



GERAÇÃO E DIFUSÃO DE CONHECIMENTOS NAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

LEONARDO TULLIO
(ORGANIZADOR)


Ano 2022



GERAÇÃO E DIFUSÃO DE CONHECIMENTOS NAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

LEONARDO TULLIO
(ORGANIZADOR)

Atena
Editora
Ano 2022

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 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
Prof^o Dr^a 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
Prof^o Dr^a 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
Prof^o Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^o Dr^a 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
Prof^o Dr^a 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



Geração e difusão de conhecimentos nas ciências agrárias

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaidy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Leonardo Tullio

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G354 Geração e difusão de conhecimentos nas ciências agrárias /
Organizador Leonardo Tullio. – Ponta Grossa - PR:
Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0158-2

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.582221804>

1. Ciências agrárias. I. Tullio, Leonardo (Organizador).

II. Título.

CDD 630

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

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.



APRESENTAÇÃO

A obra “Geração e difusão de conhecimentos nas ciências agrárias” aborda em seu primeiro Volume uma apresentação de 18 capítulos, no qual os autores tratam as mais recentes e inovadoras pesquisas voltadas para o meio agrícola.

O objetivo central dessa obra foi apresentar estudo desenvolvidos em instituições de ensino e pesquisa. Temas diversos são discutidos com a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, professores e pesquisadores ou aqueles que de alguma forma se interessam pela área das ciências agrárias. Possuir material que apresente resultados de diversas regiões do país, bem como apresentar direcionamentos para o futuro da pesquisa fazem desta obra um material repleto de inovações.

Pesquisar e observar resultados indicam possibilidades de ampliar conhecimento em diversas áreas, sendo esse, a descoberta de novos horizontes. Na área das ciências agrárias diversas são as possibilidades para conhecer as interações entre plantas, solo, atmosfera e mudanças ambientais, mas como os processos são dinâmicos e a interação constante, os resultados divergem. Aplicar técnicas de semeadura, adubação, ou outras, trazem resultados aplicados muito úteis para a sociedade.

Difundir conhecimento para a sociedade faz-se necessário, pois ciência aplicada e de qualidade apontam caminhos positivos em prol do desenvolvimento sustentável e harmônico entre seres. Assim, necessitamos constantemente nos reciclar e aprofundar em conhecimento técnico em nossa área de atuação.

Por fim, espero que esta obra atenda a demanda por conhecimento técnico de qualidade e que novas pesquisas a utilize como forma de direcionamentos futuros.

Leonardo Tullio


SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

INOVAÇÃO NO SETOR AGRÍCOLA: CONCEITOS, EVOLUÇÃO DOS MODELOS E UMA VISÃO DO SISTEMA DE PESQUISA E INOVAÇÃO NO BRASIL

Maria Clotilde Meirelles Ribeiro

Amilcar Baiardi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822218041>

CAPÍTULO 2..... 26

CRIANDO SINERGIAS ENTRE PAISAGISMO E AGROECOLOGIA: O USO DE PLANTAS NATIVAS DO CERRADO EM JARDINS


Mariana de Melo Siqueira

Bárbara Silva Pachêco

Willian Jeferson Nascimento

Paula Lucio de Lima Santos

Viviane Evangelista dos Santos Abreu

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822218042>

CAPÍTULO 3..... 40

APLICAÇÕES DA METAGENÔMICA NA AVALIAÇÃO DA MICROBIOTA FLORESTAL BRASILEIRA

Rodrigo Matheus Pereira

Francine Amaral Piubeli

Maricy Raquel Lindenbah Bonfa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822218043>

CAPÍTULO 4..... 48

ASPECTOS AGRONÔMICOS E CITOGENÉTICOS NO MELHORAMENTO DE VINCA RÓSEA *Catharanthus roseus* (L.) G. Don VISANDO AUMENTO NA PRODUÇÃO DE ALCALÓIDES: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Vivian Torres Bandeira Tupper

Jussié Gonçalves de Souza Neto

Josiéle Botelho Rodrigues

Lorena Teixeira de Almeida

Ricardo Oliveira Rosa

Sheila da Silva Nunes

Fernanda Zupo Rocha

Thomáz Jácome Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822218044>


CAPÍTULO 5..... 58

ADUBAÇÃO FOSFATADA NA PRODUÇÃO DE BIOMASSA EM PLANTAS JOVENS DE ABÓBORA EM CAPITÃO POÇO – PA

Tayssa Menezes Franco

José Darlon Nascimento Alves

Heráclito Eugênio Oliveira da Conceição


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822218045>

CAPÍTULO 6..... 64

EFEITO DE BIOESTIMULANTE DE SOLO NA NUTRIÇÃO E NO RENDIMENTO DE GRÃOS DE SOJA E TRIGO

João Victor de Mattos

Eduardo Fávero Caires

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822218046>

CAPÍTULO 7..... 82

ADUBAÇÃO NITROGENADA EM PASTAGENS SOB DIFERENTES MANEJOS DE FERTILIDADE DO SOLO

Vinicius Gabriani Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822218047>

CAPÍTULO 8..... 100

A INFLUÊNCIA DO ALHO PORÓ (*Allium ampeloprasum* var. *ampeloprasum*) NO CONTROLE DE PRATINHO NO REPOLHO (*Brassica oleracea* var. *capitata*)

