidade de água no solo. O balanço catiônico do solo influenciou a expressão dos componentes de rendimento da cultivar IAC Foscarin-31. O teor de Ca trocável no solo sob o cultivo das cultivares

IAC Foscarin-31 e BMX Zeus IPRO aumentou linearmente mediante a imposição dos tratamentos de balanço catiônico. A concentração de Mg trocável no solo sofreu uma redução quadrática sob as relações Ca:Mg no solo para ambas cultivares em estudo.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max* (L.) Merrill. Umidade do solo. Relação Ca:Mg. Produtividade de grãos.

SOIL WATER AND SOIL CATIONIC BALANCE UNDER CULTIVATION OF SOYBEAN GENOTYPES IN THE MUNICIPALITY OF PONTA GROSSA, PR

ABSTRACT: Water control in the plant-soil system comes to being of a great importance to assure maximum yields and improve grade quality. Uptake of mineral nutrients by the plants is significantly impinged upon soil water status, because macronutrients reach the roots by means of mass flux and diffusion processes. Soil cationic balance turns out to be a pivotal factor conditioning uptake of calcium (Ca), magnesium (Mg) and potassium (K) in such a way as to define the level of yield of several agricultural crops. In light of the hypothesis of Ca:Mg ratio at suitable levels hinging on soil water supply, the current research proposal has the aim of scrutinizing the inter-relationships between soil water supply and soil cationic balance on biological responses of soybean plants grown under protected environmental conditions. The experiment has been carried out in a greenhouse belonging to the State University of Ponta Grossa - UEPG. The treatments imposed in the study at issue were comprised by four soil water levels as a function of fractions of crop evapotranspiration (60, 80, 100, and 120% ET_m) plus four soil Ca:Mg ratios (1:1, 3:1, 6:1, and 9:1). Soil water levels, with exception of thousand grain weight (MMG), affected soybean yield components. Soybean yield components of IAC Foscarin-31 cultivar increased as function of soil water supply. For the BMX Zeus IPRO cultivar farming, yield components shower linear increases owing to soil water status. Soil cationic balance substantially affected yield components of IAC Foscarin-31 cultivar. Changeable calcium content in the soil for the IAC Foscarin-31 and BMX Zeus IPRO linearly enhanced as a function of soil cationic balance. Changeable magnesium concentration in the soil showed a quadratic reduction under soil Ca:Mg ratios for both genotypes.

KEYWORDS: *Glycine max* (L.) Merrill. Soil moisture. Ca:Mg ratio. Grain Yield.

INTRODUÇÃO

A quantidade de água utilizada em sistemas de produção irrigados visando a maior lucratividade depende da demanda hídrica e do manejo da cultura (Silva et al., 2012). O gerenciamento de água empregado em sistemas de produção agrícola exige o conhecimento das reais necessidades hídricas das espécies vegetais cultivadas em dada localidade climática (Santiago et al., 2016).

O teor relativo de água na planta é uma variável fisiológica muito importante a ser considerada em estudos ecofisiológicos e agrometeorológicos, com vistas à maximização da produção e a qualidade dos produtos agrícolas. O status de água na planta é condicionado pelas condições hídricas do solo e pela demanda evaporativa da atmosfera, afetando o acúmulo de matéria seca na planta, bem como o crescimento vegetativo da maioria das

culturas (Evangalista e Pereira, 2003; Aminifar et al., 2012).

A água extraída do solo pelas plantas é evaporada pelas folhas devido à influência direta ou indireta da demanda evaporativa da atmosfera (Fontana et al., 1992; Carlesso, 1995). A resposta à demanda evaporativa da atmosfera é controlada pelas condições meteorológicas locais e pela cultura (Carlesso, 1995). Além disso, a parte aérea das plantas afeta a absorção líquida de radiação, a temperatura e as propriedades aerodinâmicas do “dossel” (Robertson, 1991).

Em associação à irrigação, uma ótima fertilização do solo é de fundamental importância para a obtenção da melhor resposta agrícola, pois se água e nutrientes não forem bem manejados, as plantas poderão apresentar sintomas de deficiência hídrica e nutricional, comprometendo significativamente a expressão da produtividade das culturas (Morais et al., 2017).

A capacidade das plantas em obter quantidades suficientes de nutrientes para o seu desenvolvimento ideal não depende apenas da concentração e da forma em que o nutriente está disponível no meio de crescimento (Büll et al., 1998). A taxa de absorção de um nutriente pela planta depende dos cátions dissolvidos na solução do solo, os quais deverão entrar em equilíbrio dinâmico com os cátions do complexo de troca (Hernández, 1994).

Sob o ponto de vista agrônomo, a relação entre cálcio (Ca) e magnésio (Mg) é alvo de polêmica e controvérsias entre os cientistas (Salvador et al., 2011). Epstein (1975) afirma que há competição na absorção de Ca e Mg e que o excesso de um desses nutrientes inibe a absorção do outro. Segundo Rosolem et al (1984), esse desequilíbrio nutricional compromete o desenvolvimento das plantas. Entretanto, Holzschuh (2007) afirma que mesmo que se confirme a presença de interação entre os íons Ca^{+2} e Mg^{+2} , é necessário verificar se seus aspectos físicos e químicos podem afetar a disponibilidade destes cátions e, conseqüentemente, o rendimento das culturas em condições normais de cultivo a campo.

A cultura de soja (*Glycine max* L.) é alvo de destaque dentre as principais culturas agrícolas de maior importância agro-econômica no Brasil. O rendimento biológico de espécies vegetais cultivadas em solo sob condições hídricas, tanto adequadas como inadequadas, em conjugação com a disponibilidade de nutrientes, é dependente das condições meteorológicas locais (Farias et al., 2009). Assim, o presente trabalho teve como objetivo estudar e compreender as inter-relações existentes entre o suprimento de água e o balanço catiônico no solo sobre as respostas biológicas de plantas de soja cultivadas em ambiente protegido.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido em uma casa de vegetação da Agronomia da Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG. As coordenadas geográficas da localidade

estudada são 25°5'40" de latitude sul e 50°9'48" de longitude oeste, apresentando altitude média de 956 m em relação ao nível do mar. O município de Ponta Grossa, segundo a classificação de Köppen e Geiger, apresenta clima do tipo Cfb.

