

# Genética e Melhoramento de Plantas e Animais

Magnólia de Araújo Campos  
Rafael Trindade Maia  
(Organizadores)

 **Atena**  
Editora

Ano 2019



# Genética e Melhoramento de Plantas e Animais

Magnólia de Araújo Campos  
Rafael Trindade Maia  
(Organizadores)

 **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: Geraldo Alves  
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 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 Pietrobon – 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. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
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 Federaci 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

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
G328	Genética e melhoramento de plantas e animais [recurso eletrônico] / Organizadores Magnólia de Araújo Campos, Rafael Trindade Maia. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019.  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-719-2 DOI 10.22533/at.ed.192191710  1. Animais – Melhoramento genético. 2. Genética. 3. Plantas – Melhoramento genético. I. Campos, Magnólia de Araújo. II. Maia, Rafael Trindade.  CDD 575
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

A área de melhoramento genético é um sub-ramo da genética que visa identificar, aperfeiçoar, selecionar, preservar e utilizar características de interesse produtivo e comercial em plantas e animais. Selecionar genótipos e fenótipos de interesse nos variados organismos vem sendo feito desde o início da agricultura e da pecuária, nos primórdios da civilização, através de seleção artificial.

Atualmente, a área de melhoramento genético conta com inúmeras ferramentas para a seleção de características desejáveis; como marcadores morfológicos e moleculares, criopreservação, transgenia, cruzamentos e construção de germoplasmas.

A obra "**Genética e melhoramento de plantas e animais**" é composta de uma criteriosa seleção de trabalhos científicos e de revisões de literatura organizados em 10 capítulos distintos, elaborados por pesquisadores de diversas instituições que apresentam temas diversificados e relevantes. Este *e-Book* foi cuidadosamente editado para acadêmicos e estudantes de todos os níveis (graduação e pós-graduação) que apresentem interesse nesta área, no qual encontrarão informação e resultados de pesquisas de ponta.

É inegável a crescente demanda de estudos e pesquisas direcionadas ao melhoramento das espécies, especialmente em um país tido como uma das maiores potências agrícolas e pecuárias do mundo. O futuro do melhoramento genético é fascinante e extremamente promissor no Brasil e no mundo, e certamente será uma das forças motrizes da produção animal e vegetal e do desenvolvimento científico, tecnológico e humano.

Magnólia de Araújo Campos  
Rafael Trindade Maia

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
AVALIAÇÃO DO ÍNDICE MEIÓTICO, VIABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO POLÍNICA DE <i>Theobroma grandiflorum</i> (WILLD. EX SPRENG.) K. SCHUM	
Uéliton Alves de Oliveira Alex Souza Rodrigues Elisa dos Santos Cardoso Kelli Évelin Müller Zortéa Edimilson Leonardo Ferreira Talles de Oliveira Santos Ana Aparecida Bandini Rossi	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1921917101</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>12</b>
CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, CITOGENÉTICA E MOLECULAR DE TRIGO COMO SUBSÍDIO AO MELHORAMENTO GENÉTICO, REGISTRO E PROTEÇÃO DE CULTIVARES	
Gabrieli Scariot Sandra Patussi Brammer Pedro Luiz Scheeren Ricardo Lima de Castro Simone Meredith Scheffer-Basso	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1921917102</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>23</b>
CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA EM ESPIGAS DE POPULAÇÕES DE MILHO CRIOULO CULTIVADAS NA REGIÃO NORTE DO RIO GRANDE DO SUL	
Ariel Rizzardo Bianca Oliveira Machado Cristina Slaviero Marcos Gatti Slaviero Karina da Silva Noryam Bervian Bispo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1921917103</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>30</b>
VARIABILIDADE DOS GENÓTIPOS DE MILHO DA ZONA DE TRANSIÇÃO AMAZÔNIA-CERRADO	
Lucas Carneiro Maciel Weder Ferreira dos Santos Rafael Marcelino da Silva Layanni Ferreira Sodré Laura Carneiro Silva Zildiney Dantas da Silva Jefferson da Silva Pereira Fernando Assis de Assunção Benício Lourenço Duarte Júnior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1921917104</b>	