Wallace de Oliveira Paes

Manuela Nobrega Dourado


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822218048>

CAPÍTULO 9..... 113

CAPTURE EM MASSA DE *Bactrocera oleae* NO SUL DE PORTUGAL

Maria Albertina Gonçalves

José Gonçalves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822218049>

CAPÍTULO 10..... 122

ANÁLISE ENERGÉTICA DE UM CULTIVADOR-ADUBADOR PARA CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA MANDIOCA


Leonardo Estevão da Silva

Otávio Estevão da Silva

Cristiano Márcio Alves de Souza

Leidy Zulys Leyva Rafull

Sálvio Napoleão Soares Arcoverde

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58222180410>

CAPÍTULO 11..... 128

ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS E AVALIAÇÃO ENZIMÁTICA DE DUAS CULTIVARES DE SOJA SOB DÉFICIT HÍDRICO


Wellington Silva Gomes

Samy Pimenta

Larissa Souza Amaral

Adriano Pinheiro de Souza Leal

Allynson Takehiro Fujita

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58222180411>

CAPÍTULO 12..... 139

ASPECTOS AGRONÔMICOS EM HÍBRIDOS DE MILHO SUBMETIDOS AO TRATAMENTO DE SEMENTES COM NANOPARTÍCULAS DE COBRE

Nédio Luiz Verdi

Cristiano Reschke Lajus

Caroline Olias

Aline Vanessa Sauer

Gean Lopes da Luz

Franciele Dalcaton

Luciano Luiz Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58222180412>

CAPÍTULO 13..... 155

AVALIAÇÃO DE COMPONENTES DA PRODUÇÃO DE SOJA SUBMETIDA A INOCULAÇÃO MISTA VIA APLICAÇÃO DE INOCULANTE CONTENDO *Bradyrhizobium* E *Azospirillum*

Ivana Marino Bárbaro-Torneli

Elaine Cristine Piffer Gonçalves

José Antonio Alberto da Silva

Anita Schmidek

Fernando Bergantini Miguel

Marcelo Henrique de Faria

Regina Kitagawa Grizotto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58222180413>

CAPÍTULO 14..... 168

COMERCIALIZAÇÃO DE PRODUTOS AGRÍCOLAS NA FEIRA MUNICIPAL DAS VERDURAS, TABATINGA- AMAZONAS- BRASIL

Itaciara Viviane Bitencourt Ramos

Antonia Ivanilce Castro da Silva

Diones Lima de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58222180414>

CAPÍTULO 15..... 183

CRESCIMENTO DA PIMENTEIRA DE CHEIRO EM FUNÇÃO DE ADUBAÇÕES ORGÂNICAS E MINERAIS EM CAPITÃO POÇO-PA

Jairo Neves da Silva

Thiago Caio Moura Oliveira

José Darlon Nascimento Alves

Heráclito Eugênio Oliveira da Conceição

Michel Sauma Filho


João Vitor Silva e Silva

Priscila Martins da Silva

Ana Paula da Silva Vieira

Rebeca Monteiro Galvão


Magda do Nascimento Farias

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58222180415>

CAPÍTULO 16..... 194

DIVERSIDADE DE COCCINELÍDEOS PREDADORES EM ROMÃZEIRA

Maria Albertina Gonçalves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58222180416>


CAPÍTULO 17..... 201

GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN CON ORGANIZACIONES RURALES DE GUATEMALA

Roberto Rendón-Medel

Bey Jamelyd López-Torres

Jeimy Elizabeth Figueroa-Morales

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58222180417>

CAPÍTULO 18..... 221


BASES INDEXADORAS E ÍNDICES BIBLIOMÉTRICOS EM PERIÓDICOS DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Carlos Henrique Lima de Matos

Reila Ferreira dos Santos

Greguy Looban Cavalcante de Lima

Ana Karyne Pereira Melo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58222180418>

SOBRE O ORGANIZADOR..... 231

ÍNDICE REMISSIVO..... 232

ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS E AVALIAÇÃO ENZIMÁTICA DE DUAS CULTIVARES DE SOJA SOB DÉFICIT HÍDRICO

Data de aceite: 01/04/2022

Data de submissão: 07/02/2022

Wellington Silva Gomes

Departamento de Ciências Agrárias e
Biológicas – UEMG
Frutal/MG, Brazil
<http://lattes.cnpq.br/9155410235400780>

Samy Pimenta

Departamento de Ciências Agrárias -
UNIMONTES
Janaúba/MG, Brazil
<http://lattes.cnpq.br/8309922560278535>

Larissa Souza Amaral

Departamento de Ciências Agrárias e
Biológicas – UEMG
Frutal/MG, Brazil
<http://lattes.cnpq.br/2125269475429446>

Adriano Pinheiro de Souza Leal

Departamento de Ciências Exatas – UEMG
Frutal/MG
<http://lattes.cnpq.br/7234138305217718>

Allynson Takehiro Fujita

Departamento de Ciências Exatas – UEMG
Frutal/MG
<http://lattes.cnpq.br/1717622385569691>

