

AGRONOMIA AVANÇOS E PERSPECTIVAS

VOLUME II

ALAN MARIO ZUFFO
JORGE GONZÁLEZ AGUILERA
ORGANIZADORES



Pantanal Editora

2021



Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
Organizadores

Agronomia
Avanços e perspectivas
Volume II



Pantanal Editora

2021

Copyright© Pantanal Editora

Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

Editores Executivos: Prof. Dr. Jorge González Aguilera e Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

Conselho Editorial

Grau acadêmico e Nome	Instituição
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos	OAB/PB
Profa. Msc. Adriana Flávia Neu	Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
Profa. Dra. Albys Ferrer Dubois	UO (Cuba)
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior	IF SUDESTE MG
Profa. Msc. Aris Verdecia Peña	Facultad de Medicina (Cuba)
Profa. Arisleidis Chapman Verdecia	ISCM (Cuba)
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva	UFESSPA
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo	UEA
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu	UNEMAT
Prof. Dr. Carlos Nick	UFV
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia	AJES
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos	UFGD
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva	UEMS
Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos	IFPA
Prof. Msc. David Chacon Alvarez	UNICENTRO
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira	IFMT
Profa. Dra. Denise Silva Nogueira	UFMG
Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão	URCA
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves	ISEPAM-FAETEC
Prof. Me. Ernane Rosa Martins	IFG
Prof. Dr. Fábio Steiner	UEMS
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza	UFF
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez	(Colômbia)
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles	UNAM (Peru)
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira	IFRR
Prof. Msc. Javier Revilla Armesto	UCG (México)
Prof. Msc. João Camilo Sevilla	Mun. Rio de Janeiro
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales	UNMSM (Peru)
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski	UFMT
Prof. Msc. Lucas R. Oliveira	Mun. de Chap. do Sul
Profa. Dra. Keyla Christina Almeida Portela	IFPR
Prof. Dr. Leandris Argentele-Martínez	Tec-NM (México)
Profa. Msc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan	Consultório em Santa Maria
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann	UFJF
Prof. Msc. Marcos Pisarski Júnior	UEG
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos	FAQ
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla	UNAM (Peru)
Profa. Msc. Mary Jose Almeida Pereira	SEDUC/PA
Profa. Msc. Núbia Flávia Oliveira Mendes	IFB
Profa. Msc. Nila Luciana Vilhena Madureira	IFPA
Profa. Dra. Patrícia Maurer	UNIPAMPA
Profa. Msc. Queila Pahim da Silva	IFB
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty	UO (Cuba)
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke	UFMS
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva	UFPI
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes	UFG
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo	UEMA
Profa. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos	IFB
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca	UFPI
Prof. Msc. Wesclen Vilar Nogueira	FURG
Profa. Dra. Yilan Fung Boix	UO (Cuba)
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme	UFT

Conselho Técnico Científico

- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Esp. Tayronne de Almeida Rodrigues
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

A281 Agronomia [livro eletrônico] : avanços e perspectivas: volume II /
Organizadores Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera. – Nova
Xavantina, MT: Pantanal, 2021. 83p.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-81460-05-1

DOI <https://doi.org/10.46420/9786581460051>

1. Agronomia – Pesquisa – Brasil. 2. Ecologia agrícola. I. Zuffo, Alan
Mario. II. Aguilera, Jorge González.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância da Pantanal Editora.

Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

APRESENTAÇÃO

Os avanços tecnológicos na Agronomia têm proporcionado o progresso da humanidade. Ao olharmos para o passado podemos observar a transformação que essa área de conhecimento promoveu na nossa agricultura e, conseqüentemente na produção de alimentos, no agronegócio e na indústria. Mas, essa formidável transformação tecnológica continua avançando e proporcionando a melhoria na produção de alimentos.

Graças a tais transformações, por exemplo, foi possível o cultivo de soja em baixas latitudes (< 15°). Essa leguminosa, que hoje tem destaque no cenário mundial, até 1960 se restringiam a cultivos em regiões de latitude superior a 22°. Após 1970, quebrou-se a barreira fotoperiódica da soja com a introdução da característica juvenilidade longa e, possibilitou seu cultivo em regiões com latitude inferior a 15°. O Brasil é pioneiro no cultivo de soja em regiões com latitude inferior a 20°. Outros fatos importantes no decorrer da história são: Revolução Verde (1970), o Sistema Plantio Direto (1980), a Biotecnologia (1990), a Agricultura de Precisão (2000), e diversas outras que surgirão para garantir uma agricultura mais eficiente e sustentável.