**CAPÍTULO 5 ..... 39**

**DESEMPENHO AGRONÔMICO E DIVERGÊNCIA GENÉTICA EM MILHO NO ECÓTONO CERRADO-AMAZÔNIA**

Rafael Marcelino da Silva  
Weder Ferreira dos Santos  
Layanni Ferreira Sodré  
Adriano Silveira Barbosa  
Laina Pires Rosa  
Lucas Carneiro Maciel  
Igor Moraes dos Reis  
Eduardo Tranqueira da Silva  
Matheus Rodrigues de Andrade

**DOI 10.22533/at.ed.1921917105**

**CAPÍTULO 6 ..... 50**

**SELEÇÃO DE HÍBRIDOS DE MILHO SUMETIDOS A DEFICIT HÍDRICO NO ESTÁGIO V4**

Luiz Augusto Salles das Neves  
Kelen Haygert Lencina  
Raquel Stefanello

**DOI 10.22533/at.ed.1921917106**

**CAPÍTULO 7 ..... 59**

**BENEFÍCIOS DO SILÍCIO COMO ATENUADOR DE ESTRESSES NAS PLANTAS**

Cândido Ferreira de Oliveira Neto  
Glauco André dos Santos Nogueira  
Luma Castro de Souza  
Luciana Ingrid Souza de Sousa  
Andressa Pinheiro de Paiva

**DOI 10.22533/at.ed.1921917107**

**CAPÍTULO 8 ..... 71**

**MINIRREVISÃO: CRIOPRESERVAÇÃO DE GAMETAS**

Renan Rhonalty Rocha  
Maria Vitória Laurindo  
Antonio Erivelton Passos Fontenele  
Camilla Rodrigues Pinho  
Sílvia Helena Tomás  
Bárbara Mônica Lopes e Silva  
Antônio José Rocha

**DOI 10.22533/at.ed.1921917108**

**CAPÍTULO 9 ..... 78**

**BIOTECNOLOGIA COMO FERRAMENTA PARA O CONHECIMENTO E CONSERVAÇÃO DA FAUNA E FLORA AMAZÔNICA**

Marcelo Derzi Vidal  
Elba Pereira Chaves  
Vilena Aparecida Ribeiro Silva

**DOI 10.22533/at.ed.1921917109**

<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>88</b>
--------------------------	-----------

**DIVERSIDADE GENÉTICA DE SEIS RAÇAS CAPRINAS BRASILEIRAS**

Bruna Lima Barbosa  
Vanessa dos Santos Neri  
Abigail Araújo de Carvalho  
Débora Araújo de Carvalho  
Eliene Pereira de Oliveira  
Artur Oliveira Rocha  
José Lindenberg Rocha Sarmiento  
Fábio Barros Britto  
Max Brandão de Oliveira  
Soraya Sara Viana Castro  
Maria Ivamara Soares Macedo

**DOI 10.22533/at.ed.19219171010**

<b>SOBRE OS ORGANIZADORES</b> .....	<b>97</b>
-------------------------------------	-----------

<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>98</b>
-------------------------------	-----------

## SELEÇÃO DE HÍBRIDOS DE MILHO SUMETIDOS A DEFICIT HÍDRICO NO ESTÁGIO V4

### **Luiz Augusto Salles Das Neves**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Biologia, Centro de Ciências  
Naturais e Exatas – Santa Maria – Rio Grande do  
Sul

### **Kelen Haygert Lencina**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Biologia, Centro de Ciências  
Naturais e Exatas – Santa Maria – Rio Grande do  
Sul

### **Raquel Stefanello**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Biologia, Centro de Ciências  
Naturais e Exatas – Santa Maria – Rio Grande do  
Sul

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento de dois híbridos de milho o Balu e Down, submetidos a diferentes estresses hídricos até o estágio desenvolvimento V4. O experimento foi realizado no Departamento de Biologia da UFSM, no município de Santa Maria, RS, em casa de vegetação. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso. Os dados obtidos foram submetidos ao teste estatístico e as médias submetidas ao teste Tukey a 5%, que avaliou características morfológicas de altura de plantas, peso seco de raiz e parte aérea, em quatro tratamentos: foram 825ml (capacidade de campo), 412ml (1/2 capacidade de campo), 206ml (1/4 capacidade de campo) e 103ml (1/8

capacidade de campo) de irrigação semanal. A deficiência hídrica em estágio V4 resultou que, quanto maior estresse, maior desenvolvimento de raízes, em sincronismo, reduziu a parte aérea, esses parâmetros apresentou que híbrido Down mostrou-se menos tolerante ao déficit hídrico, e o híbrido Balu mais responsivo ao desenvolvimento vegetativo em condições hídricas melhores.