RESUMO: A seca é o principal fator abiótico limitante da produtividade agrícola, capaz de gerar grande impacto no rendimento das culturas, assim, o melhor entendimento dos mecanismos fisiológicos e bioquímicos que diferenciam

resistência de suscetibilidade ao déficit hídrico entre linhagens de soja, pode ser utilizado na geração de cultivares mais tolerantes. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi caracterizar, fisiologicamente, duas cultivares de soja, com diferentes padrões de tolerância à seca em campo, por meio da determinação das taxas fotossintéticas, dos níveis de peroxidação lipídica e da atividade de enzimas antioxidantes, sob três níveis de potencial hídrico. Ao atingirem o estágio de desenvolvimento V4, a irrigação das plantas foi suspensa e três coletas foram realizadas: 1) plena irrigação (controle), 2) déficit hídrico moderado ($-1,5 \pm 0,2$ MPa) e déficit severo ($-3,0$ MPa $\pm 0,2$ MPa). As variações da taxa de transpiração, condutância estomática, bem como a diminuição da taxa fotossintética foram estatisticamente significativas entre as duas cultivares, sendo que, os potenciais hídricos na cultivar BR-16 anteciparam, em média, dois dias para atingir os mesmos potenciais hídricos na cultivar Embrapa 48, apresentando assim, melhor eficiência no uso da água. Além disso, o aumento das atividades das enzimas antioxidativas e peroxidação lipídica foram mais significativos na cultivar BR-16, demonstrando que esta cultivar é menos tolerante à seca em relação a cultivar Embrapa 48, corroborando com dados agrônômicos previamente encontrados em campo.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max*; estresse hídrico; ajustes fisiológicos, condutância estomatal, seca, estresse oxidativo.

PHYSIOLOGICAL CHANGES AND OXIDATIVE STRESS EVALUATION IN TWO SOYBEAN CULTIVARS SUBJECTED TO DROUGHT

ABSTRACT: Drought tolerance in plants is a complex trait, resulted of a set of mechanisms that work to avoid or tolerate periods of drought. This stress is one of the most important environmental factors that induce physiological changes in the plant, such as decreased water potential in the cell, stomata closure and the formation of reactive oxygen species (ROS), affecting the growth and development of plants. The aim of this study is to to characterize, physiologically, two soybean cultivars with different patterns of drought tolerance in the field, through the determination of photosynthetic rates, levels of lipid peroxidation, and activity of antioxidant enzymes, under three levels of water deficit. Trifoliolate leaves were evaluated of the third knot soybean in the V5 growth stage of the tolerant cultivar (Embrapa 48), the drought susceptible variety (BR 16), and under three levels of water deficit: no stress or irrigated (-0.1 to 0.1 Mpa), moderate (-1.5 MPa) and severe (-3,0 MPa). Variations in transpiration rate, stomatal conductance and decreased photosynthetic rate were statistically significant between the two cultivars, and the water potentials in the genotype BR-16 anticipated, on average, two days to reach the same water potentials analyzed in comparision to the Embrapa 48. Moreover, the increased activities of antioxidant enzymes and lipid peroxidation were more significant in the cultivar BR-16, which proves to be less drought tolerant in relation to genotype Embrapa 48, confirming agronomic data previously found in the field.

KEYWORDS: Glycine max, hydric stress, physiological adjustments, stomatal conductance, drought, oxidative stress.

INTRODUÇÃO

As plantas de soja são afetadas por vários estresses abióticos como alta salinidade, temperaturas baixas, toxicidade de elementos minerais e seca, dentre outros. A seca, ou a deficiência contínua de água é um dos fatores mais importantes que afetam o crescimento, o desenvolvimento, a sobrevivência e a produtividade da cultura (Gorantla et al. 2007).

Respostas fisiológicas das plantas à seca são de ordem fisiológica, bioquímica, morfológica e molecular, e incluem fechamento de estômatos, diminuição da atividade fotossintética, alteração da elasticidade da parede celular, fluidez de membranas e a geração de metabólitos tóxicos, causando a morte da planta (Ramirez et al. 2009).

Muitos dos processos deletérios sofridos pelas plantas submetidas às condições de estresse hídrico são mediados por espécies reativas de oxigênio (ROS). A produção de ROS pode desencadear o processo de peroxidação lipídica nas membranas celulares, formando hidroperóxidos de lipídeos que levam a diminuição da fluidez, modificações de permeabilidade iônica e de outras funções associadas às membranas, sendo, portanto, um dos eventos mais significativos do estresse oxidativo (Anjum et al., 2015).

Para reduzir os danos gerados pelas ROS, eficientes sistemas de defesa antioxidativos enzimáticos e não enzimáticos atuam de maneira coordenada sob condições de estresse, no sentido de manter a homeostase intracelular. As enzimas APX, GPX, CAT,

GR e POX, subsequentemente, detoxificam H_2O_2 liberando H_2O , por diferentes processos de oxidação (You e Chan, 2015).

Compreender como as plantas respondem ao déficit hídrico e entender os mecanismos de tolerância é fundamental para prever os impactos na produção da cultura e constitui-se atualmente em um dos maiores tópicos de pesquisa para o desenvolvimento de cultivares mais tolerantes e produtivas. Logo, a caracterização fisiológica pode ser um procedimento importante e veloz para selecionar diferentes cultivares que, em mesma condição experimental, podem apresentar variáveis níveis de tolerância ao estresse (Atkin & Macherel 2008).

Dentro desse contexto, o presente trabalho objetivou caracterizar, fisiologicamente, duas cultivares convencionais de soja, contrastantes para tolerância à seca, de forma a melhor entender os mecanismos de resposta a essa tolerância.