Ao depararmos com as frutas, grãos, legumes, tubérculos percebemos a importância da Agronomia para a alimentação da sociedade. Assim, os avanços tecnológicos promovem inúmeras benfeitorias. As perspectivas de avanço na Agronomia são excelentes, pois, conforme a história vem demonstrando, sempre é possível progredir, seja no melhoramento das cultivares, nas práticas de manejo do solo e das plantas, no desenvolvimento de novas técnicas, no aperfeiçoamento dos métodos já existente. Graças ao esforço nas áreas de pesquisa, ensino, extensão e produção, o avanço é constante. Assim, olhando os avanços do passado é possível ter perspectivas positivas no incremento quantitativo e qualitativo da produção de alimentos.

O e-book “Agronomia: avanços e perspectivas volume II” têm trabalhos que visam otimizar a produção e/ou promover maior sustentabilidade nas técnicas aplicadas nos sistemas de produção das plantas. Ao longo dos capítulos são abordados os seguintes temas: adubação potássica na cana-de-açúcar, aplicação de bactéria diazotrófica e nitrogênio em cobertura para o arroz de terras altas, cultivares de arroz de terras altas quanto a adaptação à salinidade, tolerância de genótipos de milho ao déficit hídrico, fontes e doses de nitrogênio no arroz e no milho, avaliação do valor nutritivo da silagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu) para alimentação de bovinocultura de leite, *Cynodon plectostachyus* Pilger como forragem alternativa para auxiliar a nutrição de animais em épocas de longa seca no nordeste brasileiro. Portanto, esses conhecimentos irão agregar muito aos seus leitores que procuram promover melhorias quantitativas e qualitativas na produção de alimentos e, ou melhorar a qualidade de vida da sociedade. Sempre em busca da sustentabilidade do planeta.

Aos autores dos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos na área de Ciência Agrárias, os agradecimentos dos

Organizadores e da Pantanal Editora. Por fim, esperamos que este e-book possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias e avanços para Agronomia. Assim, garantir uma difusão de conhecimento fácil, rápido para a sociedade.

Os organizadores

SUMÁRIO

Apresentação	4
Capítulo 1.....	7
Adubação potássica na cana-de-açúcar: uma revisão bibliográfica.....	7
Capítulo 2.....	20
Aplicação de bactéria diazotrófica, manejo de irrigação e nitrogênio em cobertura para o arroz de terras altas.....	20
Capítulo 3.....	29
Cultivares de arroz de terras altas apresentam distintos mecanismos morfológicos para adaptação à salinidade	29
Capítulo 4.....	37
Tolerância de genótipos de milho ao déficit hídrico em estágios iniciais de desenvolvimento.....	37
Capítulo 5.....	45
Fontes e doses de nitrogênio interferem na qualidade industrial e nos componentes de produção do arroz no sistema plantio direto.....	45
Capítulo 6.....	54
Doses de nitrogênio influenciam a produtividade do milho em sistema de preparo de solo convencional no Cerrado de baixa altitude	54
Capítulo 7.....	62
Avaliação do valor nutritivo da silagem de (<i>Brachiaria brizantha</i> (Hochst ex. A. Rich.) Stapf cv. Marandu) para alimentação de bovinocultura de leite.....	62
Capítulo 8.....	69
<i>Cynodon plectostachyus</i> Pilger como forragem alternativa para auxiliar a nutrição de animais em épocas de longa seca no nordeste brasileiro.....	69
Índice Remissivo	82
Sobre os organizadores.....	83

Tolerância de genótipos de milho ao déficit hídrico em estágios iniciais de desenvolvimento

Recebido em: 15/09/2021

Aceito em: 17/09/2021

 10.46420/9786581460051cap4

Renato Jaqueto Goes^{1*} 

Edson Lazarini² 

Marco Eustáquio de Sá² 

Jorge González Aguilera³ 

Alan Mario Zuffo⁴ 

INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays* L.) é cultivada em todos os Estados do Brasil e apresenta múltiplos usos tanto na alimentação animal, fabricação de etanol e alimentação humana. Esse cereal é cultivado em 19,8 milhões de hectares no Brasil com uma produtividade média de 4.231 kg ha⁻¹ (CONAB, 2020).

Esta espécie pertence à família Poaceae que é oriunda das Américas, pois lá que se encontram seus parentes selvagens mais próximos (Teosinte e *Tripsacum*). Este cereal é explorado desde os primórdios da agricultura, com evidências arqueológicas de que a domesticação teve início há mais de 10.000 anos tendo sido o principal cultivo de importantes civilizações, como a dos astecas, maias e incas (Paterniani; Campos, 2005).

