

Leonardo Tullio
(Organizador)



Fronteiras para a Sustentabilidade 2

Atena
Editora
Ano 2019

Leonardo Tullio
(Organizador)



Fronteiras para a Sustentabilidade 2

Atena
Editora
Ano 2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Karine de Lima
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. 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.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobom – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
F935	Fronteiras para a sustentabilidade 2 [recurso eletrônico] / Organizador Leonardo Tullio. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Fronteiras para a Sustentabilidade; v. 2) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-873-1 DOI 10.22533/at.ed.731192312 1. Meio ambiente – Preservação. 2. Desenvolvimento sustentável. I. Tullio, Leonardo. II. Série CDD 363.7
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Fronteiras para a Sustentabilidade” aborda em seu segundo Volume uma apresentação de 9 capítulos, no qual os autores tratam as mais recentes e inovadoras pesquisas voltadas para a área de Sustentabilidade. Tema tratado com abordagem sistemática envolvendo o desenvolvimento de comunidades e sua gestão, a fim de tornar sustentável.

Explorar o território necessita de rumos que tracem caminhos visando o bem-estar da comunidade e principalmente o cuidado da natureza, ser sustentável requer superar obstáculos e aprimorar técnicas sem agredir o meio ambiente. Um bem fundamental para a sobrevivência são os recursos hídricos, no qual devem ser preservados para as gerações futuras, sua qualidade interfere no desenvolvimento de um povo e região. A exploração da natureza e seus recursos estão cada vez mais comprometidos devido ao crescimento das grandes cidades, ao passo que sua conservação nem sempre é a mais sustentável.

A necessidade de estratégias governamentais para a sustentabilidade do planeta é sem dúvida o rumo certo, porém a conscientização humana é o que garante o sucesso na preservação ambiental. Novas tecnologias estão sendo tentadas em diversas áreas, desde o campo até a cidade, para evidenciar os benefícios de ser sustentável sem agredir o meio ambiente.

Conhecer casos de sucesso e estudar sobre futuras pesquisas é o propósito deste e-book, levar conhecimento também é ser sustentável, desenvolver estratégias é superar fronteiras e cada vez mais pensar no futuro.

Seja diferente, pense diferente e comece agora, agir com propósitos sustentáveis pensando nas gerações futuras. Bons estudos.

Leonardo Tullio

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
MODELOS ESTRUTURAIS DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL	
Wilson José Figueiredo Alves Junior	
DOI 10.22533/at.ed.7311923121	
CAPÍTULO 2	16
GOVERNANÇA E DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL: PERCEPÇÃO DOS ATORES EM RELAÇÃO À PARTICIPAÇÃO NOS CONSELHOS E PROJETOS NO LITORAL PARANAENSE	
João Rafael Deron	
Valdir Frigo Denardin	
Alan Ripoll Alves	
DOI 10.22533/at.ed.7311923122	
CAPÍTULO 3	28
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS POMBAS, LITORAL DO PARANÁ, BRASIL: TRAJETÓRIAS, VIVÊNCIAS E PROBLEMAS AMBIENTAIS	
Maristela Candido	
Liliani Marília Tiepolo	
DOI 10.22533/at.ed.7311923123	
CAPÍTULO 4	41
MONITORAMENTO PESQUEIRO NO LITORAL DO PARANÁ	
Mayra Jankowsky	
Jocemar Tomasino Mendonça	
Diego Morroni	
DOI 10.22533/at.ed.7311923124	
CAPÍTULO 5	56
RECUPERAÇÃO E PROTEÇÃO DE NASCENTES: CASO DA COMUNIDADE PALMITAL 43, MUNICÍPIO DE MATO RICO, PARANÁ, BRASIL	
Fernando Henrique Villwock	
Jefferson de Queiroz Crispim	
José Antônio da Rocha	
Tiago Vinicus Silva Athaydes	
Alesson Lopes Soares	
Dener Elivelton Ciboto	
DOI 10.22533/at.ed.7311923125	
CAPÍTULO 6	68
ROTEIRIZAÇÃO TURÍSTICA COMO INSTRUMENTO DE DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL: O ROTEIRO 'VERDE QUE TE QUERO VERDE' DE CAMPO MAGRO/PARANÁ (BRASIL)	
Clotilde Zai	
Cicilian Luiza Löwen Sahr	
DOI 10.22533/at.ed.7311923126	
CAPÍTULO 7	85
OS CUSTOS DOS ACIDENTES DE TRÂNSITO ENVOLVENDO JOVENS PARA A POLÍTICA DE SAÚDE EM CINCO CIDADES DA REGIÃO OESTE DO PARANÁ	
Diuslene Rodrigues da Silva	

DOI 10.22533/at.ed.7311923127

CAPÍTULO 8 93

SELEÇÃO DE CULTIVARES DE SOJA PARA A TOLERÂNCIA AO ESTRESSE HÍDRICO

Rogério do Carmo Cabral

Kátia Cristina da Silva

Fábio Steiner

DOI 10.22533/at.ed.7311923128

CAPÍTULO 9 105

TOLERÂNCIA DE CULTIVARES DE SOJA À TOXICIDADE DE ALUMÍNIO

Rogério do Carmo Cabral

Kátia Cristina da Silva

Fábio Steiner

DOI 10.22533/at.ed.7311923129

SOBRE O ORGANIZADOR..... 118

ÍNDICE REMISSIVO 119

SELEÇÃO DE CULTIVARES DE SOJA PARA A TOLERÂNCIA AO ESTRESSE HÍDRICO

Rogério do Carmo Cabral

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Cassilândia – MS
<http://lattes.cnpq.br/1939405933277824>

Kátia Cristina da Silva

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS)
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Cassilândia – MS
<http://lattes.cnpq.br/9830675705552787>