MATERIAL E MÉTODOS

Material vegetal, condições de cultivo e delineamento experimental

O experimento foi conduzido na casa de vegetação do Laboratório de Fisiologia Molecular da Universidade Federal de Viçosa, sob condições parcialmente controladas de umidade e temperatura. As cultivares de soja Embrapa 48 e BR-16 foram escolhidas, pois apresentam respostas contrastantes em campo quando submetidos a períodos de déficit hídrico, sendo considerada a Embrapa 48 mais tolerante a seca (Teixeira et al. 2008, Farias et al. 1994). O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com esquema fatorial 2 X 3 (2 cultivares x 3 tratamentos hídricos), com cinco repetições. A unidade experimental consistiu de um vaso contendo 6,5 kg de substrato/vaso com a composição de 50% vermiculita e 50% de areia grossa lavada, e duas plantas de cada cultivar, totalizando 30 vasos para todo o experimento.

Após a emergência do quarto trifólio completamente desenvolvido, a irrigação foi suspensa e as cultivares foram submetidas a dois níveis de déficit hídrico, com medições diárias (sempre entre as 05:00h e as 06:00h): estresse hídrico moderado, com potencial hídrico de Ψ_w de -1,5 MPa; e estresse hídrico severo, Ψ_w de -3,0 MPa. O potencial hídrico de cada planta foi medido em câmara de pressão do tipo Scholander. Para essas avaliações foi utilizada uma folha do terceiro nó. Para tanto, foram adotadas duas repetições de cada regime hídrico. As coletas das folhas do quarto nó foram realizadas até 12 dias após a aplicação da condição de déficit hídrico para posterior análise fisiológica.

Avaliação das características fisiológicas

As determinações das trocas gasosas foram realizadas com um medidor portátil de fotossíntese, IRGA; modelo portátil LI-6400xt, LI-COR Biosciences Inc., Lincoln, Nebraska, USA. As medidas foram feitas sempre na região mediana das folhas completamente expandidas, totalmente expostas à radiação solar, no período das 08:30h às 10:00h.

As seguintes características foram medidas: taxa fotossintética ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$); taxa de transpiração nas folhas (E) ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$); condutância estomática nas folhas (Gs) ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e concentração de CO_2 nos espaços intercelulares (A) ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

O nível de peroxidação lipídica de membrana nos tecidos foliares foi medido em termos do conteúdo de malondialdeído formado (MDA, um produto de lipoperoxidação), determinado pela reação do ácido tiobarbitúrico (TBA), segundo método descrito por Gomes Junior et al. (2006).

A atividade da ascorbatoperoxidase (APXs) (EC 1.11.1.11) foi determinada pelo método de Nakano & Asada (1981), pelo monitoramento da taxa de oxidação do ascorbato a 290nm, a 28° C. A atividade das catalases (CATs) (EC 1.11.1.6.) foi determinada de acordo com Peixoto et al., (1999) pelo acompanhamento do decréscimo na absorbância a 240 nm, a 28° C. A atividade da glutationaredutase (GR) (EC 1.6.4.2) foi determinada de acordo com Queiroz et al., (1998). A oxidação do NADPH foi medida monitorando-se o decréscimo na absorbância a 340 nm, a 28° C. A atividade das peroxidases (POX) (EC 1.11.1.7) foi determinada pelo método de Kar & Mishra (1976) pelo acréscimo na absorbância a 420nm, à 28°C e a atividade das superóxidos dismutases (SODs) (EC 1.15.1.1) foi determinada segundo Del Longo et al. (1993) pelo aumento da absorbância das amostras a 560nm.

Análise estatística dos dados

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, para a comparação das médias obtidas foi aplicado o teste de Tukey ($p < 0,05$). A relação entre os tratamentos foi avaliada por meio de análise multivariada, sendo que os componentes principais (ACP) foram obtidos a partir dos dados de MDA e das enzimas antioxidativas. O agrupamento dos tratamentos foi feito pela metodologia de Tocher (Rao 1952). Todas as análises foram efetuadas com o auxílio do Programa R (R core team 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a restrição hídrica, foi possível observar que as cultivares atingiram os potenciais hídricos moderados e severo em tempos diferentes, sendo que o cultivar tolerante prolongou o tempo para atingir os referidos potenciais hídricos. A cultivar Embrapa 48 demorou dois dias a mais que a cultivar BR 16, indicando que essa cultivar é mais tolerante à seca (Figura 1).

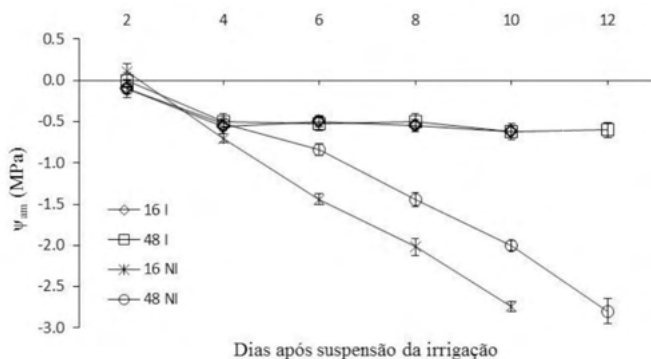


Figura 1. Níveis de potencial hídrico em função dos tempos de desidratação para duas cultivares de soja, BR-16 e Embrapa 48. BR-16 I (irrigado), Embrapa 48 I (irrigado), BR-16 NI (não irrigado) e Embrapa 48 NI (não irrigado).

Diversos efeitos devido ao déficit hídrico têm sido relatados em plantas, tais como o aumento da resistência estomática, o que reduz a transpiração nas folhas com alteração das características osmóticas, acarretando menor disponibilidade de CO_2 para a fotossíntese (Zhou et al. 2007). No presente estudo, as taxas fotossintéticas (A) e transpiratória (E), bem como a condutância estomática (Gs) diminuíram significativamente em relação ao tratamento irrigado, bem como, entre as cultivares. (Figura 2).