Mesmo após um longo período de seleção, ainda apresenta significativa variabilidade genética o que lhe confere adaptabilidade aos mais diversos ambientes de cultivo. Com o aumento mundial crescente da demanda por este grão, novas áreas são exploradas e uma quantidade cada vez maior de fertilizantes é utilizada (Freire; Freire, 2007).

O principal elemento químico encontrado na maioria dos solos afetados por sais é o sódio (Na). Os sintomas de toxicidade estão associados à redução no crescimento e na produção, além do amarelecimento e murchamento das plantas. A função do Na nas plantas é similar à do potássio (K): é ativador a uma ampla gama de enzimas e da ATPase (transporte através da membrana, reduz a mobilidade da abertura de estômatos e é necessário no transporte de CO₂ até as células, onde é reduzido a carboidrato (Korndöfer, 2006).

¹ Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia (UFG/EA), Goiânia-GO.

² Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (UNESP/FEIS), Ilha Solteira-SP.

³ Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus Chapadão do Sul, Centro de Pesquisa de Chapadão do Sul-MS (UFMS/CPCS).

⁴ Editor chefe na Pantanal Editora.

* Autor correspondente: renatogoes@ufg.br

A baixa população de plantas em uma lavoura de milho provocada por tais condições provoca redução mais drástica na produtividade quando comparado a outras culturas que tem capacidade de emitir novas estruturas reprodutivas. Portanto, a adequação de genótipos tolerantes à salinidade é uma estratégia interessante no sistema de produção desta cultura, pois minimiza os impactos sobre o estande de plantas e previne perdas de produtividade (Goes et al., 2013).

A água é um dos fatores mais importantes que afetam a germinação, pois reativa o metabolismo e está envolvida de forma direta e indireta em todas as demais etapas da germinação (Marcos Filho, 2015). Em condições onde a solução do solo apresenta potencial osmótico pequeno, ocorre um atraso da germinação das sementes, devendo existir um valor mínimo do teor de água para que a semente germine, processo que depende da composição química e permeabilidade do tegumento da semente (Verslues et al., 2006). Nesse contexto, é de suma importância a presença de um teor de água no solo adequado para que seja possível iniciar a hidratação das sementes permitindo a reativação dos processos metabólicos, culminando no crescimento do eixo embrionário (Marcos Filho, 2015).

A absorção de água pelas raízes envolve o movimento desta de um local com baixa concentração de sais, como o solo, para locais com alta concentração, no interior das células as raízes. À medida que a concentração de sais no solo aumenta, o fluxo de água para as raízes diminui. Já quando a concentração de sais é mais alta no solo em relação ao interior das raízes, o movimento é invertido podendo causar até a dessecação das plantas (Taiz et al., 2017).

Neste contexto, o cultivo do milho em áreas com excesso de sais e baixa pluviosidade pode se tornar um grande entrave para a formação e manutenção do estande tendo consequências negativas na produtividade. Portanto, o conhecimento de cultivares que sejam tolerantes às condições salinas desde a germinação favorece a produção desta cultura e possibilita a exploração de novas áreas. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar Tolerância de genótipos de milho ao déficit hídrico em estágios iniciais de desenvolvimento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em Maio de 2014 no Laboratório de Análise de Sementes e Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, município de Ilha Solteira-SP. O DKB 350 PRO é um híbrido triplo de ciclo precoce com grãos de coloração alaranjada e textura semidura. Já o DKB 390 VT PRO 2 é um híbrido simples de ciclo precoce com grãos de coloração amarelo-alaranjada e textura semidura. No Brasil, ambos são recomendados para o cultivo nas regiões Centro-Oeste, Sul, Sudeste e nos Estados de Rondônia e Acre.

Antes da semeadura, as sementes de milho foram tratadas com imidacloprido + tiodicarbe (3,0 + 5,0 g kg⁻¹). Em seguida foram realizadas as seguintes avaliações: a) teste de germinação – foram utilizadas 200 sementes por tratamento (quatro repetições de 50 sementes), em rolos de papel germitest, umedecidos com as soluções salinas na proporção de 2,5 vezes a massa deste substrato seco e a