**PALAVRAS-CHAVE:** Seleção de híbrido; Down, Balu, Estresse hídrico

### SELECTION OF CORN HYBRIDS SUBMITTED TO WATER DEFICIT IN STAGE V4

**ABSTRACT:** The objective of this work was to evaluate the behavior of two maize hybrids, Balu and Down, submitted to different water stresses up to the V4 development stage. The experiment was carried out in the Department of Biology of UFSM, in the municipality of Santa Maria, RS, in a greenhouse. The experimental design was a randomized block design. The data were submitted to the statistical test and the averages were submitted to the Tukey 5% test, which evaluated morphological characteristics of plant height, root dry weight and aerial part, in four treatments: 825ml (field capacity), 412ml (1/2 field capacity), 206 ml (1/4 field capacity) and 103 ml (1/8 field capacity) of weekly irrigation.

The water deficit in the V4 stage resulted in the fact that the higher the stress, the greater root development, in synchronism, reduced the aerial part, these parameters showed that the Down hybrid showed to be less tolerant to the water deficit, and the Balu hybrid more responsive to the vegetative development in better water conditions. **KEYWORDS:** Selection of hybrids; Down; Balu, water stress

## INTRODUÇÃO

O milho é uma das principais fontes de alimento e a segunda maior cultura de importância na produção agrícola no Brasil, sendo superado apenas pela soja, que lidera a produção de grãos no país. O milho tem seu crescimento/desenvolvimento dividido em vegetativo (V) e reprodutivo (R), sendo os estádios vegetativos subdivididos e designados numericamente como V1, V2, V3 até V(n), sendo n a última folha emitida antes do pendoamento (Vt) (MAGALHÃES; DURÃES, 2006). Assim, em V4, 50% das plantas presentes na área cultivada apresentam quatro folhas totalmente desdobradas e sistema radicular com desenvolvimento considerável de pêlos absorventes e ramificações diferenciadas (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000). Neste estágio de desenvolvimento do milho, o sistema radicular é dependente do suprimento de carboidrato acumulados na parte aérea, que, por sua vez, depende da absorção de água, da interceptação da radiação e da assimilação de dióxido de carbono.

Quanto a disponibilidade de água, uma lavoura de milho requer em torno de 600 mm de água para absorção durante seu ciclo de crescimento, sendo imprescindível para múltiplas reações fisiológicas e praticamente todos os processos metabólicos. Assim, deficiências hídricas iniciais podem comprometer o processo germinativo, afetando o estabelecimento da cultura e adiando o desenvolvimento reprodutivo das plantas (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000). Apenas dois dias em estresse hídrico pode acarretar em redução no rendimento de grãos em mais de 20% (MAGALHÃES; DURÃES, 2006).

Segundo Bergamaschi et al. (2006), durante o período vegetativo o déficit hídrico ocorre uma redução do crescimento do milho, devido ao decréscimo da área foliar e da biomassa. Existem evidências que apontam o sincronismo das raízes com a parte aérea, resultante das reações químicas nas raízes, decorrente do déficit hídrico (DAVIES; ZHANG, 1991). Para Kramer (1974), ocorre sincronismo de crescimento em plantas de milho, que consiste na relação positiva entre o crescimento da parte aérea e do sistema radicular, resultando no crescimento da planta. Assim, a relação entre as duas estruturas se modificam em função do estágio fenológico da planta e das condições de meio, em que condições favoráveis promovem o aumento dessa relação e as condições adversas induzem a sua redução (LOOMIS; WILLIAMS, 1963; UHART; ANDRADE, 1995).

O estresse hídrico na agricultura tem sido um dos parâmetros de maior influência

para a produtividade e para o agronegócio (SHAO et al., 2008), causando diminuição da área foliar em função da desidratação sofrida pelas células (MORGAN, 1984). Para a cultura do milho, observa-se a curvatura ou enrolamento dos bordos das folhas para cima, ocasionada pelas linhas de células buliformes como defesa da exposição à radiação, por sua vez, diminuindo a área foliar. Durante o período de déficit hídrico também ocorre o fechamento dos estômatos em resposta a formação e liberação do ácido abscísico (ABA) das células do mesófilo foliar para o apoplasto foliar. (TAIZ; ZEIGER, 2011). Porém, nesse período não estão sendo formados os componentes do rendimento, em que os efeitos sobre a produção de grãos são atenuados posteriormente, se as condições hídricas se tornarem favoráveis, garantindo os níveis satisfatórios de rendimento de grãos.