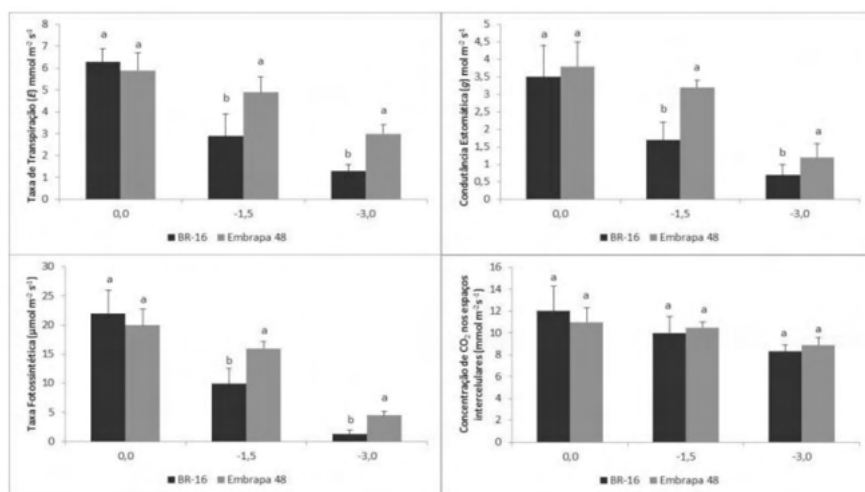


Figura 2. Valores médios dos parâmetros fisiológicos: A. Taxa de transpiração. B. Condutância estomática. C. Taxa fotossintética. D. Concentração intercelular de CO_2 , em dois cultivares de soja, submetidos a três níveis de potencial hídrico. Letras diferentes indicam diferença estatística significativa entre as cultivares, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey, em cada um dos níveis de potencial hídrico. Barras de erros correspondem ao desvio padrão da média.

Apesar da curva de desidratação mostrar que o cultivar Embrapa 48 retardou a

desidratação nos diferentes níveis de déficit hídrico, na ausência do estresse não houve diferenças significativas entre as cultivares, evidenciando que, em condições irrigadas as plantas apresentam perfiz fisiológicos semelhantes. Além disso, a cultivar tolerante apresentou um menor potencial hídrico foliar na antemanhã durante o experimento, o pode ser explicado pela maior condutância estomática e taxa de transpiração, sugerindo que o genótipo tolerante possuiria maior condutividade hidráulica.

Com exceção da concentração de concentração intercelular de CO_2 , as diferenças encontradas foram devidas ao nível de restrição hídrica imposto, bem como pelo genótipo. A taxa de transpiração, condutância estomática e taxa de fotossíntese foram fortemente afetadas por todos os níveis de restrição hídrica e o aumento do potencial hídrico causou um decréscimo no valor real das variáveis mensuradas. Vale ressaltar, que as maiores variações foram encontradas no genótipo BR-16, enquanto que a variedade Embrapa 48, resistiu mais ao decréscimo dos parâmetros citados.

A não significância dos valores para a razão entre concentrações interna e externa de CO_2 (C_i/C_a) indica que o decréscimo da taxa de fotossíntese foi devido não só ao aumento da resistência estomática, mas também, ao efeito do estresse hídrico para a fotossíntese. O gradual decréscimo da fotossíntese foi menor no cultivar tolerante sob déficit moderado, o que pode indicar inibição da fase bioquímica ou fotoquímica mais acentuada no genótipo sensível.

A taxa fotossintética apresentou diminuição de 55% e 95%, nos potenciais hídricos moderado e severo, para a cultivar BR 16, enquanto que na cultivar Embrapa 48, para os mesmos potenciais hídricos as taxas foram de 15% e 78%. Os parâmetros taxa de transpiração e condutância estomática também tiverem padrões semelhantes, haja vista que esses parâmetros interferem diretamente na taxa fotossintética. Nesse sentido, supõe-se que a cultivar Embrapa 48 consegue tolerar mais a imposição do estresse hídrico em relação a cultivar BR-16, mantendo níveis de fotossíntese superiores, sob os mesmos potenciais hídricos.

O gradual decréscimo da fotossíntese foi menor no cultivar tolerante sob os dois níveis de déficit hídrico, com diferenças na condutância estomática, o que pode indicar inibição da fase bioquímica ou fotoquímica mais acentuada no genótipo sensível. A redução drástica da condutância estomática (gs) encontrada na cultivar BR-16, possivelmente pode ter provocado a diminuição do consumo de elétrons liberados da água, causando o excesso de energia que reage com o oxigênio, causando um estresse oxidativo e iniciando o processo de peroxidação lipídica nas membranas celulares e a detoxicação pelas enzimas antioxidativas (Apel & Hirt 2004, Chaves et al. 2003).