Fábio Steiner

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS)
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Cassilândia – MS
<http://lattes.cnpq.br/3317315784649450>

RESUMO: O estresse hídrico é apontado como o principal fator abiótico que limita a germinação e o estabelecimento das plantas de soja [*Glycine max* (L.) Merrill.]. Estudos que visam identificar cultivares com maior tolerância ao estresse hídrico despontam como de grande interesse para a pesquisa agrícola. A pesquisa foi conduzida com a finalidade de avaliar a tolerância de 25 cultivares de soja ao estresse hídrico durante a fase de germinação e crescimento inicial das plântulas. Os estresse

hídrico foi induzido pela exposição das sementes em solução com potencial osmótico de $-0,30$ MPa preparada com polietilenoglicol PEG-6000 ($151,403 \text{ g L}^{-1}$) por 10 dias à $25 \text{ }^\circ\text{C}$. A partir dos dados de germinação, comprimento e matéria seca das plântulas em condições de estresse hídrico e condições controle foram calculados os índices de tolerância de estresse (ITE). As cultivares de soja RK 8317 IPRO, TMG 2383 IPRO, TMG 7061 IPRO, TMG 7063 IPRO e ST 777 IPRO possuem maior tolerância ao estresse hídrico, e são as mais indicadas para serem semeadas em condições de baixa disponibilidade de água no solo. As cultivares de soja NS 8399 IPRO, NS 7007 IPRO, NS 7505 IPRO, RK 8115 IPRO e TMG 2381 IPRO possuem maior susceptibilidade ao estresse hídrico, e não devem ser recomendadas para o cultivo em condições de baixa disponibilidade hídrica.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max* (L.) Merrill., potencial osmótico, índice de tolerância.

SELECTION OF SOYBEAN CULTIVARS FOR TOLERANCE TO WATER STRESS

ABSTRACT: Water stress is the main abiotic factor that limit the germination and establishment of soybean plants [*Glycine max* (L.) Merrill.]. Studies that aim to identify cultivars with greater tolerance to water stress are of great interest

for agricultural research. The research was conducted to evaluate the tolerance of 25 soybean cultivars to water stress during the germination phase and initial seedling growth. Water stress were induced by seed exposure in solution with osmotic potential of -0.30 MPa prepared with polyethylene glycol PEG-6000 (151.403 g L^{-1}) for 10 days. at $25 \text{ }^\circ\text{C}$. From seedling germination, length and dry matter data under water stress and control conditions, stress tolerance indices (ITE) were calculated. The RK 8317 IPRO, TMG 2383 IPRO, TMG 7061 IPRO, TMG 7063 IPRO and ST 777 IPRO soybean cultivars have higher tolerance to water stress, and are best suited for sowing under conditions of low soil water availability. The soybean cultivars NS 8399 IPRO, NS 7007 IPRO, NS 7505 IPRO, RK 8115 IPRO and TMG 2381 IPRO are more susceptible to water stress and should not be recommended for cultivation under conditions of low water availability.

KEYWORDS: *Glycine max* (L.) Merrill., osmotic potential, tolerance index.

INTRODUÇÃO

A região do Cerrado é a maior produtora de soja do país, representando cerca de 60% da produção nacional (DICKIE et al., 2016). A produção agrícola nesta região está focada no cultivo de duas culturas por safra agrícola, na qual os agricultores cultivam principalmente soja/milho ou soja/algodão. Porém, a viabilidade técnica e econômica desses modelos de produção agrícola somente são alcançados quando a semeadura da soja, com cultivares precoces ou superprecoces, for realizada até o início do mês de novembro. No entanto, como a região do Cerrado brasileiro tem uma estação seca muito prolongada durante o período de inverno (entre maio e setembro), em muitas situações, os agricultores realizam a semeadura da cultura da soja sob condições inadequadas de umidade do solo para suportar a germinação das sementes e o estabelecimento inicial das plantas no campo.

A baixa disponibilidade de água no solo no momento da semeadura da soja pode reduzir e atrasar o processo de germinação devido à redução na taxa de absorção de água pelas sementes, resultando no inadequado estabelecimento do estande de plantas (PATANÈ et al., 2013; STEINER et al., 2019). Portanto, esta estação seca durante o período de inverno na região do Cerrado impõe muitos desafios à produção nacional de soja, especialmente para a semeadura antecipada. Estudos que visam avaliar e identificar cultivares de soja com maior tolerância à seca durante as fases de germinação e de estabelecimento das plântulas são importantes para a pesquisa agropecuária.

A germinação das sementes é a primeira e a fase mais sensível e crítica para o ciclo de vida das plantas, e o estresse hídrico é o principal fator ambiental que restringe o adequado estabelecimento das culturas (PETROVIC et al., 2016; STEINER et al., 2017; QUEIROZ et al., 2019). A restrição hídrica desempenha importante papel na determinação da taxa de germinação das sementes e no crescimento inicial das plantas (PATANÈ et al., 2013; STEINER et al., 2019; QUEIROZ et al., 2019). Uma

cultivar com germinação mais rápida sob condições de restrição hídrica pode alcançar um rápido estabelecimento de plantas no campo, resultando em maiores rendimentos de grãos.

Muitos fatores podem afetar as respostas das plantas ao estresse hídrico como genótipo e espécies de planta, estágio de crescimento, severidade e duração do estresse, dentre outros fatores ambientais (PATANÈ et al., 2013; PETROVIC et al., 2016; STEINER; ZUFFO, 2019; QUEIROZ et al., 2019). Diferenças genéticas na tolerância à estresses abióticos em condições de cultivo protegido têm sido reportadas em cultivares de soja brasileiras (ZOZ et al., 2013), o que pode ser útil na identificação de genótipos mais adaptados a sementeiras sob condições ambientais adversas. No entanto, embora alguns estudos tenham reportado os efeitos do estresse hídrico no processo de germinação das sementes de soja (SOARES et al., 2015), nenhum estudo investigou os efeitos adversos desses estresses abióticos através dos métodos de análises multivariadas utilizando diferentes índices de tolerância aos estresses para um número representativo de cultivares de soja.