As plantas sob uma condição adequadas de água são, normalmente, menos resistentes ao déficit hídrico, pois a planta necessita adaptar se rapidamente as condições morfofisiológicas, entretanto plantas que já sofrem com déficit hídrico gradualmente e\ou início do ciclo, estão mais adaptadas ao estresse hídrico e mais facilmente ocorre adaptação das plantas. Assim, o estresse pode ser considerado como um estado funcional ou como uma resposta dinâmica do organismo pela alteração do estado de equilíbrio, conduzindo o indivíduo a processos de resistência dos mecanismos homeostáticos, reestabelecendo as funções vitais da planta e, conseqüentemente, aumentando a resistência. A reação da planta em condições de estresse é uma situação de esforço para se adaptar aos processos letais prevalentes no protoplasma (LARCHER, 2000).

Embora os mecanismos fisiológicos que resultam nesse padrão de crescimento e desenvolvimento sejam poucos conhecidos, resultados satisfatórios têm sido obtidos em estudos no melhoramento do milho através da seleção de genótipos resistentes ao estresse hídrico (BANZIGER et al., 2002). Estudos que se referem à seleção de híbridos que suportam estresse hídrico têm que ser feitos, principalmente com vistas a constituírem populações que suportem mais tempo a falta de água no solo (LI et al., 2009), haja vista que o milho possui alta sensibilidade ao estresse hídrico. Estes estudos são especialmente importantes para os genótipos cultivados no Rio Grande do Sul devido as grandes oscilações de clima na época das safras de milho, principalmente em períodos críticos da cultura como o pendoamento e o enchimento de grãos (BERGONCI et al., 2001; BERGAMASCHI et al., 2004). Em vista disso, restrições são verificadas em diferentes regiões do estado do Rio Grande do Sul para o cultivo do milho (MATZENAUER et al., 2002), embora se observe que essa planta pode ser cultivada em qualquer região dos Estados do Sul.

A identificação de genótipos mais adaptados as diferentes condições ambientais podem ser utilizados em programas de melhoramento genético, buscando fornecer bons alelos para recombinação em processos de hibridização interespecífica. Além de estratégias de hibridização pela obtenção de linhagens, atualmente vem sendo utilizadas estratégias de seleção de linhagens em híbridos comerciais para utilização

em cruzamentos *topcrosses*, pois apresentam alta produtividade, bem como grande número de locos favoráveis já fixados (BOLSON et al., 2016). Assim, é possível que a identificação de híbridos mais estáveis às condições de déficit hídrico para a utilização como linhagens seja uma metodologia com potencial para os programas de melhoramento de milho.

Com base no exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar os caracteres altura de planta, a massa seca da raiz e da parte aérea de híbridos de milho em estágio vegetativo V4 submetidas a diferentes condições de estresse hídrico.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O presente trabalho foi desenvolvido em casa de vegetação do Departamento de Biologia do Centro de Ciências Naturais e Exatas (CCNE) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Foram utilizadas sementes de híbridos de milho denominados Balu e Down, obtidos na região de São Gabriel na safra 2015-2016. As sementes foram dispostas em vasos de 10 litros contendo terra de subsolo predominante na região para cultivos de sequeiro pertence à unidade São Pedro, e é classificada como Argissolo Vermelho Distrofíco Arênico.

Foram semeadas quatro sementes por vaso, e durante 15 dias foram submetidas a tratamentos de estresse de hídrico. A irrigação foi realizada semanalmente com diferentes volumes de água: 825ml (capacidade de campo), 412ml ( $1/2$  capacidade de campo), 206ml ( $1/4$  capacidade de campo) e 103ml ( $1/8$  capacidade de campo). Após esse período de cultivo em casa de vegetação foi realizado desbaste, deixando as três melhores plantas por vaso. As plantas foram submetidas ao estresse hídrico na segunda semana, 14 dias sem irrigação, e posteriormente a irrigação voltou semanalmente até as plantas atingirem estágio V4.