Para avaliar o efeito de diferentes relações Ca:Mg no solo sobre a resposta biológica de soja, o solo foi submetido ao processo de incubação antes da semeadura. Assim, misturou-se o solo seco com os reagentes analíticos CaCO₃ (p.a.) e MgCO₃ (p.a.) para que as diferentes relações Ca:Mg impostas no experimento fossem adotadas.

Após as etapas de coleta, peneiramento e homogeneização do solo, uma amostra foi coletada para análise química e granulométrica (Tabela 1). A análise química foi realizada com o intuito de determinar as doses de CaCO₃ e MgCO₃ a serem misturadas no solo de acordo com a sua relação de Ca:Mg, bem como possibilitar o cálculo da quantidade de fertilizantes a ser aplicada.

pH (CaCl ₂)	H+Al		Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	CTC _(pH 7,0)
	----- cmolc dm ⁻³ -----						
4,2	8,89		1,6	1,3	0,3	0,14	10,63
P	C	MO	Areia	Silte	Argila	V	M
mg dm ⁻³	---- g dm ⁻³ ----		----- g kg ⁻¹ -----			----- % -----	
20,5	18,5	31,8	708,1	109,9	182,0	16	48

CTC_(pH 7,0) = capacidade de troca de cátions potencial; P = fósforo extraído com Melich-1); C = carbono (Walkley-Black); MO = matéria orgânica; V e m = saturação por bases e por alumínio, respectivamente.

Tabela 1. Atributos químicos e granulométricos do solo antes da instalação do experimento de soja. Ponta Grossa, PR.

Para que a incorporação dos reagentes analíticos assegurasse incubação do solo antes da implantação do experimento, adotou-se as seguintes proporções dos mesmos: a) relação 1:1 – 10,98 g de CaCO₃ e 12,78 g de MgCO₃; b) relação 3:1 – 19,31 g de CaCO₃ e 5,89 g de MgCO₃; c) relação 6:1 – 22,91 g de CaCO₃ e 2,76 g de MgCO₃; d) relação 9:1 – 24,30 g de CaCO₃ e 1,59 g de MgCO₃ para 9 kg de solo seco.

Após mistura dos reagentes analíticos no solo, o solo foi acondicionado nos vasos. Em seguida, os vasos foram irrigados até 80% da capacidade de vaso e mantido nessa umidade por um período de 60 dias por meio de pesagens diárias.

A irrigação foi realizada manualmente por intermédio de regadores com o intuito de mensurar os diferentes níveis de suprimento de água no solo. A variação de peso do volume de controle é diretamente proporcional à quantidade de água perdida para atmosfera do ambiente protegido sob o qual as plantas de soja se desenvolveram. Para que o suprimento de água no volume de controle seja adequado de modo a estabelecer a condição hídrica que possibilite a ocorrência da ETm, o conteúdo de água no solo deve estar próximo da ou na capacidade de vaso.

Os tratamentos de água no solo foram definidos a partir do conhecimento do uso consumptivo das culturas a serem estudadas (ETm). Assim, frações de ETm foram adotadas com vistas a avaliação do impacto de tratamentos de água e balanço catiônico do solo sobre as variáveis-resposta, as quais serão expressas pelos componentes de rendimento da soja.

A ETm pode ser determinada por gravimetria ou medidas evaporimétricas. Por gravimetria, a massa dos vasos foi obtida sob situação de suprimento adequado de água no solo (ou seja, conteúdo de água no solo próximo da ou na capacidade de vaso). Com o passar do tempo, o solo sai da capacidade de vaso em decorrência da demanda evaporativa da atmosfera vigente no ambiente protegido, sendo no final de dado período a massa do vaso pesada novamente. A diferença de massa do conjunto solo-planta entre o momento em que o solo atingiu a capacidade de vaso e o final do período estipulado a partir do qual o solo saiu da condição de capacidade de vaso corresponde a lâmina ideal de água a ser aplicada nos vasos – ETm. Os tratamentos de suprimento de água no solo são estabelecidos em função de diferentes frações de ETm, ou seja, 60%, 80%, 100% e 120% de ETm.

No final do ciclo de desenvolvimento das plantas de soja foram medidos os seguintes parâmetros biológicos da cultura em ambiente protegido: altura de planta, número de vagens por planta total e viáveis, massa de grãos por planta, e massa de 1000 grãos.

A altura de planta foi determinada medindo-se a distância vertical entre a superfície do solo e o ponto de inserção da última folha, fazendo-se uso de uma trena graduada. O número de vagens por planta (NVP) foi quantificado separando-se as vagens viáveis das não viáveis. Foi considerada como vagem viável aquela que produziu, pelo menos, um grão. Para a determinação de massa de grãos por plantas (MGP), avaliou-se o rendimento de grãos, em gramas, pesando-se a produção de cada planta semeada no vaso e obtendo-se uma média. A massa de mil grãos (MMG) foi obtida pela contagem de grãos por planta, com posterior determinação de sua massa e seguida pela conversão para um valor de massa correspondente a mil grãos.

No final do ciclo de desenvolvimento da cultura da soja, uma amostra de solo foi coletada em cada vaso com o intuito de caracterizar os atributos químicos do solo, com vistas à avaliação dos efeitos das alterações químicas do solo sob diferentes status de água sobre a absorção de Ca, Mg e K pelas plantas.

Os teores de Ca e de Mg trocáveis no solo foram extraídos com solução de KCl 1 mol L⁻¹. A determinação dos teores de Ca e Mg trocáveis foi realizada por meio de titulação com solução de EDTA 0,025N. As análises de Ca, Mg e K trocáveis no solo foram realizadas de acordo com os métodos descritos em Pavan *et al.* (1992).