Este estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar a tolerância de 25 cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill.] ao estresse hídrico durante as fases de germinação e crescimento inicial das plântulas.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi realizado em condições de laboratório para testar os efeitos do estresse hídrico na germinação e no crescimento inicial das plântulas em 25 cultivares de soja. Inicialmente, foram determinados o teor de água, a massa de mil sementes e a taxa de germinação das sementes. As principais características agronômicas e intrínsecas das sementes de soja são mostradas na Tabela 1.

Cultivar	Características Agronômicas		Teor de água (%)	Massa de 1000 sementes (g)	Germinação (%)
	Ciclo médio ¹	GMR			
TMG 2383 IPRO	120	8,3	9,51	175	87
TMG 2381 IPRO	120	8,1	9,77	160	100
TMG 2378 IPRO	125	7,8	8,96	165	96
TMG 7067 IPRO	112	7,2	9,87	170	100
TMG 7063 IPRO	110	7,0	9,75	175	86
TMG 2165 IPRO	112	6,5	9,14	180	98
TMG 7061 IPRO	110	6,1	10,17	185	98
97R50 IPRO	115	7,5	8,15	190	100

98R31 IPRO	130	8,3	9,89	175	97
98R35 IPRO	130	8,3	9,57	180	98
HO Cristalino IPRO	125	8,3	8,93	160	100
HO Maracaí IPRO	120	7,7	9,60	170	87
HO Paranaíba IPRO	115	7,4	9,75	210	93
BMX Foco IPRO	110	7,2	9,11	175	83
BMX Bônus IPRO	120	7,9	9,42	185	100
ST 777 IPRO	108	7,7	9,41	155	100
ST 797 IPRO	110	7,9	9,45	150	100
RK 8115 IPRO	120	8,1	9,02	200	96
RK 6719 IPRO	105	6,7	9,57	190	100
RK 7518 IPRO	112	7,5	10,08	180	100
RK 8317 IPRO	125	8,3	10,46	185	88
M 5917 IPRO	95	5,9	9,42	170	93
NS 8399 IPRO	120	8,3	9,02	185	89
NS 7007 IPRO	98	7,1	9,77	210	99
NS 7505 IPRO	118	7,5	8,97	200	84

Tabela 1. Características agrônômicas, teor de água, massa de mil sementes e germinação das 25 cultivares de soja utilizadas no estudo

1 Ciclo médio, em dias, da emergência ao ponto de colheita. GMR: Grupo de maturidade relativa.

As sementes foram previamente esterilizadas com hipoclorito de sódio 1% (v/v) durante 10 minutos, e então lavadas em água corrente e colocadas para germinar sob condições de estresse hídrico induzido por solução com potencial osmótico de $-0,30$ MPa preparada com polietilenoglicol (PEG-6000). A quantidade de PEG-6000 adicionada para obter a solução com potencial osmótico de $-0,30$ MPa foi determinada pela equação de Michel & Kaufmann (1973): $\Psi_s = [-(1,18 \times 10^{-2}) C - (1,18 \times 10^{-4}) C^2 + (2,67 \times 10^{-4}) CT + (8,39 \times 10^{-7}) C^2T]/10$, em que Ψ_s é o potencial osmótico (MPa); C é a concentração (g L⁻¹ de PEG-6000); e T é a temperatura (°C). Como controle foi utilizado água destilada com potencial osmótico $\Psi_s = 0,00$ MPa.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pelas 25 cultivares de soja expostas ao estresse hídrico e condições controle. Quatro subamostras de 25 sementes foram colocadas para germinar sobre três folhas de papel-toalha Germitest®, previamente umedecidas com as diferentes soluções em quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa seca do papel. Em seguida, foram confeccionados rolos, os quais foram mantidos em câmara de germinação sob temperatura constante de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas, durante 10 dias.

Foram consideradas sementes germinadas quando estas apresentaram protrusão

da radícula, com no mínimo 5,0 mm de comprimento. Após a determinação da taxa de germinação, 10 plântulas foram escolhidas aleatoriamente para a mensuração do comprimento e a matéria seca da parte aérea e das raízes. O comprimento da parte aérea (CPA) e das raízes (CR) foi mensurado com auxílio de uma régua graduada em milímetros. A matéria seca da parte aérea (MSPA) e das raízes (MSR) foi determinada em balança analítica após secagem do material vegetal em estufa à 85 °C, por 48 h.

Os índices de tolerância de estresse (ITE) foram calculados, a partir dos dados de germinação, comprimento de plântulas e de matéria seca de plântulas expostas às condições de estresse hídrico e controle, utilizando-se as seguintes equações propostas por Partheeban et al. (2017):

$$ITE-G = (\text{Germinação de sementes sob estresse} / \text{Germinação de sementes do controle}) \times 100$$
$$ITE-CPA = (\text{Comprimento da parte aérea das plantas sob estresse} / \text{Comprimento da parte aérea das plantas do controle}) \times 100$$
$$ITE-CR = (\text{Comprimento da raiz das plantas sob estresse} / \text{Comprimento da raiz das plantas do controle}) \times 100$$
$$ITE-CT = (\text{Comprimento total das plantas sob estresse} / \text{Comprimento total das plantas do controle}) \times 100$$
$$ITE-MSPA = (\text{Matéria seca da parte aérea das plantas sob estresse} / \text{Matéria seca da parte aérea das plantas do controle}) \times 100$$
$$ITE-MSR = (\text{Matéria seca das raízes das plantas sob estresse} / \text{Matéria seca das raízes das plantas do controle}) \times 100$$
$$ITE-MST = (\text{Matéria seca total das plantas sob estresse} / \text{Matéria seca total das plantas do controle}) \times 100$$

Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias das cultivares de soja foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. As análises foram realizadas utilizando-se o software Sisvar versão 5.6 para Windows.