Após atingirem estágio V4, com a emissão do quarto par de folhas, as plantas foram retiradas do vaso e lavadas cuidadosamente em água corrente. As plantas foram medidas quanto a sua altura total em centímetros com auxílio de uma trena, e posteriormente, as raízes foram separadas da parte aérea. Ambas as partes da planta foram acondicionadas em envelopes de papel e mantidas em estufa a 70°C até atingir peso constante. Após um período de uma semana, as porções das plantas foram pesadas em balança digital, obtendo-se o peso seco da parte aérea e o peso seco de raiz, em gramas.

O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso com 10 repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância ou análise de regressão e os tratamentos comparados pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os diferentes volumes de água testados influenciaram tanto o crescimento em altura, quanto peso seco da parte aérea e raiz das plantas de milho. Na figura 1 estão demonstrados os efeitos dos diferentes volumes na altura das plantas, onde se percebe que a redução da disponibilidade de água resultou em decréscimo proporcional da altura da parte aérea das plantas de milho de ambos os híbridos. Tanto para o híbrido Balu, quanto para o híbrido Down, o melhor ajuste se deu em uma equação linear de primeiro grau.

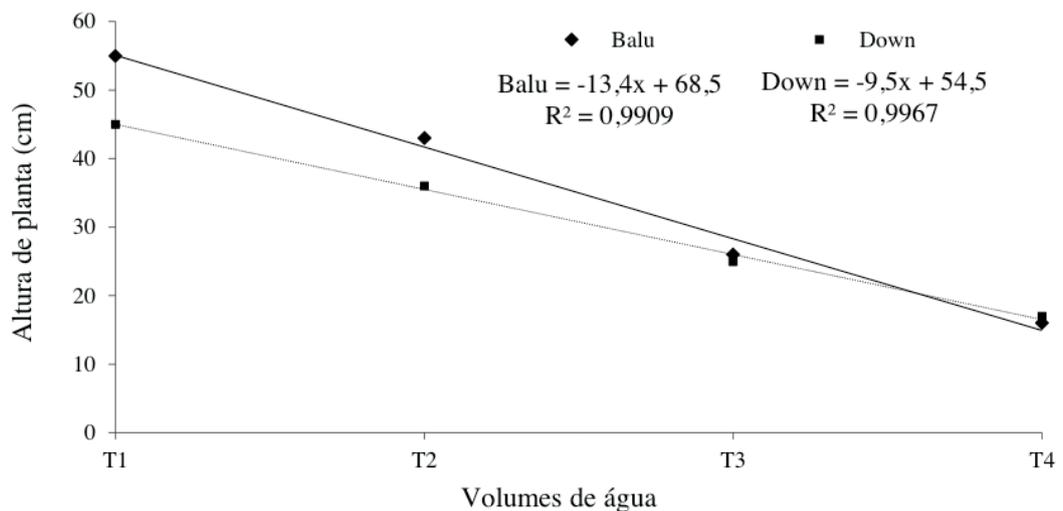


Figura 1 – Altura média das plantas dos híbridos Balu e Down nos diferentes tratamentos de estresse hídrico: T1 (825 mL), T2 (412 mL), T3 (206 mL) e T4 (103 mL). Santa Maria, RS, 2016.

Apesar dos híbridos não serem comparados, observa-se que de modo geral o híbrido Balu apresentou altura de planta superior ao híbrido Down nos tratamentos T1, T2 e T3. Já no tratamento T4, o híbrido Balu apresentou altura inferior ao híbrido Down, o que pode indicar a existência de uma maior interação entre esse genótipo com o ambiente, bem como de uma maior resistência do híbrido Down. Independente do híbrido é possível que a diferença em altura das plantas se devam ao estresse hídrico em milho afetar o comprimento dos internódios pela perda de turgidez das células em desenvolvimento, resultando redução da capacidade de armazenamento de carboidratos no colmo e menor peso de parte aérea de planta (FANCELLI, 1988). Além disso, o crescimento é mais sensível às condições de déficit hídrico que os processos fisiológicos, devido à redução da pressão de turgescência suprir a expansão e crescimento celular (SHAO et al. 2008).