Os dados experimentais coletados ao longo da estação de crescimento da soja foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste F, considerando-se o delineamento em blocos ao acaso, no esquema fatorial 4 x 4 para cada genótipo. Para

verificar a normalidade das variâncias aplicou-se o teste de Shapiro-Wilk. Quando não constatada a normalidade dos dados, estes foram transformados pelo fator de transformação Box-Cox descrito pela equação 1. Nos casos de estatística F significativa ($P < 0,05$), os dados foram analisados por regressão para quantificar o efeito das quatro relações Ca:Mg no solo, bem como para verificar o impacto de diferentes níveis de suprimento de água no solo sobre as variáveis-resposta das culturas conduzidas em ambiente protegido. No caso de identificação de interações entre os fatores em estudo, tais interações foram desdobradas. As análises estatísticas foram realizadas através do emprego do software R (R Core Team, 2022).

$$Y_i(\lambda) = \begin{cases} \ln(X_i), & \text{se } \lambda = 0, \\ \frac{X_i^\lambda - 1}{\lambda}, & \text{se } \lambda \neq 0 \end{cases} \quad (1)$$

em que:

X_i = dados originais;

λ = parâmetro de transformação;

Y_i = valor transformado

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os vasos receberam a quantidade de água necessária para manter o conteúdo de água no solo na ou próximo da capacidade de vaso inicialmente, tendo sido a lâmina média total correspondente a 81,9 mm para a cultivar IAC-Foscarin-31 e 78,7 mm para a cultivar BMX Zeus IPRO durante este período. Após aplicação dos tratamentos de água nos seus diferentes níveis, cada vaso recebeu frações específicas da lâmina ideal de água de irrigação em conformidade com os tratamentos propostos. Os vasos com a cultivar IAC Foscarin-31 receberam as seguintes lâminas de irrigação: 566,48; 474,97; 380,53 e 284,39 mm, respectivamente, para 120, 100, 80 e 60% da ETm. Nos vasos com a cultivar BMX Zeus IPRO foram aplicadas para os quatro níveis de água no solo, considerando-se a ordem decrescente de fração da ETm, as lâminas totais de água de 442,09; 369,93; 294,03 e 220,05 mm, respectivamente.

A altura de plantas de soja da cultivar IAC Foscarin-31 foi afetada significativamente pelos níveis de água no solo e pelas relações Ca:Mg; entretanto, não foi observada interação entre esses dois fatores. Altura de plantas evidenciou tendência de incremento linear com o aumento do suprimento de água no solo (Figura 1). Os valores máximo e mínimo foram de 97,5 cm e 76,1 cm para os níveis de suprimento hídrico de 120% e 60% da ETm, respectivamente. No particular ao fator balanço de cátions no solo, a altura de plantas foi descrita por um modelo de regressão linear simples, com valores máximos e mínimos de 96,1 cm e 80,2 cm sob as proporções Ca:Mg 1:1 e 9:1, respectivamente (Figura 2).

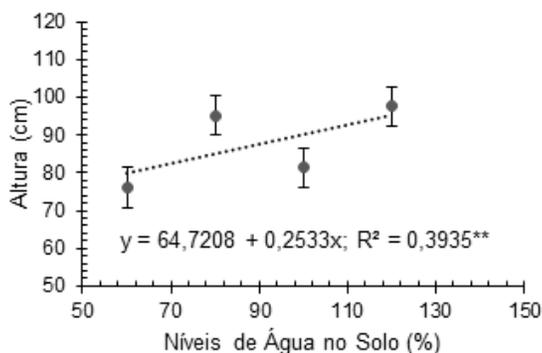


Figura 1 – Altura de plantas de soja da cultivar IAC Foscarin-31 em função dos níveis de água no solo sob condição de ambiente protegido. Ponta Grossa, PR. **: P < 0,01.

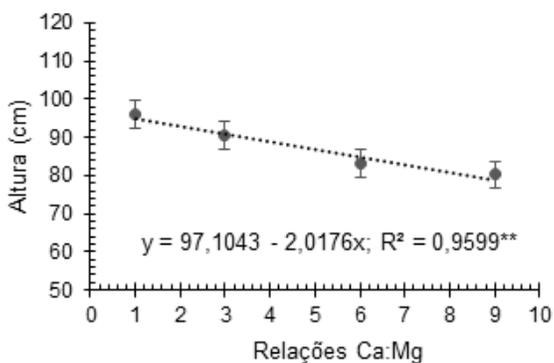


Figura 2 – Altura de plantas de soja da cultivar IAC Foscarin-31 em função das relações Ca:Mg sob condição de ambiente protegido. Ponta Grossa, PR. **: P < 0,01.

No que diz respeito à altura de plantas de soja da cultivar BMX Zeus IPRO, não se constatou efeito de relação Ca:Mg no solo, porém o status de água no solo afetou significativamente o desempenho fitotécnico do referido genótipo. Não foi observado efeito significativo da interação entre status de água no solo e relação Ca:Mg no solo. Considerando altura de plantas em função do suprimento hídrico no solo, o desempenho fitotécnico da cultivar BMX Zeus IPRO foi descrito por um modelo de regressão linear simples. Os valores máximo e mínimo foram de 55,9 cm e 47,1 cm para os níveis de umidade do solo de 120% e 60% da ETm, respectivamente (Figura 3).

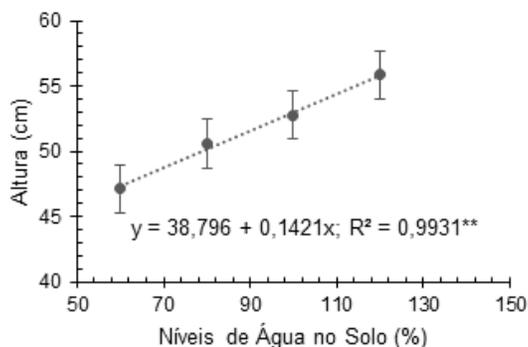


Figura 3 – Altura de plantas de soja, cultivar BMX Zeus IPRO, em função dos níveis de água no solo sob condição de ambiente protegido. Ponta Grossa, PR. **: $P < 0,01$.

O NVP total e viáveis de soja da cultivar IAC Foscarin-31 não foi condicionado pelo status de água no solo, porém foi governado pelo balanço catiônico do solo. Houve ainda interação entre os níveis de água no solo e as relações Ca:Mg no solo para NVP total e viáveis. A Figura 4 descreve o comportamento de NVP total e viáveis para cada balanço catiônico do solo dentro de diferentes níveis de água no solo. Um comportamento quadrático foi descrito sob a relação Ca:Mg 3:1 para NVP total e viáveis em decorrência de suprimento hídrico do solo, com valores máximos e mínimos correspondentes a 27,8 e 24,7 obtidos sob 100% da ETm e 17,8 e 16,3 sob 60% da ETm, respectivamente. Entretanto, nenhum significado agrônômico prático poderá ser evidenciado pela proposição de modelos de regressão de terceiro grau sob as proporções Ca:Mg 6:1, conforme ilustra a Figura 4.