A identificação dos cultivares tolerantes e, ou suscetíveis aos estresses hídrico foi realizada com base em todos os índices de tolerância de estresse (ITE), por meio do método do ranqueamento conforme apresentado por Farshadfar et al. (2012). Uma cultivar com o maior valor para cada um dos índices de tolerância de estresse recebeu uma pontuação de classificação igual a 1, ao passo que a cultivar com o menor valor para cada um dos índices de tolerância de estresse recebeu uma pontuação de classificação igual a 25. Foram calculados a pontuação média do ranqueamento (R) e o desvio padrão dos ranqueamentos (DPR) para todos os índices de tolerância de estresse das 25 cultivares de soja em condições de estresse hídrico.

A discriminação das cultivares de soja quanto a tolerância ao estresse hídrico apenas com base no valor médio do ranqueamento e no desvio padrão do ranqueamento não se tem mostrado eficaz para classificar as cultivares em distintos níveis de tolerância aos estresses abióticos. Portanto, neste estudo foi proposto um

aprimoramento do método do ranqueamento, inicialmente, utilizado por Farshadfar et al. (2012). A classificação e separação das cultivares de soja em níveis de tolerância foi realizada com base na pontuação média do ranqueamento de cada cultivar e considerando o valor do quartil que divide as 25 posições possíveis de ranqueamento em quatro partes iguais.

Análise multivariada pelo método de agrupamentos hierárquico foram realizadas com base na distância Euclidiana e no método de variância mínima de Ward para classificar as 25 cultivares de soja em diferentes de níveis de tolerância ao estresse hídrico (cultivares tolerantes, moderadamente tolerantes, moderadamente suscetíveis e cultivares suscetíveis). Análise de componentes principais (ACP) com base na matriz de covariância dos índices de tolerância de estresse e análise biplot foram realizadas utilizando-se o software estatístico Action Stat Pro® versão 3.6 para Windows.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O índice de tolerância de estresse para a germinação (ITE-G) permitiu separar as cultivares de soja em dois grupos distintos, em que as cultivares TMG 7063 IPRO, TMG 2378 IPRO, 98R31 IPRO, TMG 2165 IPRO, HO Maracaí IPRO, HO Maracaí IPRO, TMG 7061 IPRO, TMG 2383 IPRO e NS 7505 IPRO representaram o grupo com maior índice de tolerância ao estresse hídrico (Tabela 2). O índice de tolerância de estresse para o comprimento da parte aérea (ITE-CPA) das plantas permitiu separar as cultivares de soja em quatro grupos distintos, em que as cultivares TMG 7063 IPRO e 98R35 IPRO representaram o grupo com maior índice de tolerância ao estresse hídrico, e as cultivares HO Maracaí IPRO, HO Paranaíba IPRO, RK 7518 IPRO, RK 8115 IPRO, M 5917 IPRO, TMG 2165 IPRO, BMX Bônus IPRO, NS 7007 IPRO, TMG 2381 IPRO, TMG 7067 IPRO, RK 6719 IPRO e TMG 2378 IPRO representaram o grupo com menor índice de tolerância ao estresse hídrico (Tabela 2).

O índice de tolerância de estresse para o comprimento das raízes (ITE-CR) das plantas expostas ao estresse hídrico permitiu classificar as cultivares de soja em cinco grupos distintos, em que o grupo com maior índice de tolerância ao estresse hídrico foi representado pela cultivar RK 8317 IPRO, e as cultivares HO Cristalino IPRO, ST 797 IPRO, NS 7505 IPRO, TMG 2381 IPRO, NS 7007 IPRO, NS 8399 IPRO e RK 8115 IPRO foram classificadas no grupo com menor índice de tolerância ao estresse hídrico (Tabela 2).

Cultivar	ITE-G	ITE-CPA	ITE-CR	ITE-CT	ITE-MSPA	ITE-MSR	ITE-MST
----- (%) -----							

TMG 2383 IPRO	91 a	12 b	165 b	80 b	18 a	139 a	43 b
TMG 2381 IPRO	89 b	7 c	86 e	48 e	12 c	105 b	35 d
TMG 2378 IPRO	95 a	6 c	122 d	62 d	8 c	119 b	34 d
TMG 7067 IPRO	88 b	7 c	130 d	61 d	11 c	118 b	43 b
TMG 7063 IPRO	96 a	29 a	160 b	90 a	18 a	115 b	51 a
TMG 2165 IPRO	94 a	8 d	118 d	61 d	14 b	112 b	43 b
TMG 7061 IPRO	91 a	11 c	142 c	79 b	14 b	122 b	50 a
97R50 IPRO	87 b	10 c	115 d	59 d	10 c	110 b	40 c
98R31 IPRO	95 a	11 c	121 d	66 d	10 c	105 b	37 c
98R35 IPRO	90 b	27 a	111 d	70 c	15 b	112 b	40 c
HO Cristalino IPRO	85 b	10 c	102 e	55 e	13 c	89 c	37 c
HO Maracaí IPRO	91 a	9 d	106 d	56 d	14 b	101 b	39 c
HO Paranaíba IPRO	93 a	9 d	124 d	59 d	11 c	110 b	39 c
BMX Foco IPRO	90 b	16 b	120 d	68 d	15 b	92 c	36 c
BMX Bônus IPRO	87 b	7 d	110 d	52 e	10 c	120 b	37 c
ST 777 IPRO	91 a	17 b	113 d	64 d	16 a	160 a	48 a
ST 797 IPRO	85 b	15 b	100 e	60 d	11 c	87 c	31 b
RK 8115 IPRO	89 b	8 d	80 e	45 e	12 c	106 b	40 c
RK 6719 IPRO	88 b	6 d	113 d	59 d	10 c	103 b	37 c
RK 7518 IPRO	86 b	8 d	129 d	65 d	11 c	115 b	42 b
RK 8317 IPRO	95 a	11 c	193 a	81 b	15 b	153 a	46 a
M 5917 IPRO	86 b	8 d	127 d	62 d	14 b	101 b	38 c
NS 8399 IPRO	89 b	10 c	80 e	52 e	12 c	58 d	28 d
NS 7007 IPRO	86 b	7 d	84 e	45 e	12 c	79 c	31 d
NS 7505 IPRO	91 a	11 c	87 e	60 d	12 c	92 c	34 d
Média	90	11	117	62	13	109	39
CV (%)	5,29	17,48	12,41	9,79	16,44	13,24	8,47