A maior tolerância à seca do genótipo Embrapa 48 também pode ser verificado nas taxas de peroxidação de lipídeos (MDA). Embora haja, em ambos os genótipos, aumento do dano oxidativo com a imposição do estresse hídrico, ele sempre foi maior em folhas do tolerante em todos os tratamentos. De maneira geral, o aumento dos níveis de MDA

foi proporcional ao nível de imposição ao estresse (Figura 3A). Para o nível de potencial hídrico $\psi_m = -1,5\text{Mpa}$, o aumento foi mais significativo na cultivar BR-16 (106%), enquanto que, na cultivar Embrapa 48, o incremento foi de apenas 56%. Vários trabalhos ilustram o aumento da peroxidação lipídica sob diversos tipos de estresse: seca em milho (LOPES et al. 2005); altas doses de chumbo em arroz (Verma & Dubey 2003); estresse por alumínio em sorgo (Peixoto et al. 1999) e frio em café (Queiroz et al. 1998).

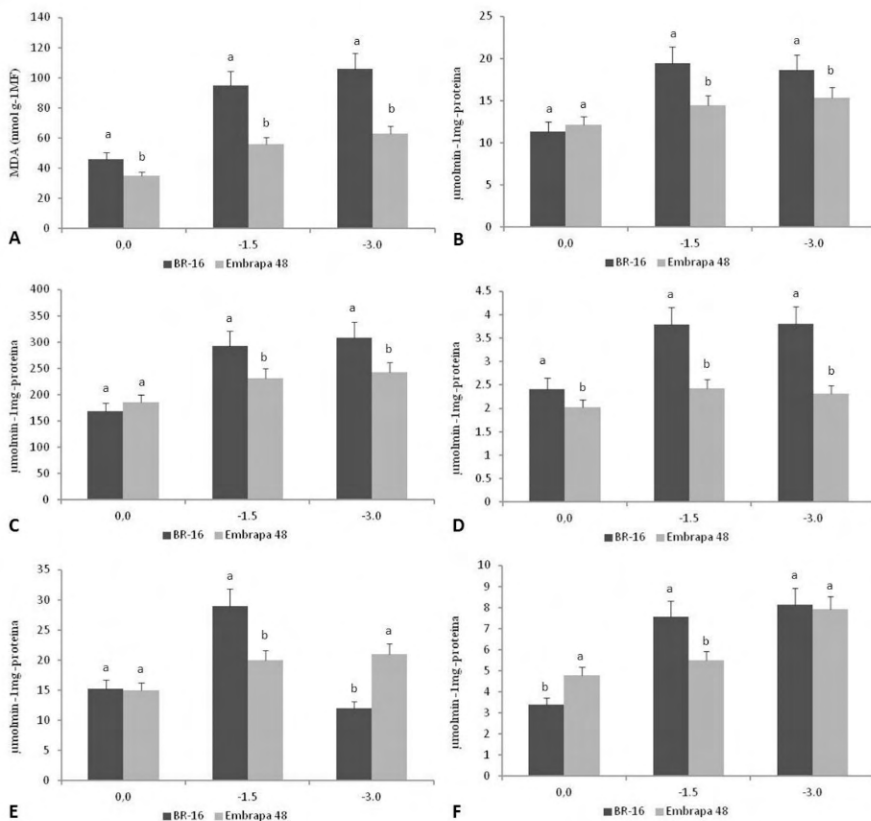


Figura 3. Efeito da imposição do déficit hídrico na peroxidação de lipídeos (A) e na atividade de enzimas antioxidativas GR (B), SOD (C), CAT (D), APX (E) e POX (F), em dois cultivares de soja, submetidos a três níveis de potencial hídrico. Letras diferentes indicam diferença estatística significativa entre as cultivares, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey, em cada um dos níveis de potencial hídrico. Barras de erros correspondem ao desvio padrão da média.

O aumento da atividade das enzimas antioxidativas foi mais pronunciado para o potencial hídrico $\Psi = -1,5\text{MPa}$, em relação ao irrigado. Percebe-se também que, na cultivar BR-16 o incremento da atividade das enzimas foi superior a variação encontrada na Embrapa 48. Na primeira cultivar, as taxas de aumento foram de 71% para a enzima GR, 73% para a SOD, 57% para a CAT, 90% para a APX e 123% para a POX. Na cultivar

Embrapa 48 o incremento foi de 19% para a 24% GR, 20% para a SOD, 33% para a CAT, 14% para a APX e 64% para a POX, em relação às taxas encontradas nos tratamentos irrigados (Figura 3).

O estresse oxidativo estimula a biossíntese de componentes antioxidantes e aumenta a atividade de enzimas antioxidantes. Contudo, algumas espécies ou cultivares podem possuir maior resistência a esse estresse contribuindo com aumento menos pronunciado que em outras plantas. Suas concentrações e atividades relacionam-se a muitos processos fisiológicos envolvidos em mecanismos de sinalização celular na defesa vegetal ou no estresse oxidativo (Soares & Machado 2007).

Assim, a maior atividade antioxidativa na cultivar BR-16 pode ser explicada pelo fato deste apresentar menor capacidade de drenar o excesso do poder redutor proveniente do estresse oxidativo, como a fotorespiração, a peroxidação de membrana, o transporte cíclico de elétrons nos tilacóides, entre outro, sendo assim, necessário o aumento significativamente maior para combater os efeitos do estresse oxidativo provocado pela seca (Heber, 2008, Scheibe et al. 2005).

Visando estudar o padrão de similaridade entre os tratamentos, foi utilizada a análise multivariada, por meio da metodologia de componentes principais. Observou-se que os dois primeiros componentes principais explicaram aproximadamente 97,34% de toda a variação observada entre os tratamentos, o que possibilitou de maneira bastante fidedigna a dispersão dos tratamentos no plano cartesiano. A partir da análise da figura 4, obtido pela metodologia de Tocher, constatou-se que os tratamentos mais similares foram agrupados de acordo com a imposição do estresse hídrico.