Com relação ao fator suprimento de água no solo, apenas o nível 100% da ETm apresentou efeito significativo sobre NVP total e viáveis em função das proporções de Ca:Mg. Sob suprimento adequado de água no solo dado pela imposição do tratamento 100% da ETm, o NVP total e viáveis foi expresso por um modelo de regressão quadrático em função da relação Ca:Mg no solo, com valores máximos respectivamente de 31,3 e 28,0 sob balanço de cátions 1:1, e mínimos de 11,2 e 9,2 sob balanço de cátions 6:1 (Figura 5).

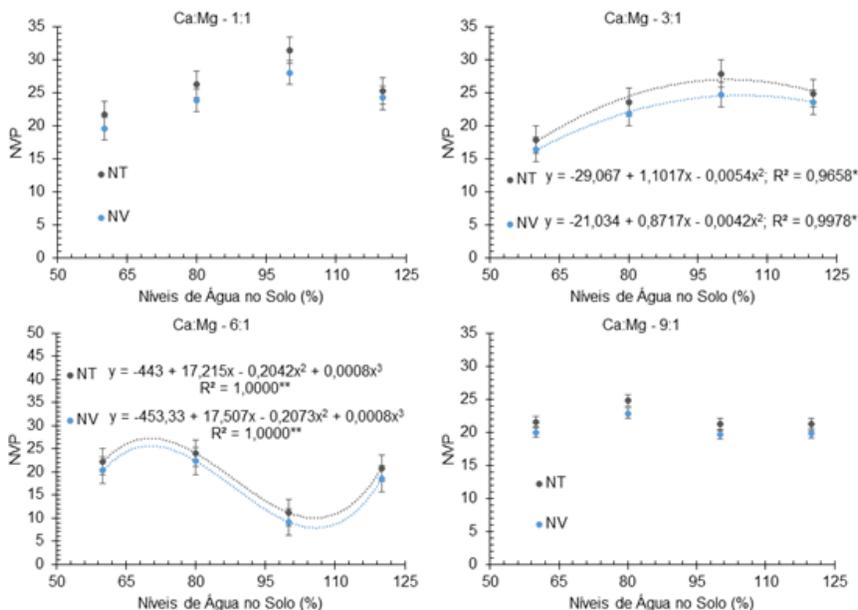


Figura 4 – Número de vagens por planta total e viáveis de soja da cultivar IAC Foscarin-31 em função de suprimento de água no solo para cada relação Ca:Mg no solo em ambiente protegido sob as condições climáticas locais. NT: Número de vagens total. NV: Número de vagens viáveis. Ponta Grossa, PR.

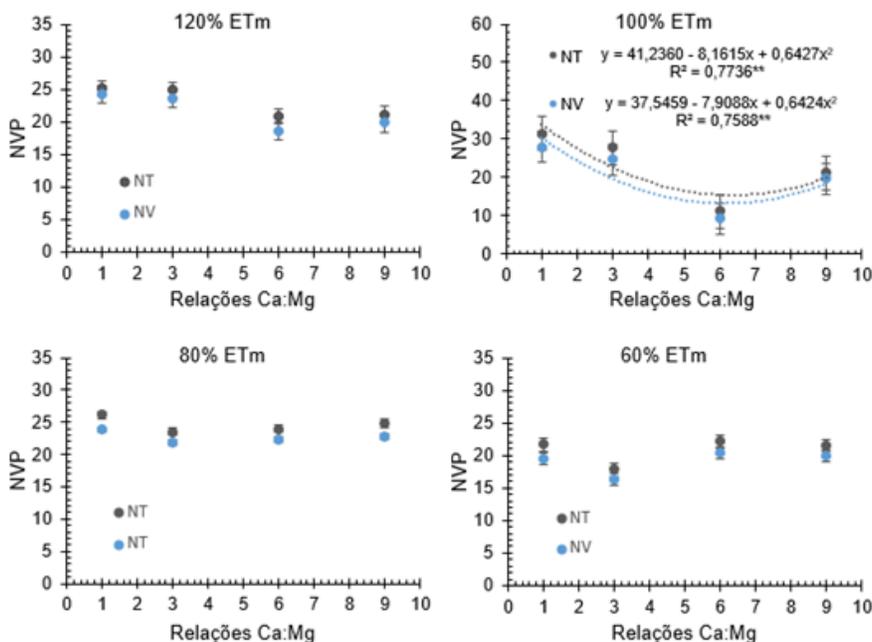


Figura 5 – Número de vagens por planta total e viáveis de soja da cultivar IAC Foscarin-31 em função de diferentes relações Ca:Mg do solo para cada nível de suprimento de água no solo em ambiente protegido sob as condições climáticas locais. NT: Número de vagens total. NV: Número de vagens viáveis. Ponta Grossa, PR.

Para a cultivar BMX Zeus IPRO, o NVP total e viáveis de plantas de soja não foi significativamente afetado pela relação Ca:Mg no solo. Sob o efeito do suprimento de água no solo, as plantas demonstraram incremento linear destas variáveis-resposta, conforme ilustra a Figura 6. Os maiores valores de NVP total e viáveis foram de 28,1 e 26,6 sob 120% da ETm, respectivamente, ao passo que os menores valores de NVP total e viáveis foram de 20,3 e 18,9 sob 60% da ETm, respectivamente.