Quanto ao peso seco da parte aérea e da raiz do híbrido Balu, observa-se que com o aumento do estresse hídrico ocorreu o declínio das variáveis (Figura 2). O tratamento T1, com a aplicação de maior volume de água nas plantas, resultou em maior peso seco de ambas as partes da planta, com diferença significativa para os demais tratamentos. Em contrapartida, os tratamentos T3 e T4 resultaram no menor peso seco da parte aérea e da raiz, mas sem diferirem significativamente entre si.

Essa resposta também era esperada, pois com o aumento do déficit hídrico também se espera redução do peso seco das raízes. Outro aspecto importante é que o déficit hídrico não afetou o peso da planta de forma linear como observado para altura da planta (Figura 1), indicando que outra tendência é observada para este caractere (Figura 2).

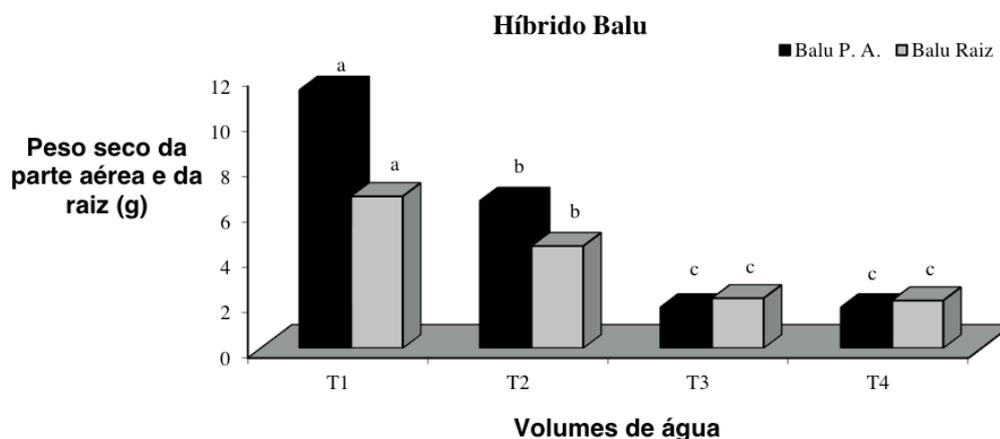


Figura 2 - Peso seco médio da parte aérea e da raiz do híbrido Balu, sob estresse hídrico nos tratamentos T1 (825 mL), T2 (412 mL), T3 (206 mL) e T4 (103 mL). Santa Maria, RS, 2016.

Na figura 3, estão demonstrados os pesos secos da parte aérea e da raiz do híbrido de milho Down. Para peso seco da parte aérea, o tratamento T1 diferiu dos demais tratamentos, enquanto para o peso seco da raiz, não houve diferença entre o T1, T3 e T4. Esse resultado mostra que aparentemente a raiz é menos influenciada pelo déficit hídrico que a parte aérea, o que possivelmente se deva ao fato do déficit hídrico estimular a expansão do sistema radicular para zonas mais profundas e úmidas do perfil do solo. Isso se deve ao crescimento das raízes principais e secundárias buscando manter o contato entre a sua superfície e do solo, o qual é essencial para a absorção efetiva de água (SANTOS; CARLESSO, 1998).

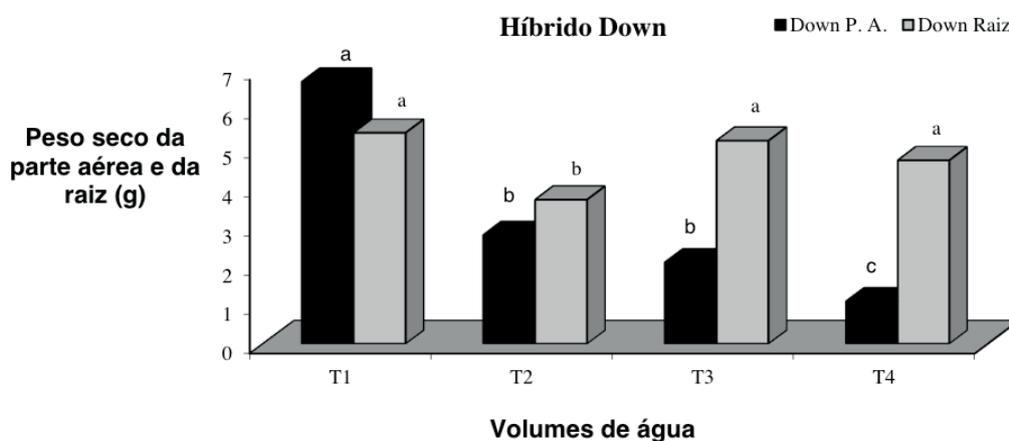


Figura 3 - Peso seco médio da parte aérea e raiz do híbrido Down, sob estresse hídrico nos tratamentos T1 (825 mL), T2 (412 mL), T3 (206 mL) e T4 (103 mL). Santa Maria, RS, 2016.