Tabela 2. Índices de tolerância de estresse para a germinação e o crescimento inicial das plântulas das 25 cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill.] expostas ao estresse hídrico

Média seguida de letras distintas, na coluna, mostra diferença significativa pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. CV: coeficiente de variação. ITE-G: Índice de tolerância de estresse para germinação. ITE-CPA: Índice de tolerância de estresse para comprimento da parte aérea. ITE-CR = Índice de tolerância de estresse para comprimento da raiz. ITE-CT: Índice de tolerância de estresse para comprimento total das plantas. ITE-MSPA: Índice de tolerância de estresse para matéria seca da parte aérea. ITE-MSR: Índice de tolerância de estresse para matéria seca das raízes. ITE-MST: Índice de tolerância de estresse para matéria seca total das plantas.

O comprimento da parte aérea das plantas de soja expostas ao estresse hídrico representou, em média, apenas 11% do comprimento da parte aérea das plantas do tratamento controle, ao passo que o comprimento das raízes sob condições de estresse hídrico representou, em média, 117% do comprimento das raízes do tratamento controle (Tabela 2). Estes resultados indicam que o crescimento da parte aérea das plantas de soja foi mais afetado pelas condições de estresse hídrico quando comparado ao crescimento das raízes.

O índice de tolerância de estresse para o comprimento total (ITE-CT) das plantas permitiu classificar as cultivares de soja em cinco grupos, em que a cultivar TMG 7063 IPRO foi classificada no grupo com maior índice de tolerância ao estresse hídrico, ao passo que o grupo com menor índice de tolerância ao estresse hídrico foi representado pelas cultivares HO Cristalino IPRO, BMX Bônus IPRO, NS 8399 IPRO, TMG 2381 IPRO, NS 7007 IPRO e RK 8115 IPRO (Tabela 2). O índice de tolerância de estresse para a matéria seca da parte aérea (ITE-MSPA) das plantas expostas ao estresse hídrico permitiu separar as cultivares de soja em três grupos, em que o grupo com maior índice de tolerância ao estresse hídrico foi representado pelas cultivares TMG 2383 IPRO, TMG 7063 IPRO e ST 777IPRO, ao passo que o grupo com menor índice de tolerância ao estresse hídrico foi representado por 15 cultivares de soja (Tabela 2).

O índice de tolerância de estresse para a matéria seca das raízes (ITE-MSR) das plantas permitiu classificar as cultivares de soja em quatro grupos, em que o grupo com maior índice de tolerância ao estresse hídrico foi representado pelas cultivares ST 777 IPRO, RK 8317 IPRO e TMG 2383 IPRO, e a cultivar NS 8399 IPRO foi classificada no grupo com menor índice de tolerância ao estresse hídrico (Tabela 2). O índice de tolerância de estresse para a matéria seca total (ITE-MST) das plantas de soja expostas ao estresse hídrico permitiu classificar as cultivares em quatro grupos, em que as cultivares TMG 7063 IPRO, TMG 7061 IPRO, ST 777 IPRO e RK 8317 IPRO foram classificadas no grupo com maior índice de tolerância ao estresse hídrico, ao passo que o grupo com menor índice de tolerância ao estresse hídrico foi representado pelas cultivares TMG 2381 IPRO, TMG 2378 IPRO, NS 7505 IPRO, ST 797 IPRO, NS 7007 IPRO e NS 8399 IPRO (Tabela 2).

A identificação de cultivares de soja tolerantes ou suscetíveis aos estresses hídrico com base em apenas um único critério ou índice de tolerância de estresse pode ser contraditória (Tabela 2). Por exemplo, de acordo com o ITE-CPA as cultivares de soja TMG 7063 IPRO e 98R35 IPRO foram consideradas tolerantes ao estresse hídrico, enquanto que de acordo com o ITE-MSR as cultivares TMG 2383 IPRO, ST 777 IPRO e RK 8317 IPRO foram consideradas as mais tolerantes ao estresse hídrico. Portanto, a diferenciação e a separação dos cultivares em diferentes níveis de tolerância aos estresses abióticos deve ser realizada levando-se em consideração todos os índices de tolerância de estresse.