temperatura foi mantida a 25°C durante a condução do teste. A contagem final foi realizada aos sete dias após a semeadura considerando-se porcentagem de plântulas normais obtidas em cada repetição (Brasil, 2009); b) primeira contagem (vigor): realizada concomitantemente com o teste de germinação. Nesta foi verificada o total de plântulas normais obtidas no quarto dia após a instalação do teste, sendo os resultados expressos em porcentagem (Brasil, 2009); c) índice de velocidade de germinação (IVG) - realizado juntamente com teste padrão de germinação e calculado conforme a fórmula a seguir proposta por Maguire (1962): $IVG = (G1/N1) + (G2/N2) + \dots + (Gn/Nn)$ onde, IVG = índice de velocidade de germinação; G1, G2 e Gn = número de plântulas normais, computadas na primeira, na segunda e na última contagem; N1, N2, Nn = número de dias de semeadura referentes à primeira, segunda e última contagem respectivamente; d) Matéria seca de plântulas – foram escolhidas aleatoriamente 20 plântulas normais por repetição originadas na contagem final do teste de germinação. Estas, após ser retirado o cotilédone foram acondicionadas em sacos de papel e levadas em estufa de ventilação forçada onde permaneceram por 72 horas a 65°C. Posteriormente, as repetições foram pesadas em balança de precisão 0,001 g e os valores de massa seca obtidos em cada repetição foram divididos pelo número de plântulas utilizadas, com os resultados expressos em miligramas por plântula ($mg\ pl^{-1}$); e) Teor de água – avaliado mediante a relação entre a massa seca da plântulas com a quantidade de água absorvida referente à pesagem das plântulas verdes antes da secagem na estufa sendo os resultados expressos em $mL\ g^{-1}$; f) Comprimento do hipocótilo, da radícula e da plântula - com auxílio de régua milimetrada mediu-se o comprimento total das plântulas, do hipocótilo e da radícula em 20 plântulas normais por repetição na contagem final do teste de germinação e os resultados foram expressos em cm.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 5 com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de dois híbridos de milho (DKB 350 PRO e DKB 390 PRO 2) e cinco concentrações de NaCl na solução germinativa (0,000; 1,309; 2,618; 3,927 e 5,236 $g\ L^{-1}$) o que corresponde aos potenciais osmóticos de 0; -10, -20, -30 e -40 MPa.

Entre os híbridos as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 1 e 5% ($p < 0,01$ e $p < 0,05$) de probabilidade. Quando verificado efeito de soluções salinas, utilizou-se a análise de regressão e optou-se pela equação que apresentou efeito significativo e maior valor do coeficiente de determinação (Banzato; Kronka, 1989). A análise estatística foi realizada com o auxílio programa SISVAR (Ferreira, 2011), com os valores expressos em porcentagem transformados em arco seno $[(x+0,5)/100]^{1/2}$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito isolado de híbridos e teores de NaCl para a primeira contagem (vigor). O DKB 350 PRO apresentou em média 10,7% a mais de plântulas normais (84,5%) que o DKB 390 PRO 2 (75,4%). O maior valor de primeira contagem foi obtido em ambos os híbridos com 1,38 $g\ L^{-1}$ de NaCl o que correspondeu a 82,8% de plântulas normais. A germinação (G) foi significativamente afetada pelos híbridos e pelas concentrações de NaCl. O DBK 350 PRO apresentou maior número de plântulas

normais (93,9%) quando comparado ao DKB 390 PRO 2 (88,6%). O maior valor de germinação (98,7%) foi observado na concentração de 2,2 g L⁻¹ de NaCl. A última contagem de germinação seguiu a mesma tendência do teste de vigor, entretanto, as doses referentes aos máximos valores foram diferentes, o que indica a maior sensibilidade do milho ao estresse salino nos estádios iniciais de desenvolvimento. À medida que a plântula se desenvolve ela torna-se mais resistente à exposição salina devido ao maior volume do sistema radicular e à maior matéria seca de plântula, fatores que atuando em conjunto melhoram a hidratação dos tecidos e reduzem a concentração de sais no interior das células (Epstein; Bloom, 2004; Broadley et al., 2012; Marschner, 2012; Shabala; Munns, 2012; Taiz et al., 2017).

Tabela 1. Primeira contagem (vigor), germinação, índice de velocidade de germinação (IVG) e matéria seca de plântula (MSP) de híbridos de milho em solução salina. Ilha Solteira, SP, 2014⁽¹⁾.