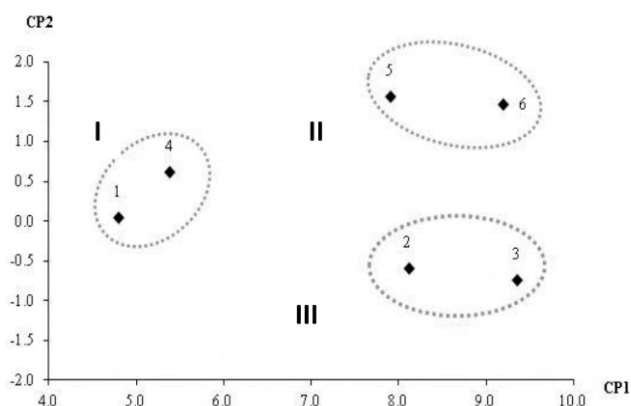


Figura 4. Dispersão dos componentes principais a partir das variáveis MDA e das cinco enzimas antioxidativas analisadas. Tratamentos: 1: BR-16 e ψ_{ma} = 0,0 Mpa. 2: BR-16 e ψ_{ma} = -1,5Mpa. 3: BR-16 e ψ_{ma} = -3,0Mpa. 4: Embrapa 48 e ψ_{ma} = 0,0 Mpa. 5: Embrapa 48 e ψ_{ma} = -1,5Mpa. 6: Embrapa 48 e ψ_{ma} = -3,0Mpa. As marcações pontilhadas representam aos agrupamentos mais similares.

Por meio da análise multivariada, os seis tratamentos foram associados em três grupos. O Grupo I foi formado pelos tratamentos irrigados. O grupo II pela Embrapa 48 nos dois níveis de imposição do estresse, e o Grupo III formados pelos dois tratamentos na BR – 16. Conclui-se que, independente da cultivar, na ausência da imposição do estresse hídrico, as duas cultivares respondem de maneira semelhante. Por outro lado, para os outros dois níveis de imposição do estresse, (ψ_{ma}) = - 1,5Mpa e (ψ_{ma}) = - 3,0Mpa, o agrupamento foi dependente da cultivar, assim, a imposição do estresse variou dentro de cada cultivar analisado, não sendo similar para o mesmo nível de estresse hídrico nas distintas cultivares.

CONCLUSÃO

As duas cultivares responderam de maneiras diferentes frente à imposição do estresse hídrico nos parâmetros fisiológicos analisados, e a cultivar Embrapa 48 demonstrou ser mais tolerante a esse estresse, em relação a cultivar BR-16.

REFERÊNCIAS

APEL, K.; HIRT, H. Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction. *Annual Review of Plant Biology*, v. 55, p. 373-399, 2004.

ATKIN, O. K.; MACHEREL, D. The crucial role of plant mitochondria in orchestrating drought tolerance. *Annals of Botany*, p. 1-19, 2008.

BUCHANAN, B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. Biochemistry & Molecular Biology of Plants. *American Society of Plant Physiologists*. v. 1, p. 723-139, 2000.

CATUCHI, T. A. et al. Respostas fisiológicas de cultivares de soja à adubação potássica sob diferentes regimes hídricos. *Pesquisa agropecuária Brasileira*, v. 47, n. 4, 2012.

DEL LONGO, T. O. et al. Antioxidant defenses under hyperoxygenic and hyperosmotic conditions in leaves of two lines of maize with differential sensitivity to drought. *Plant Cell Physiology*, v. 34, p. 1023-1028, 1993.

FARIAS, J. R. B., NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. Efeitos da disponibilidade hídrica no solo sobre a cultura da soja. In EMBRAPA-CNPSo, ed, Ata - Documentos 72. *Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil*, p. 42-43, 1994.

GOMES JUNIOR, R. A. et al. Antioxidante metabolism coffee cells suspension cultures in response to cadmium. *Chemosphere*, v. 65, p. 1330-1337, 2006.

GORANTLA, M. et al. Identification of stress-responsive genes in an indicarice (*Oryza sativa* L.) using ESTs generate from drowtht-stressed seedlings. *Journal of Experimental Botany*, v. 58, p. 253-265, 2007.

HEBER, U. Photoprotection of green plants: a mechanism of ultra-fast thermal energy dissipation in desiccated lichens. *Planta*, v. 228, p. 641-650, 2008.

KAR, M.; MISHRA, D. *Catalase, Peroxidase and Polyphenoloxidase. Activities during Rice Leaf Senescence. Plant Physiology*, v. 57, p. 315-319, 1976.

LEIDE, E. O. et al. Searching for tolerance to water stress in cotton genotypes: Photosynthesis, stomatal conductance and transpiration. *Photosynthetica*, n. 28, p. 380-390. 1993.

LOPES, M. J. C. et al. Oxidação protéica e peroxidação lipídica em plantas de de seleção do milho 'saracura', sob encharcamento contínuo. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 4, n. 3, p. 362-373, 2005.

MEDRANO, H.; et al. Regulation of photosynthesis of C3 plants in response to progressive drought: stomatal conductance as a reference parameter. *Annals of Botany*, v. 89, n. 895–905, 2002.

MEHDY, M. C. et al. The role of activated oxygen species in plant diseases resistance. *Physiology Plant*, v. 98, p. 365-374, 1996.