Cultivar	Índice de Tolerância de Estresse (ITE)							\bar{R}	DP _R	Nível de Tolerância†
	G	CPA	CR	CT	MSPA	MSR	MST			
TMG 2383 IPRO	9	7	2	3	1	3	7	4,6	2,7	T
TMG 2381 IPRO	14	22	22	23	13	15	20	18,4	3,8	MS
TMG 2378 IPRO	3	25	9	10	25	6	21	14,1	8,2	MS
TMG 7067 IPRO	17	23	5	13	20	7	5	12,9	6,2	MT
TMG 7063 IPRO	1	1	3	1	2	9	1	2,6	2,0	T
TMG 2165 IPRO	5	19	12	12	7	11	6	10,3	3,7	MT
TMG 7061 IPRO	7	8	4	4	9	4	2	5,4	2,2	T

97R50 IPRO	19	12	13	18	23	13	11	15,6	3,8	MS
98R31 IPRO	2	9	10	7	22	16	15	11,6	5,2	MT
98R35 IPRO	12	2	16	5	6	10	9	8,6	3,6	MT
HO Cristalino IPRO	24	13	19	20	11	22	18	18,1	3,6	MS
HO Maracá IPRO	8	14	18	19	10	19	12	14,3	3,8	MS
HO Paranaíba IPRO	6	15	8	17	19	12	13	12,9	3,6	MT
BMX Foco IPRO	13	4	11	6	4	20	19	11,0	5,4	MT
BMX Bônus IPRO	20	20	17	21	21	5	16	17,1	3,8	MS
ST 777 IPRO	11	3	14	9	3	1	3	6,3	4,3	T
ST 797 IPRO	25	5	20	14	18	23	23	18,3	5,1	MS
RK 8115 IPRO	16	17	25	24	16	14	10	17,4	4,0	MS
RK 6719 IPRO	18	24	15	16	24	17	17	18,7	3,0	MS
RK 7518 IPRO	23	16	6	8	17	8	8	12,3	5,5	MT
RK 8317 IPRO	4	10	1	2	5	2	4	4,0	2,0	T
M 5917 IPRO	21	18	7	11	8	18	14	13,9	4,4	MS
NS 8399 IPRO	15	11	24	22	14	25	25	19,4	5,2	S
NS 7007 IPRO	22	21	23	25	15	24	24	22,0	2,3	S
NS 7505 IPRO	10	6	21	15	12	21	22	15,3	5,2	MS

Tabela 3. Ranqueamento, pontuação média do ranqueamento (R) e desvio padrão do ranqueamento (DPR) para os índices de tolerância de estresse hídrico para as 25 cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill.]. UEMS/Cassilândia, 2019.

† T = refere-se a uma cultivar de soja tolerante ao estresse hídrico, recebendo pontuação média do ranqueamento (R) de 1 a 7,0; MT = cultivar moderadamente tolerante com pontuação média do ranqueamento (R) de 7,1 a 13,0; MS = cultivar moderadamente suscetível com pontuação média do ranqueamento (R) de 13,1 a 19,0; S = cultivar de soja suscetível ao estresse hídrico com a pontuação média do ranqueamento (R) de 19,1 a 25.

Considerando todos os índices de tolerância ao estresse hídrico, as cultivares de soja TMG 2383 IPRO, TMG 7063 IPRO, TMG 7061 IPRO, ST 777 IPRO e RK 8317 IPRO tiveram a melhor classificação média pelo método do ranqueamento e, portanto, estas cultivares foram classificadas como tolerantes ao estresse hídrico. As cultivares NS 8399 IPRO e NS 7007 IPRO receberam as maiores pontuações no método do ranqueamento e, então, foram classificadas como suscetíveis ao estresse hídrico (Tabela 3).

A análise multivariada de agrupamento hierárquico das 25 cultivares com base em todos os índices de tolerância de estresse hídrico agrupou as cultivares de soja em quatro grupos com 4, 3, 8 e 10 cultivares, respectivamente (Figura 1). O primeiro grupo foi representado pelas cultivares com os maiores índices de tolerância de estresse e, portanto, foi considerado o grupo mais tolerante as condições de estresse hídrico. O segundo e o quarto grupo representou as cultivares com valores intermediários dos índices de tolerância e, então, foram classificadas como moderadamente tolerante e moderadamente suscetível ao estresse hídrico, respectivamente. Por sua vez, o terceiro grupo representou as cultivares com os menores índices de tolerância e, portanto, as cultivares pertencentes a este grupo são as mais suscetíveis aos efeitos negativos do estresse hídrico (grupo suscetível). As cultivares de soja ST 777 IPRO,

TMG 7061 IPRO, TMG 2383 IPRO e RK 8317 IPRO foram identificadas como as mais tolerantes ao estresse hídrico, ao passo que as cultivares TMG 2381 IPRO, RK 8115 IPRO, HO Maracaí IPRO, NS 7505 IPRO, HO Cristalino IPRO, ST 797 IPRO, NS 8399 IPRO e NS 7007 IPRO foram classificadas como as mais suscetíveis ao estresse hídrico (Figura 1).

O primeiro componente principal explica 80,23% da variação total (Figura 2). Os índices de tolerância de estresse hídrico para o comprimento da raiz (ITE-CR) e para a matéria seca das raízes (ITE-MSR) possuem pesos negativamente altos no primeiro componente principal, $-0,775$ e $-0,544$, respectivamente. Portanto, quanto maior a nota desses índices de tolerância, menor é o escore do primeiro componente principal, e, então, a cultivar pode ser considerada tolerante ao estresse hídrico. Por sua vez, os índices de tolerância de estresse para a germinação (ITE-G), comprimento da parte aérea (ITE-CPA) e matéria seca da parte aérea (ITE-MSPA) praticamente não afetam o primeiro componente principal, pois o seu peso é muito baixo, $-0,049$, $-0,048$ e $-0,039$, respectivamente.