Tratamentos	Vigor (%)	Germinação (%)	IVG	MSP (mg)
Híbrido				
DKB 350 PRO	84,5 a	93,9 a	30,3 a	3,15 a
DKB 390 PRO 2	75,4 b	88,6 b	27,3 b	3,04 b
Teor de NaCl (g L ⁻¹)				
0,000 (0 MPa)	80,0 ⁽²⁾	90,5 ⁽³⁾	28,9 ⁽⁴⁾	3,04 ⁽⁵⁾
1,309 (-10 MPa)	86,0	93,6	30,6	3,18
2,618 (-20 MPa)	80,0	90,7	28,9	3,11
3,927 (-30 MPa)	76,8	94,0	28,8	3,12
5,236 (-40 MPa)	72,0	87,5	26,9	3,03
Teste F				
Híbrido (H)	49,88**	21,86**	68,60**	37,54**
Teor de NaCl (I)	8,50**	4,28**	10,51**	9,31**
H x I	0,92ns	0,69ns	0,61ns	1,86ns
R. L.	17,48**	1,81ns	10,89**	0,76ns
R. Q.	6,88**	6,87*	13,82**	17,82**
CV (%)	6,29	3,96	3,96	1,89

⁽¹⁾ * e **significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ns - não significativo. ⁽²⁾Y = 81,3214 + 2,1635x - 0,7816x²; R² = 0,8460 (PM = 1,38 g L⁻¹). ⁽³⁾Y = 90,5571 + 2,4527x - 0,5523x²; R² = 0,5526 (PM = 2,22 g L⁻¹). ⁽⁴⁾Y = 29,1988 + 0,7847x - 0,2355x²; R² = 0,8344 (1,67 g L⁻¹). ⁽⁵⁾Y = 3,0543 + 0,0819x - 0,0166x²; R² = 0,7437 (PM = 2,45 g L⁻¹). R. L.: Regressão linear. R. Q.: Regressão quadrática.

Isto ocorreu pelo fato de que o DKB 350 PRO por ser um híbrido triplo (variedade puras de polinização aberta x híbrido simples) apresenta maior base genética e, portanto, maior adaptabilidade às condições adversas, com isso, nas condições de estresse salino, apresentou maior qualidade fisiológica do que o DKB 390 PRO 2 que é um híbrido simples (cruzamento entre duas variedades puras de polinização aberta) de menor base genética.

Os resultados obtidos para o teste de germinação, no presente trabalho, contrastam com os frequentemente observados em outros trabalhos, onde para diferentes culturas observou-se redução acentuada da germinação das sementes com a elevação das concentrações de sal no substrato. Como exemplos podem ser citados os dados obtidos para milho pipoca (Moterle et al., 2006), soja transgênica e convencional (Carvalho et al., 2012), leguminosas forrageiras (Melloni et al., 2012), bem como nabiça e fedegoso (Pereira et al., 2014). A exigência para que uma semente endospermática inicie o crescimento

do embrião é de que esta atinja teor de água entre 35,0 a 40,0% (Carvalho; Nakagawa, 2012). Mesmo com a alteração do potencial osmótico do substrato pela adição das soluções salinas, as sementes de ambos os híbridos conseguiram absorver água suficiente para ativar o metabolismo e, conseqüentemente, o crescimento do embrião, possibilitando a exteriorização das estruturas que condicionam uma plântula normal.

Tabela 2. Teor de água (TA), comprimento de hipocótilo, de radícula e de plântula de híbridos de milho em solução salina. Ilha Solteira, SP, 2014⁽¹⁾.

Tratamentos	TA (mL g ⁻¹)	Hipocótilo (cm)	Radícula	Plântula
Híbrido				
DKB 350 PRO	1,46 a	6,98 a	13,25 a	20,23 a
DKB 390 PRO 2	1,24 b	6,83 a	10,40 b	17,23 b
Teor de NaCl (g L ⁻¹)				
0,000 (0 MPa)	1,33	6,18 ⁽²⁾	11,90	18,08 ⁽³⁾
1,309 (-10 MPa)	1,60	8,40	15,24	23,64
2,618 (-20 MPa)	1,41	7,46	12,00	19,46
3,927 (-30 MPa)	1,28	6,97	11,06	18,04
5,236 (-40 MPa)	1,15	5,50	8,93	14,43
Teste F				
Híbrido (H)	36,11**	0,37ns	33,82**	33,99**
Teor de NaCl (T)	16,91**	16,74**	17,21**	33,30**
H x T	7,23**	2,48ns	4,73**	6,77ns
R. L.	-	21,46**	-	-
R. Q.	-	93,79**	-	65,27**
CV (%)	8,30	11,24	13,07	8,67

⁽¹⁾ * e **significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ns - não significativo. ⁽²⁾Y = 6,4757 + 1,2976x - 0,2886x²; R² = 0,8353. ⁽³⁾ Y = 19,08 + 2,41x - 0,65x²; R² = 0,77. R. L.: Regressão linear. R. Q.: Regressão quadrática.