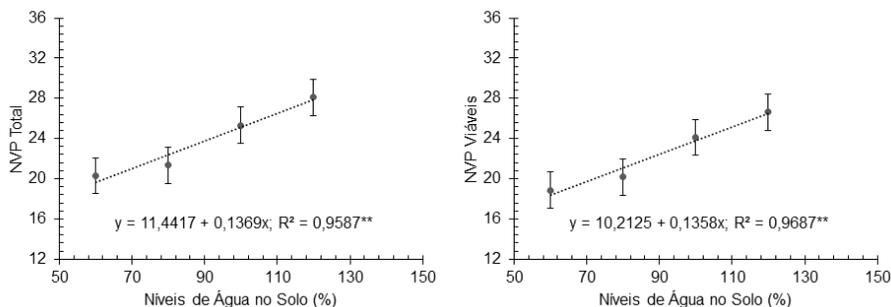


Figura 6 – Número de vagens por planta de soja da cultivar BMX Zeus IPRO em função dos níveis de água no solo sob condição de ambiente protegido. Ponta Grossa, PR. **: P < 0,01.

A MGP da cultivar IAC Foscarin-31 foi influenciada consideravelmente por status de água no solo e balanço catiônico do solo. Também houve interação entre os fatores água e relação Ca:Mg no solo. Os valores de MGP para a relação Ca:Mg 3:1 apresentaram um aumento linear em função do incremento da umidade do solo. Sob as relações Ca:Mg 1:1, 6:1 e 9:1, MGP não foi afetada por suprimento de água no solo (Figura 7).

Constatou-se que a MGP sofreu impacto da imposição de diferentes relações Ca:Mg no solo sob os tratamentos 120% e 100% da ETm (Figura 8). Sob o nível de suprimento hídrico de 120% da ETm, a MGP foi descrita por um modelo de regressão de terceiro grau em função do balanço catiônico, com valor máximo de 10,33 g para a relação Ca:Mg 3:1 e valor mínimo de 6,21 para a relação Ca:Mg 6:1. Sob status de água no solo de 100% da ETm, a MGP apresentou um comportamento quadrático em função do balanço de cátions, com valores máximo e mínimo de 9,65 g e 3,49 g, sob balanço de cátions de 1:1 e 6:1, respectivamente.

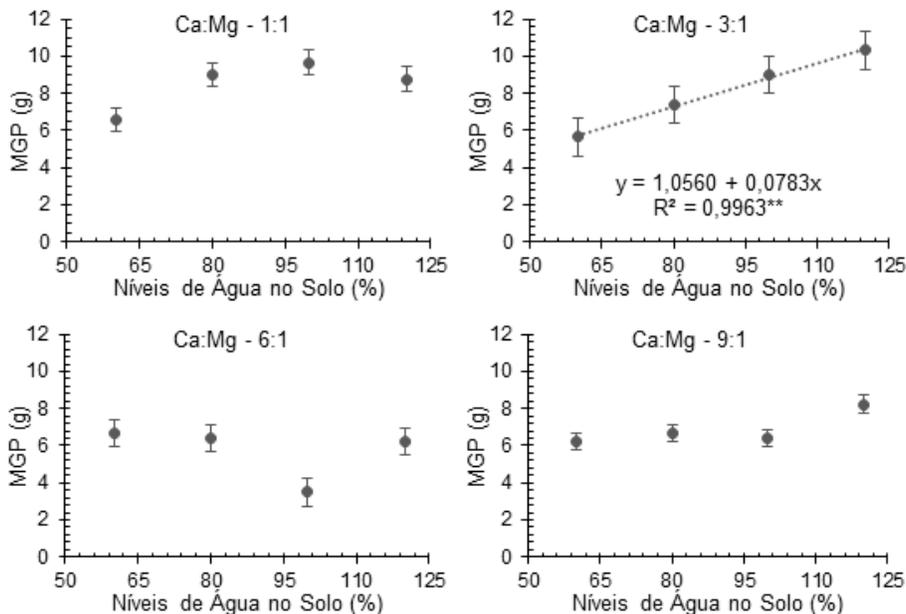


Figura 7 – Massa de grãos por planta de soja da cultivar IAC Foscarin-31 em função de diferentes níveis de água no solo para cada relação Ca:Mg, sob condições climáticas de ambiente protegido. Ponta Grossa, PR. **: $P < 0,01$.

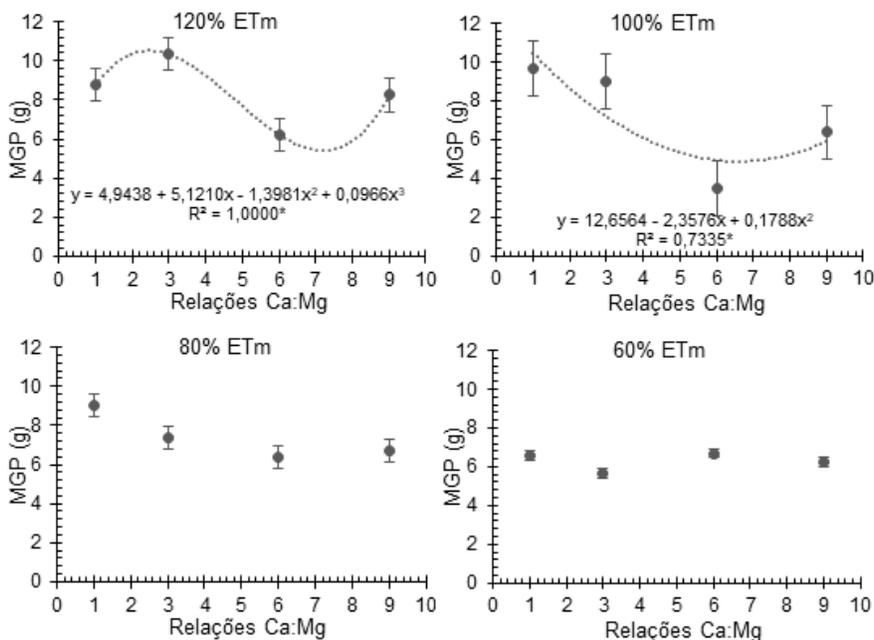


Figura 8 – Massa de grãos planta de soja da cultivar IAC Foscarin-31 em função de diferentes relações Ca:Mg do solo para cada nível de água no solo, sob condições climáticas de ambiente protegido. Ponta Grossa, PR. *: $P < 0,05$.

A MGP da cultivar BMX Zeus IPRO não foi afetada pelo balanço catiônico, porém essa variável apresentou incremento linear de acordo com o crescente suprimento hídrico do solo (Figura 9). Efeito de interação entre suprimento de água e relação Ca:Mg no solo não foi detectado na cultivar BMX Zeus IPRO sobre a MGP de plantas de soja. Os valores máximos e mínimos de MGP foram de 12,13 g e 8,17 g para 120% e 60% da ETm, respectivamente.