NAKANO, Y.; ASSADA, K. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate specific peroxidase in spinach chloroplast. *Plant and Cell Physiology*, v. 22, p. 867-880, 1981.

PEIXOTO, P. H. P. et al. A. Aluminum effects of lipid peroxidation and on the activities of enzymes of oxidative metabolism in sorghum. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, v. 11, n. 3, p. 137 – 143, 1999.

QUEIROZ, C.G.S. et al. Chilling induced changes in membrane fluidity and antioxidant enzyme activities in *Coffea Arabica* L. roots. *Biology Plantarum*, v. 41, n. 3, p. 403-413, 1998.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. *R: a language and environment for statistical computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2009.

RAMIREZ, D.A.; QUEREJETA, J. I.; BELLOT, J. *Bulk leaf d18O and d13C reflect the intensity of intraspecific competition for water in a semi-arid tussock grassland*. *Plant, Cell and Environment*, n. 32, p.1346–1356, 2009.

RAO, C. R. *Advanced Statistical Methods in Biometric Research*. John Wiley Sons, 1952, 390p.

SCHEIBE, R. et al. Strategies to maintain redox homeostasis during photosynthesis under changing conditions. *Journal of Experimental Botany*, v. 56, p. 1481–1489, 2005.

SOARES, A. M. DOS; MACHADO, O. L. T. Defesa de plantas: Sinalização química e espécies reativas de oxigênio. *Ciências Agrárias e Biológicas*, v. 1, n. 1, p. 9-19, 2007.

TEIXEIRA, L. R. et al. Avaliação de cultivares de soja quanto à tolerância ao estresse hídrico em substrato contendo polietileno glicol. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 30, n. 2, p. 217-223, 2008.

VERMA, S.; DUBEY, R.S. Lead toxicity induces lipid peroxidation and alters the activities of antioxidant enzymes in growing rice plants. *Plant Science*, v. 164, n. 4, p. 645-655, 2003.

WANG, Z.; HUANG, B. Physiological recovery of Kentucky bluegrass from simultaneous drought and heat stress. *Crop Science*, v. 44, p. 1729-1736, 2004.

ZGALLAÍ, H.; STEPPE, K.; LEMEUR, R. Effects of Different Levels of Water Stress on Leaf Water Potential, Stomatal Resistance, Protein and Chlorophyll Content and Certain Anti-oxidative Enzymes in Tomato Plants. *Journal of Integrative Plant Biology*, v. 48, p. 679-685, 2006.

ZHOU, Y.; LAM, H. M.; ZHANG, J. Inhibition of photosynthesis and energy dissipation induced by water and high light stresses in rice. *Journal Experimental Botany*, v. 58, p. 1207–1217, 2007.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abastecimento agrícola 168

Adubação 33, 48, 51, 58, 59, 60, 62, 65, 67, 68, 78, 80, 82, 83, 84, 85, 87, 88, 89, 90, 92, 93, 94, 95, 96, 98, 99, 104, 122, 136, 142, 143, 153, 159, 162, 163, 164, 166, 184, 185, 187, 191, 192, 193

Agricultura familiar 59, 101, 142, 168, 169, 172, 173, 181, 182, 183, 185

Armadilhas 104, 113, 115, 116, 117, 118, 119, 120

Ativador de microbiota 64

B

Bactérias 37, 43, 44, 45, 78, 81, 156, 157, 158, 161

Bioestimulantes 64, 71, 73

Bioprodutos 64

C

Cigarrinha 100, 103, 109

Citogenética 49, 50, 52, 53, 54, 56

Coinoculação 155, 156, 157, 163, 164, 165, 166

D

Doenças 85, 111, 118, 139, 140, 141, 143, 144, 145, 148, 150, 151, 152, 153, 160, 195

E

Estresse hídrico 51, 87, 128, 129, 130, 133, 135, 136, 137, 153

F

Fitoplasma 100, 101, 109, 111

Fósforo 44, 51, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 65, 80, 86, 98, 143

G

Glycine max L. 64, 156

I

Indicadores 201, 205, 207, 212, 214, 216, 218, 221, 224, 227, 228, 229

Inovação 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 28

M

Manejo da adubação 184, 191

Metabólitos microbianos 64, 66

N

Nanotecnologia 7, 12, 139, 141

Nitrogênio 44, 45, 51, 80, 83, 86, 87, 88, 96, 97, 98, 99, 123, 126, 140, 155, 156, 157, 159, 162, 163, 167, 189, 193

Nutrição vegetal 139

O

Olericultura 112, 184

P

Pastagem 45, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 93, 96, 98, 99

R

Rendimento 48, 51, 64, 66, 72, 73, 77, 78, 80, 86, 122, 128, 139, 140, 143, 144, 146, 149, 150, 152, 155, 161, 163, 164, 165, 166, 193

S

Seca 50, 51, 52, 58, 60, 61, 62, 64, 67, 69, 71, 72, 73, 74, 79, 85, 86, 93, 96, 104, 106, 128, 129, 130, 131, 133, 134, 135, 153, 174, 185

Sistema de produção 58, 59, 141, 168, 172

Solos amazônicos 58

T

Tratamento de sementes 139, 140, 143, 148, 153, 155, 156, 162, 163, 164, 165



GERAÇÃO E DIFUSÃO DE CONHECIMENTOS NAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

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


Ano 2022



GERAÇÃO E DIFUSÃO DE CONHECIMENTOS NAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

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


Ano 2022