O DKB 350 PRO apresentou maior índice de velocidade de germinação (30,3 plântulas normais dia⁻¹) em relação ao DKB 390 PRO 2 (27,3 plântulas normais dia⁻¹). Para os teores de NaCl na solução verificou-se ajuste quadrático com ponto de máximo (31,2 plântulas normais dia⁻¹) na dose de 1,67 g L⁻¹ de NaCl o que correspondeu à 31,2 sementes normais dia⁻¹. O DKB 350 PRO também apresentou valor médio superior (3,15 mg) de matéria seca de plântula em relação ao DKB 390 PRO 2 (3,04 mg). As concentrações de NaCl tiveram efeito significativo em tal variável com ajuste quadrático e ponto de máximo correspondente à 2,45 g L⁻¹ de NaCl. A inibição do crescimento pelo sal ocorre pelo desvio de energia do crescimento para a manutenção, isto é, a redução no acúmulo de matéria seca reflete o custo metabólico de energia, associado à adaptação à salinidade e redução no ganho de carbono (Richardson; McCree, 1985; Carvalho; Nakagawa, 2012; Marcos Filho, 2015). No entanto, a presença de sais na solução pode beneficiar a germinação formando um maior número de plântulas normais devido ao controle da entrada de água nas sementes prevenindo possíveis danos às membranas celulares (Dantas et al., 2007). Neste sentido, a maior matéria seca obtida no DKB 350 PRO e na presença de salinidade está relacionada e à restrição de absorção da solução germinativa provocada pela redução do potencial osmótico e pelo

maior comprimento radicular o que manteve os teores de Na nos tecidos em níveis não tóxicos favorecendo o desenvolvimento das plântulas pela economia de energia durante o crescimento.

Em relação ao teor de água das plântulas (TA), houve efeito significativo isolado dos híbridos, das concentrações de NaCl e a interação híbridos x concentrações de NaCl também mostrou significância. O DKB 350 PRO apresentou maior teor de água do que o DKB 390 PRO 2 tanto na ausência de NaCl (0 g L⁻¹) quanto na maior concentração testada (5,236 g L⁻¹). No DKB 350 PRO observou-se ajuste linear negativo com redução de 21,5% do teor de água na maior dose de NaCl. Já no DKB 390 PRO 2 houve ajuste quadrático com ponto de máximo (1,40 g mL⁻¹) utilizando-se 2,29 g L⁻¹ de NaCl.

Tabela 3. Desdobramento da interação significativa entre híbrido e concentração de NaCl na solução referente à análise de variância para teor de água. Ilha Solteira, SP, 2014⁽¹⁾.

Híbridos	Concentração de NaCl (g L ⁻¹)					Teste F – regressão (C. d. H)
	0,000	1,309	2,618	3,927	5,236	
DKB 350 PRO	1,58 a	1,59 a	1,58 a	1,31 a	1,24 a	66,54** (R.L.) ⁽²⁾
DKB 390 PRO 2	1,07 b	1,61 a	1,24 b	1,25 a	1,07 b	15,82** (R.Q.) ⁽³⁾
Teste F (H d. C)	41,01**	0,09ns	18,23**	0,72ns	4,96*	-
DMS (híbridos dentro de concentração de NaCl): 0,16 mL g ⁻¹						

⁽¹⁾ * e **significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ns - não significativo. ⁽²⁾Y = 0,1652 – 0,7219x; R² = 0,7996. ⁽³⁾Y = 1,1736 + 0,2013x – 0,0438x²; R² = 0,4781. RL: regressão linear. RQ: regressão quadrática.

O comprimento do hipocótilo (HL) foi significativamente influenciado pelas concentrações salinas na solução germinativa com ponto de máximo (7,93 cm) em 2,25 g L⁻¹ de NaCl. O comprimento de radícula do DKB 350 PRO foi maior tanto na testemunha quanto na maior dose de NaCl. Houve ajuste significativo desta variável em função das concentrações de NaCl em ambos os híbridos. No DKB 350 PRO obteve-se ajuste linear decrescente com redução de 37,3% no comprimento de radícula na maior concentração. No DKB 390 PRO 2 verificou-se o maior comprimento de radícula (12,28 cm) com o uso de 2,21 g L⁻¹ de NaCl.