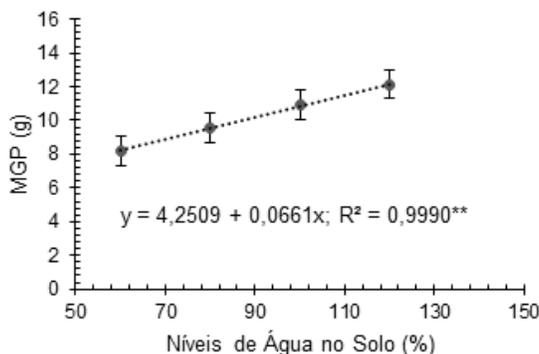


Figura 9 – Massa de grãos por planta de soja da cultivar BMX Zeus IPRO em função dos níveis de água no solo sob condição de ambiente protegido. Ponta Grossa, PR. **: $P < 0,01$.

Não houve diferença significativa para a MMG quanto ao nível de água no solo e às relações Ca:Mg para as cultivares IAC Foscarin-31 e BMX Zeus IPRO (Tabelas 2 e 3). Os valores médios de MMG foram de 157,91 g e 208,70 g para IAC Foscarin-31 e BMX Zeus IPRO, respectivamente.

Os teores de Ca trocável no solo após o cultivo da soja não foram afetados pelo status de água no solo. Entretanto, essa variável-resposta foi significativamente condicionada pelo balanço de cátions, tanto para a cultivar IAC Foscarin-31 como para a cultivar BMX Zeus IPRO. Um incremento linear de Ca trocável no solo foi observado em função do aumento da relação Ca:Mg no solo após o cultivo do genótipo IAC Foscarin-31, com valores oscilando entre 4,32 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ sob a proporção Ca:Mg 1:1 e 5,24 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ sob a proporção Ca:Mg 9:1 (Figura 10). Da mesma forma, após o cultivo do genótipo BMX Zeus IPRO, os teores de Ca trocável foram descritos por um modelo de regressão linear simples, com valores máximo e mínimo de 5,17 e 4,53 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ para as proporções Ca:Mg 9:1 e 1:1, respectivamente (Figura 10). Esse resultado pode estar relacionado ao incremento do Ca obtido em função do aumento de CaCO_3 e da redução de MgCO_3 aplicados no solo, respectivamente.

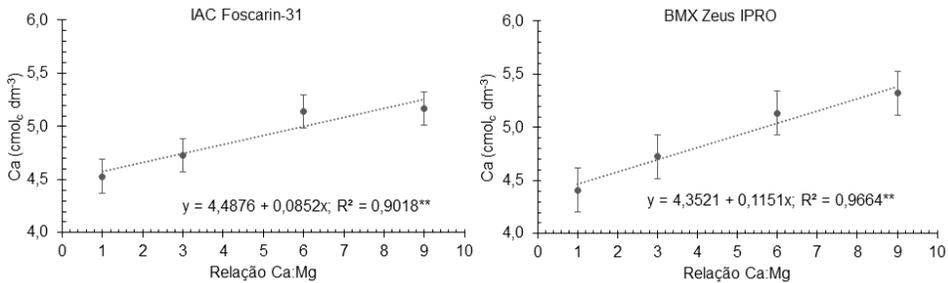


Figura 10 – Teores de Ca trocável no solo após o cultivo de soja das cultivares IAC Foscarin-31 e BMX Zeus IPRO em função das relações Ca:Mg sob condição de ambiente protegido. Ponta Grossa, PR. **: P < 0,01.

Os teores de Mg trocável do solo não foram influenciados por status de água no solo e o comportamento do referido nutriente foi descrito por um modelo quadrático em função das relações Ca:Mg no solo, tanto após o cultivo do genótipo IAC Foscarin-31 (Figura 11) como após o cultivo do genótipo BMX Zeus IPRO (Figura 11). Os teores de Mg trocável oscilaram de 0,43 a 1,22 cmol_c dm⁻³ sob as relações Ca:Mg 9:1 e 1:1, respectivamente, após cultivo da cultivar IAC Foscarin-31. Para a cultivar BMX Zeus IPRO, após o seu cultivo, os teores de Mg trocável variaram de 0,33 a 1,21 cmol_c dm⁻³ sob as relações Ca:Mg 9:1 e 1:1, respectivamente. Similarmente ao observado para o Ca trocável, a redução da concentração de Mg no solo pode ser atribuída ao incremento da quantidade de CaCO₃ em detrimento do MgCO₃ no solo.

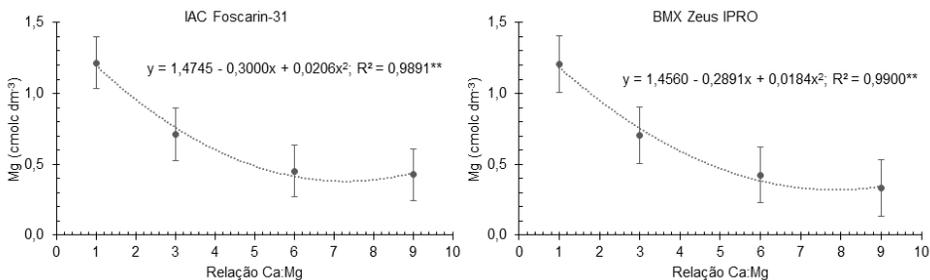


Figura 11 – Teores de Mg trocável no solo após o cultivo de soja das cultivares IAC Foscarin-31 e BMX Zeus IPRO em função das relações Ca:Mg sob condição de ambiente protegido. Ponta Grossa, PR. **: P < 0,01.

CONCLUSÕES

Maiores níveis de suprimento hídrico no solo propiciaram melhor desempenho fitotécnico dos genótipos de soja IAC Foscarin-31 e BMX Zeus IPRO. A resposta biológica da cultivar de soja IAC Foscarin-31 foi condicionada pelo balanço catiônico do solo.