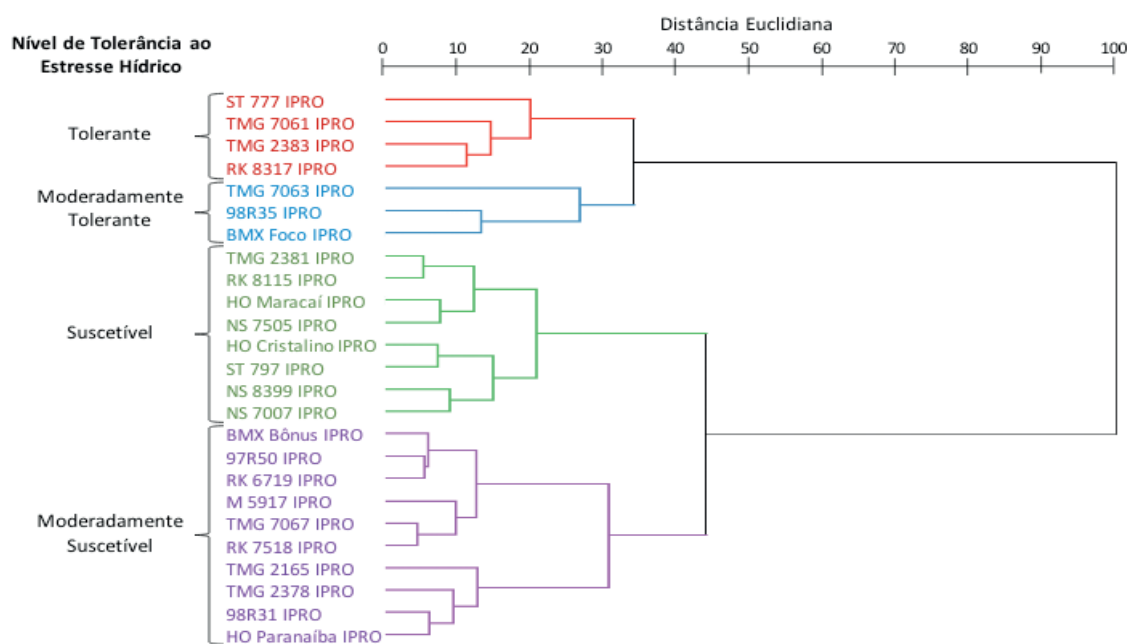


Figura 1. Dendrograma da análise de agrupamento hierárquico das 25 cultivares de soja com base na distância Euclidiana e no método de variância mínima de Ward utilizando os índices de tolerância de estresse hídrico (ITE-G, ITE-CPA, ITE-CR, ITE-CT, ITE-MSPA, ITE-MSR, e ITE-MST).

O primeiro componente principal pode ser interpretado como um índice de desempenho global da tolerância das cultivares de soja ao estresse hídrico. Como os pesos são negativos, quando maior for os índices de tolerância de estresse hídrico, menor é o valor desse componente e melhor é o índice global de tolerância da cultivar de soja. Portanto, escore mais baixo no primeiro componente principal indica que o índice de tolerância da cultivar é melhor. As cultivares de soja RK 8317 IPRO, TMG 2383 IPRO, TMG 7063 IPRO, TMG 7061 IPRO e ST 777 IPRO tiveram os melhores

índices de desempenho global, respectivamente, e, portanto, estas cultivares foram classificadas como tolerantes ao estresse hídrico. Por sua vez, as piores índices de desempenho global foram observados nas cultivares de soja NS 8399 IPRO, NS 7007IPRO, NS 7505 IPRO, RK 8115 IPRO e TMG 2381 IPRO, e estas cultivares foram classificadas como suscetíveis ao estresse hídrico.

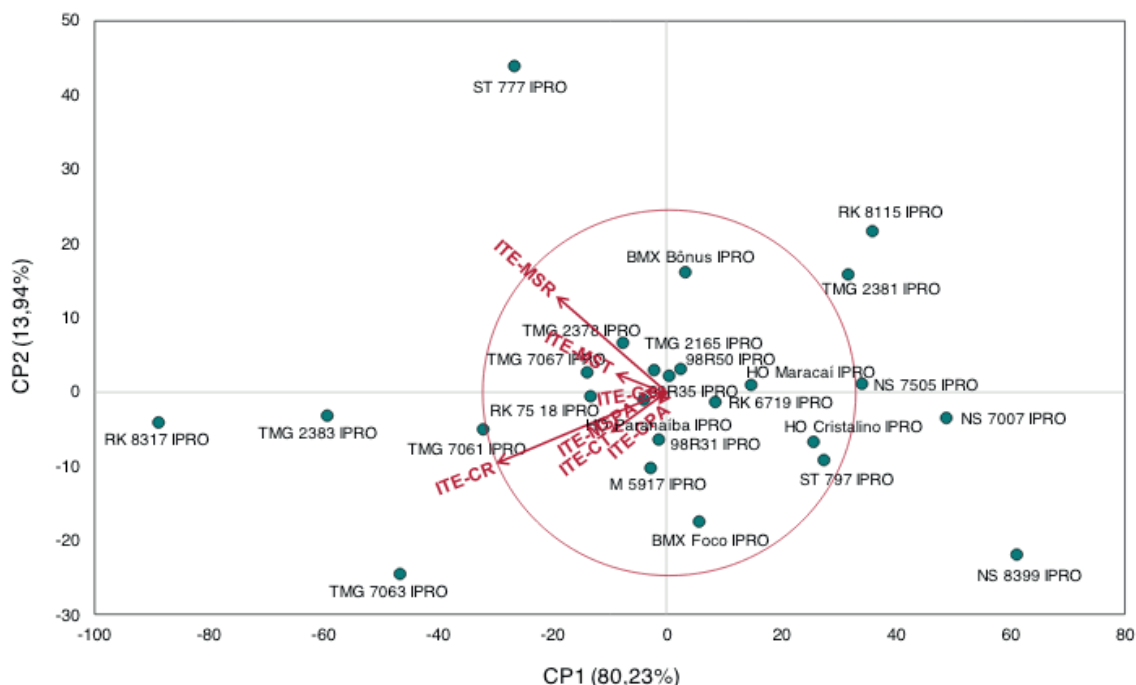


Figura 2. Diagrama biplot com base nos primeiro e segundo componente principal dos índices de tolerância de estresse hídrico (ITE-G, ITE-CPA, ITE-CR, ITE-CT, ITE-MSPA, ITE-MSR, e ITE-MST).