Tabela 4. Desdobramento da interação significativa entre híbrido e concentração de NaCl na solução referente à análise de variância para comprimento de radícula. Ilha Solteira, SP, 2014⁽¹⁾.

Híbridos	Concentração de NaCl (g L ⁻¹)					Teste F – regressão (C. d. H)
	0,000	1,309	2,618	3,927	5,236	
DKB 350 PRO	15,32 a	15,65 a	13,20 a	12,47 a	9,60 a	24,08** (R.L.) ⁽²⁾
DKB 390 PRO 2	8,47 b	14,82 a	10,80 b	9,65 b	7,27 b	36,76** (R.Q.) ⁽³⁾
Teste F (H d. C)	39,21**	0,57ns	4,81*	6,67*	5,46*	-
DMS (híbridos dentro de concentração de NaCl): 2,2 cm						

⁽¹⁾ * e **significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ns - não significativo. ⁽²⁾Y = 16,1750 – 1,1172x; R² = 0,8915. ⁽³⁾Y = 9,7236 + 2,3188x – 0,5242x²; R² = 0,5049. RL: regressão linear. RQ: regressão quadrática.

No início do desenvolvimento a provável estratégia de sobrevivência das plantas de milho, sob estresse salino, é investir mais energia para o crescimento da parte aérea, uma vez que estas estruturas são responsáveis pela realização da fotossíntese, sendo fundamental sua exteriorização à superfície do solo

antes que as reservas do endosperma sejam completamente exauridas (Silva et al., 2016). Dessa maneira, pode inferir que o DKB 350 PRO destinou maior quantidade de fotoassimilados para o crescimento de ramificações radiculares do que o DKB 390 PRO 2 para manter o crescimento da parte aérea e a hidratação dos tecidos fato que pode ser verificado pelo maior teor de água e comprimento de plântula em tal genótipo (Tabelas 3 e 5).

O DKB 350 PRO apresentou maior comprimento de plântula do que o DKB 390 PRO 2. Houve ajuste quadrático com ponto de máximo referente $1,5 \text{ g L}^{-1}$. A manutenção da corrente transpiratória auxilia na manutenção do crescimento vegetal pelo efeito diluição que provoca na concentração de sais no interior das células e esta é dependente da quantidade de água absorvida pelas raízes. Neste sentido, as plantas que possuem maior sistema radicular também apresentam maior teor de água e comprimento de plântula quando comparadas àquelas com menor conteúdo de água em seus tecidos (Shabala, 2012; Shabala; Munns, 2012; Taiz et al., 2017). A vantagem adaptativa da ramificação do sistema radicular é a manutenção do comprimento total de raízes que acessam água e nutrientes e a economia de carbono na formação destas raízes em virtude da sua menor espessura. Estes fatores atuando em conjunto mantém a hidratação celular, a taxa fotossintética e o crescimento da parte aérea (Rahnama et al., 2011; Broadley et al. 2012; Marschner, 2012).

CONCLUSÕES

As características morfológicas das plântulas de milho são afetadas pelas soluções salinas e a maior intensidade deste efeito depende do genótipo utilizado. O híbrido de milho que apresenta maior base genética (DKB 350 PRO) possui também maior tolerância às condições de déficit hídrico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Banzato DA, Kronka SN (2013): Experimentação agrícola. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP. 237p.
- Brasil (2009). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília: MAPA/ACS. 399p.
- Broadley M et al. (2012). Beneficial elements. In: Marschner P (ed), pp. 249-269. Mineral nutrition of higher plants. 3 ed. Amsterdam: Elsevier. p. 249-269
- Carvalho NM, Nakagawa J (2012). Sementes: ciência, tecnologia e produção. 5 ed. Jaboticabal: FUNEP. 590 p.
- Carvalho TC et al. (2012). Germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de soja convencional e sua derivada transgênica RR em condições de estresse salino. *Ciência Rural*, 42(8): 1366-1371.
- Conab (2020). Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Safra 2020/2021 - Décimo Primeiro levantamento, Brasília: MAPA. 109p.
- Dantas BF et al. (2007). Germination, initial growth and cotyledon protein content of bean cultivars under salinity stress. *Revista Brasileira de Sementes*, 29(2): 106-110.