A altura de plantas aumentou linearmente à medida que maiores quantidades de

água eram aplicadas ao solo ao longo do período de cultivo para ambos genótipos de soja: IAC Foscarin-31 e BMX Zeus IPRO.

O NVP total e o NVP viáveis de plantas da cultivar de soja IAC Foscarin-31 sob a relação Ca:Mg do solo 3:1 aumentaram segundo modelo quadrático em função do suprimento de água no solo. Sob as proporções Ca:Mg do solo, o NVP total e o NVP viáveis de plantas de soja cv. IAC Foscarin-31 em função do nível de água no solo de 100% ETm foi descrito por um modelo de regressão quadrático.

A MGP de soja cv. IAC Foscarin-31 sob a relação Ca:Mg 3:1 aumentou linearmente em função do status de água no solo. Em função do balanço catiônico do solo, a MGP de soja cv. IAC Foscarin-31 sob nível de água no solo de 100% ETm apresentou resposta descrita por um modelo de regressão quadrático.

NVP total e NVP viáveis, NGP e MGP das cultivares de soja BMX Zeus IPRO evidenciaram incremento linear sob os níveis de água no solo.

AMMG dos genótipos de soja IAC Foscarin-31 e BMX Zeus IPRO não foi condicionada por status de água do solo e balanço catiônico do solo. Esse resultado demonstra que essa variável-resposta pode estar relacionado com as características dos materiais genéticos cultivados.

O aumento linear do Ca trocável do solo sob o cultivo dos genótipos de soja IAC Foscarin-31 e BMX Zeus IPRO foi governado pelo incremento das proporções Ca:Mg do solo. O Mg trocável sob ambas cultivares sofreu redução quadrática em função das relações Ca:Mg do solo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos alunos Gabriel Vaz Pezzini e Makissuel Correia Borgo pela condução do experimento, a CAPES, CNPQ e Fundação Araucária pela concessão de bolsas de pesquisa para a realização dessa contribuição científica.

REFERÊNCIAS

AMINIFAR, J.; MOHSENABADI, G. H.; BIGLOUEI, M. H.; SAMIEZADEH, H. Effect of deficit irrigation on yield, yield components and phenology of soybean cultivars in Rasht region. **International Journal of AgriScience**, v. 2, n. 2, p. 185-191, 2012.

BÜLL, L. T.; VILLAS BÔAS, R. L.; NAKAGAWA J. Variações no balanço catiônico do solo induzidas pela adubação potássica e efeitos na cultura do alho vernalizado. **Scientia Agricola**, v. 55, n. 3, p. 456-464, 1998.

CARLESSO, R. Absorção de água pelas plantas: Água disponível versus extraível e a produtividade das culturas. **Ciência Rural**, v. 25, n. 1, p. 183-188, 1995.

EPSTEIN, E. **Nutrição mineral das plantas**: princípios e perspectivas. São Paulo: EDUSP, 1975. 341 p.

EVANGELISTA, A. W. P.; PEREIRA, G. M. Avaliação de dois tipos de evaporímetros na estimativa da demanda evaporativa do ar (ET) no interior de casa de vegetação, em Lavras – MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 6, p. 1348-1353, 2003.

FARIAS, J. R. B.; NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L. Soja. In: MONTEIRO, J. E. B. A. **Agrometeorologia dos Cultivos**: O fator meteorológico na produção agrícola. 1. ed. Brasília: INMET, 2009. p. 263-277.

FONTANA, D. C.; BERLATO, M. A.; BERGAMASCHI, H. Alterações micrometeorológicas na cultura da soja submetida a diferentes regimes hídricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, n. 5, p. 661-669, 1992.

HERNÁNDEZ, R. J. M. **Efeito da saturação por bases, relações Ca:Mg no solo e nível de fósforo sobre a produção de matéria seca e nutrição mineral do milho (*Zea mays* L.)**. 1994. 134 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz – USP, Piracicaba, 1994.

HOLZSCHUH, M. J. **Eficiência de calcário calcítico e dolomítico na correção da acidez de solos sob plantio direto**. 2007. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, 2007.

MORAIS, W. A.; CUNHA, F. N.; SOARES, F. A. L.; TEIXEIRA, M. B.; SILVA, N. F.; COSTA, C. T. S. Avaliação das características de produção do feijoeiro submetidos a variações de lâminas de irrigação e doses de adubação. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 11, n. 3, p. 1389-1397, 2017.

PAVAN, M. A.; BLOCH, M. F.; ZEMPULSKI, H. C.; MIYAZAWA, M.; ZOCOLER, D. C. **Manual de análise química de solo e controle de qualidade**. Londrina: IAPAR, 1992. 39 p. (IAPAR. Circular, 76).

R Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <https://www.R-project.org>. Acesso em: 16 set. 2022.

ROBERTSON, M. J. **Water extraction by field-grown grain sorghum. St. Lucia, Queensland. (PhD Thesis)** – The University of Queensland, Australia, 1991.

ROSOLEM, C. A.; MACHADO, J. K.; BRINHOLI, O. Efeito das relações Ca/Mg, Ca/K e Mg/K do solo na produção de sorgo sacarino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 19, n. 12, p. 1443-1448, 1984.

SALVADOR, J. T.; CARVALHO, T. C.; LUCCHESI, L. A. C. Relações cálcio e magnésio presentes no solo e teores foliares de macronutrientes. **Revista Acadêmica**, v. 9, n. 1, p. 27-32, 2011.

SANTIAGO, E. J. P.; OLIVEIRA, V. E. A.; SILVA, R. R.; GONÇALVES, I. S.; OLIVEIRA, G. M. de. Ajuste da equação de Hargreaves e Samani a partir de dados lisimétricos para o município de Juazeiro-BA. **Irriga**, v. 1, n. 1. p. 108-114, 2016. Edição Especial Irriga & Inovagri.

SILVA, T. G. F.; MOURA, M. S. B.; ZOLNIER, S.; SOARES, J. M.; VIEIRA, V. J. S.; GOMES JÚNIOR, W. F. Requerimento hídrico e coeficiente de cultura da cana-de-açúcar irrigada no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 1, p. 64-71, 2012.