Os menores escores do primeiro componente principal obtidos para o ITE-CR e ITE-MSR indicam que os índices de tolerância de estresse hídrico baseados nas características morfológicas das raízes, como comprimento das raízes e matéria seca das raízes, são mais sensíveis e adequados para identificar os cultivares de soja quanto a tolerância ao estresse hídrico.

CONCLUSÕES

As cultivares de soja RK 8317 IPRO, TMG 2383 IPRO, TMG 7061 IPRO, TMG 7063 IPRO e ST 777 IPRO possuem maior tolerância ao estresse hídrico, e são as mais indicadas para serem semeadas em condições de baixa disponibilidade de água no solo.

As cultivares de soja NS 8399 IPRO, NS 7007 IPRO, NS 7505 IPRO, RK 8115 IPRO e TMG 2381 IPRO possuem maior susceptibilidade ao estresse hídrico, e não devem ser recomendadas para o cultivo em condições de baixa disponibilidade hídrica.

REFERÊNCIAS

- DICKIE, A., MAGNO, I., GIAMPIETRO, J., DOLGINOW, A. **Challenges and opportunities for conservation, agricultural production, and social inclusion in the Cerrado biome**. California Environmental Associates (CEA): San Francisco, CA-USA. 2016, 51p.
- FARSHADFAR, E.; POURSIABIDI, M. M.; ABOOGHADAREH, A. R. P. Repeatability of drought tolerance indices in bread wheat genotypes. **International Journal of Agriculture and Crop Sciences**, v. 4, p.891-903, 2012.
- MICHEL, B. E.; KAUFMANN, M. R. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. **Plant Physiology**, vol. 51, p. 914-916, 1973.
- PARTHEEBAN, C.; CHANDRASEKHAR, C.N.; JEYAKUMAR, P.; RAVIKESAVAN, R.; GNANAM, R. Effect of PEG induced drought stress on seed germination and seedling characters of maize (*Zea mays* L.) genotypes. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 6, p. 1095-1104, 2017.
- PATANÈ, C.; SAITA, A.; SORTINO, O. Comparative effects of salt and water stress on seed germination and early embryo growth in two cultivars of sweet sorghum. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v.199, p. 30-37, 2013.
- PETROVIĆ, G.; JOVIČIĆ, D.; NIKOLIĆ, Z.; TAMINDŽIĆ, G.; IGNJATOV, M.; MILOŠEVIĆ, D.; MILOŠEVIĆ, B. Comparative study of drought and salt stress effects on germination and seedling growth of pea. **Genetika**, v. 48, 373-381, 2016.
- QUEIROZ, M. S.; OLIVEIRA, C. E. S.; STEINER, F.; ZUFFO, A. M.; ZOZ, T.; VENDRUSCOLO, E. P.; SILVA, M. V.; MELLO, B. F. F. R.; CABRAL, R. C.; MENIS, F. T. Drought stresses on seed germination and early growth of maize and sorghum. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, p. 310-318, 2019.
- SOARES, M. M.; SANTOS JUNIOR, HAMILTON C.; SIMÕES, M. G.; PAZZIN, D.; SILVA, L. J. Estresse hídrico e salino em sementes de soja classificadas em diferentes tamanhos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, p. 370-378, 2015
- STEINER, F.; ZUFFO, A. M. Drought tolerance of four vegetable crops during germination and initial seedling growth. **Bioscience Journal**, p. 177-186, 2019.
- STEINER, F.; ZUFFO, A. M. ; BUSCH, A.; SOUSA, T. O.; ZOZ, T. Does seed size affect the germination rate and seedling growth of peanut under salinity and water stress? **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 49, p. 1-9, 2019.
- STEINER, F.; ZUFFO, A. M.; ZOZ, T.; ZOZ, A.; ZOZ, J. Drought tolerance of wheat and black oat crops at early stages of seedling growth. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, p. 576-586, 2017.
- ZOZ, T.; STEINER, F.; GUIMARÃES, V.F.; CASTAGNARA, D.D.; MEINERZ, C.C.; FEY, R. Peroxidase activity as an indicator of water deficit tolerance in soybean cultivars. **Bioscience Journal**, v. 29, p. 1664-1671, 2013.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acidente de Trânsito 85, 89, 91

Agricultores 31, 56, 57, 58, 59, 60, 66, 94

Atores 6, 11, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 69, 78, 80

D

Desenvolvimento Territorial 6, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 39, 68, 69, 70, 71, 72, 76, 77, 82, 83

Dinâmica pesqueira 41, 44, 54

E

Educação socioambiental 56

F

Floresta Atlântica 23, 28, 31

G

Gestão 5, 6, 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 19, 20, 23, 28, 29, 30, 31, 37, 39, 40, 41, 42, 53, 54, 55, 67, 68, 69, 73, 76, 77, 78, 83, 89, 91

Governança Territorial 16, 17, 18, 19, 22, 25, 26

H

História Ambiental 28

I

Índice de tolerância. 98, 99, 100, 102, 110, 111, 112, 113, 115

J

Juventude 85, 86

M

Monitoramento pesqueiro 6, 41, 42, 53

N

Nascentes 6, 31, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 67

P

Participação 6, 8, 10, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 24, 25, 26, 33, 37, 46, 71

Q

Qualidade da água 12, 31, 36, 56, 57, 58, 63, 64, 67

R

Região Oeste do Paraná 6, 85

Roteirização Turística 6, 68, 69, 70, 71, 72, 76, 82, 83

S

Saúde 6, 10, 56, 57, 60, 62, 63, 64, 66, 67, 85, 87, 88, 89, 90, 91

Segurança Hídrica 28, 30

Serra da Prata 28, 31, 35

V

Violência 85, 87, 91, 92