- Epstein E, Bloom AJ (2004). Mineral nutrition of plants: principles and perspectives. 2 ed. Sunderland: Oxford. 280p.
- Ferreira DF (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(6): 1039-1042.
- Freire MBGS, Freire FJ (2007). Fertilidade do solo e seu manejo em solos afetados por sais. In: Novais RF et al. (ed.). *Fertilidade do solo*: 1 ed. Viçosa: SBCS. p. 929-954.
- Goes RJ et al. (2013). Fertilizantes nitrogenados e densidades de semeadura para a cultura do milho irrigado no inverno. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 12(2): 128-137.
- Korndörfer GH (2006). Elementos benéficos. In: Fernandes MS (ed). *Nutrição mineral de plantas*. 1 ed. Viçosa: SBCS, p. 355-374
- Maguire JD (1962). Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, 2(2): 176-177.
- Marcos Filho J (2015). *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. 2 ed. Piracicaba: FEALQ, 495pp.
- Marschner P (2012). *Mineral nutrition of higher plants*. 3 ed. London: Elsevier. 472 p.
- Melloni MLG et al. (2012). Espermidina exógena atenua os efeitos do NaCl na germinação e crescimento inicial de leguminosas forrageiras. *Revista Brasileira de Sementes*, 34(3): 495-503.
- Moterle LM et al. (2006). Germinação de sementes e crescimento de plântulas de cultivares de milho-pipoca submetidas ao estresse hídrico e salino. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 33(9): 169-176.
- Paterniani E, Campos MS (2005). Melhoramento do milho. In: Borém A (ed).. *Melhoramento de espécies cultivadas*. 2 ed. Viçosa: Editora UFV, p. 491-552
- Pereira MRR et al. (2014). Estresse hídrico induzido por soluções de PEG e de NaCl na germinação de sementes de nabiça e fedegoso. *Bioscience Journal*, 30(3): 687-696.
- Rahnama A et al. (2011). A screening method to identify genetic variation in root growth response to a salinity gradient. *Journal of Experimental Botany*, 62(1): 69-77.
- Richardson SG, McCree KJ (1985). Carbon balance and water relations of sorghum exposed to salt and water stress. *Plant Physiology*, 79(4): 1015-1020.
- Shabala S (2012). *Plant stress physiology*. 1 ed. Cambridge: CABI. 318 p.
- Shabala S, Munns R (2012). Salinity Stress: Physiological Constraints and Adaptive Mechanisms. In: Shabala, S. (ed.), *Plant Stress Physiology*. 1st ed. Cambridge: CABI. p. 59-93.
- Silva RC et al. (2016). Vigour in maize seeds: influence on seedling development under conditions of salt stress. *Revista Ciência Agronômica*, 47(3): 491-499.
- Taiz L et al. (2017). *Plant physiology and development*. 6 ed. Sunderland: Sinauer. 888p.
- Verslues PE et al. (2006). Methods and concepts in quantifying resistance to drought, salt and freezing, abiotic stress that affect plant water status. *Plant Journal*, 45(4): 523-539.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Alimentos Alternativos, 84
Azospirillum brasilense, 21, 22, 23, 24, 25, 26,
27

C

cloreto de potássio, 11, 12, 15

F

fertilizantes potássicos, 11

H

Híbrido, 40, 41

M

Matéria seca, 39

O

Oryza sativa, 20, 29, 46

P

produtividade, 7, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 84

R

Rendimento industrial, 48

S

Saccharum officinarum L., 8
Silagem, 67

V

vinhaça, 12, 13, 14, 16, 17

Z

Zea mays, 55

SOBRE OS ORGANIZADORES



  **Alan Mario Zuffo**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (2010) na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Mestre (2013) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Doutor (2016) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Pós - Doutorado (2018) em Agronomia na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Atualmente, possui 162 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 124 resumos simples/expandidos, 61 organizações de e-books, 37 capítulos de e-books. É editor chefe da Pantanal editora e revisor de 18 revistas nacionais e internacionais. Contato: alan_zuffo@hotmail.com.



  **Jorge González Aguilera**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (1996) na Universidad de Granma (UG), Bayamo, Cuba. Especialista em Biotecnologia (2002) pela Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba, Cuba. Mestre (2007) em Fitotecnia na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Doutor (2011) em Genética e Melhoramento de Plantas na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Pós - Doutorado (2016) em Genética e Melhoramento de Plantas na EMBRAPA Trigo, Rio Grande do Sul, Brasil. Professor Visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no campus Chapadão do Sul (CPCS), MS, Brasil. Atualmente, possui 66 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 29 resumos simples/expandidos, 42 organizações de e-books, 30 capítulos de e-books. É editor da Pantanal Editora e da Revista Agrária Acadêmica, e revisor de 19 revistas nacionais e internacionais. Contato: j51173@yahoo.com, jorge.aguilera@ufms.br.



ISBN 978-658146005-1



Pantanal Editora
Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br