A

Adoção 29, 43, 70, 74, 80

Agave maximiliana 173, 174, 182

Água 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 39, 40, 75, 76, 111, 118, 119, 120, 121, 122, 137, 138, 140, 141, 142, 159, 160, 161, 163, 165, 166, 167, 169, 170, 172, 194, 214

Água residuária 137, 159, 163, 165, 166, 167, 169, 170, 172

Amazônia 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 110, 112, 115

Ambientais 20, 21, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 35, 36, 38, 39, 41, 72, 89, 95, 135, 140, 161, 172

Amostragem 85, 86, 89, 161, 216, 219

Aquaponia 38, 39, 40, 41

Atividade 21, 22, 23, 24, 27, 29, 34, 40, 70, 78, 91, 118, 159, 160, 171, 199

Atributos físicos 186, 194, 195, 213, 214, 215, 219, 221, 222

Avaliação 5, 15, 17, 20, 28, 31, 36, 77, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 94, 109, 112, 126, 127, 130, 131, 203, 205, 206, 207, 209, 212, 220

Avaliação de danos 85, 86, 87, 89

B

Balanço catiônico 1, 2, 3, 5, 8, 10, 12, 13, 14

Benefícios 38, 39, 124, 126, 204, 212

Biocombustíveis 135, 136, 141, 142, 143

Biofertilizante 140, 159, 169

Biorecurso 159

Blends de plantas 196

Brasil 3, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 25, 27, 29, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 42, 43, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 73, 75, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 86, 89, 96, 108, 111, 116, 117, 125, 128, 130, 135, 141, 142, 143, 144, 149, 159, 160, 170, 171, 186, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 212, 213, 221

Brucella abortus 70, 79, 82, 83, 84

C

Cactaceae 149

Cana-de-açúcar 90, 94, 114, 134, 164, 166, 168

Cenário brasileiro 135, 141, 142

Cerrado piauiense 213, 214, 215, 217, 218

Cobertura vegetal 116, 117, 119, 120, 121, 122

Coefficiente de variação 202, 203, 205, 206, 216, 217, 218, 220

Compostos medicinais 196

Controle 1, 4, 15, 16, 17, 20, 41, 70, 71, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 86, 89, 117, 118, 121, 124, 127, 129, 131, 132, 133, 134, 138, 141, 143, 169, 195, 198, 199

Convencional 29, 40, 41, 85, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 93, 121, 123, 133, 159, 169, 170

Cultura da soja 5, 15, 123, 125, 127, 128, 129, 130, 202, 206, 210, 213, 215, 217, 220, 221

D

Dessorção 117

Doenças 16, 17, 70, 71, 75, 77, 78, 80, 81, 83, 95, 97, 108, 111, 127, 129, 131, 197, 200

Doenças bióticas 95, 97

E

Enraizador 154, 155, 156, 157

F

Falhas na cultura 90, 93

Fertirrigação 159, 166, 167, 169, 172

Fitopatologia 95, 97, 108

G

Geoestatística 213, 215, 216

Geopolítica 43

Glycine max (L.) Merrill. 2

H

Hylocereus 149, 150, 152

I

Impactos ambientais 21, 24, 25, 29, 30, 31, 35, 36, 140, 172

Insetos praga 128

Irrigação sustentável 21, 32, 33, 34

L

Lagarta do cartucho 85, 86

Legislação dos agrotóxicos 16

Leis 16, 19, 20

Levantamento fitossociológico 110, 115

Lixiviação 29, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126

M

Manejo biológico 127, 128, 129, 133

Manejo de solo 213, 214

Mapas temáticos 213

Materia seca 154

Mecanização agrícola 90, 212

Medicina alternativa 196

Microalgas 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143

Microrganismos 72, 95, 97, 98, 120, 136, 138

Milho 15, 85, 86, 87, 88, 89, 121, 122, 124, 125, 141, 165, 167, 168, 169, 171, 203, 212

Motor elétrico 202, 204

Mudas 91, 93, 96, 97, 115, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 169, 172

N

Nicotiana tabacum 196

Nitrogênio 140, 159, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171

P

Paisagismo 95

Particularidades 43

Penetração de raízes 186, 195

Pitaia 148, 149, 150, 151, 152, 153

Plantas daninhas 110, 111, 112, 114, 115, 117, 118, 119, 121, 123, 124

Plantio direto 15, 116, 117, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 194, 195, 213, 214, 215, 221

Plantio mecanizado 90, 91, 92, 93

Pragas 16, 17, 86, 89, 111, 127, 129, 130, 133, 134

Pré-emergência 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 125

Prendimiento 154, 156, 157, 158

Produtividade 1, 2, 3, 14, 17, 23, 25, 27, 30, 31, 32, 41, 66, 67, 68, 70, 77, 111, 127, 129, 133, 137, 139, 149, 163, 166, 169, 171, 172, 202, 203, 205, 206, 207, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 217, 218, 220, 221

Produtividade de grãos 2, 129, 169, 220

R

Relação Ca:Mg 2

Resistência mecânica 186, 195

Retenção 29, 71, 77, 116, 117, 119, 120, 121, 122, 125, 162, 214, 215

Revolução verde 42, 43, 66

Rosa do deserto 95, 96, 97, 98, 99, 100, 104, 106, 107, 108, 109

S

Saccharum officinarum 110, 111

Saccharum spp. 90, 91, 94

Saúde única 70, 78, 80

Sistema agroflorestal 169, 172, 186, 194

Sistema agroindustrial 173, 175, 178, 179, 182, 183

Sistemas orgânicos 186

Sustentabilidade e avanço 22

T

Tabuleiros costeiros 186, 194

Transgênico 85, 86, 87, 88

U

Umidade do solo 1, 2, 7, 10, 22, 27, 30, 218

Z

Zoonose 70, 71, 72, 77, 79

🌐 www.atenaeditora.com.br
✉ contato@atenaeditora.com.br
📷 @atenaeditora
📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br



CIÊNCIAS AGRÁRIAS:

Estudos sistemáticos e pesquisas avançadas 3


Atena
Editora
Ano 2023

🌐 www.atenaeditora.com.br
✉ contato@atenaeditora.com.br
📷 @atenaeditora
📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br



CIÊNCIAS AGRÁRIAS:

Estudos sistemáticos e pesquisas avançadas 3


Atena
Editora
Ano 2023