Na figura 4 foi realizada a comparação da parte aérea e das raízes de ambos

os híbridos Balu e Down usados no experimento. Observa-se que o híbrido Balu apresentou maior peso seco da parte aérea do que o híbrido Down. Porém, o peso seco de raiz foi maior o híbrido Down em relação ao Balu. Pode-se observar nesse caso que o híbrido Down mostrou-se mais resistente ao estresse hídrico do que o híbrido Balu, pois nesse híbrido a parte aérea resistiu mais a disponibilidade de água. Essa resposta pode refletir o mais rápido e melhor ajustamento osmótico que a planta faz diante da falta de água. Provavelmente, a restituição aos níveis normais de disponibilidade hídrica proporcione melhor resposta a recuperação das plantas.

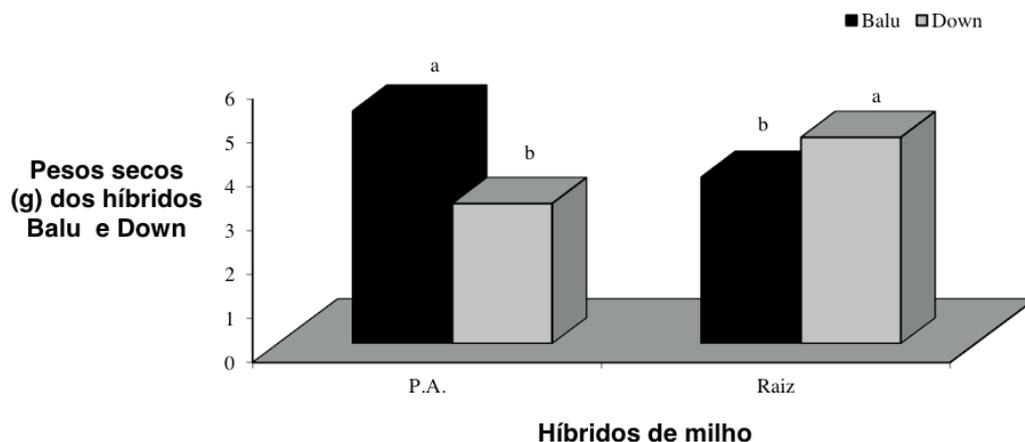


Figura 4 - Peso seco médio da parte aérea e raiz dos híbridos Balu e Down sob estresse hídrico nos tratamentos T1 (825 mL), T2 (412 mL), T3 (206 mL) e T4 (103 mL). Santa Maria, RS, 2016.

Segundo Taiz e Zeiger (2011), o déficit hídrico causa diminuição no crescimento, devido a redução na divisão celular e da área fotossinteticamente ativa, que por sua vez, interfere na produção de fotoassimilados e na produtividade. Não somente a falta de água, mas também a extensão da deficiência afetam a fotossíntese e o crescimento. Um estresse moderado prejudica a fotossíntese, inicialmente pela limitação estomática por causa do fornecimento de dióxido de carbono, e posteriormente, em uma condição mais severa inibe a fotossíntese devido à redução no volume da célula que contém cloroplasto, alterando o ciclo de Calvin. Esta redução interage com a velocidade de desenvolvimento do déficit hídrico, uma vez que taxas mais lentas permitirão o processo de aclimação. Esse processo de climatação, nada mais é que a capacidade, geneticamente determinada, da espécie em lidar com o meio ambiente (SANCHES 2012).

A identificação e a seleção de genótipos menos suscetíveis as variações de disponibilidade hídrica, ou ainda resistentes a tais variações é uma dos principais objetivos almejados em programas de melhoramento desta espécie. A identificação híbridos interespecíficos de genótipos testados com uma série de linhagens ou progênies tem disso uma estratégia muito utilizada no decorrer de décadas de melhoramento genético do milho (BOLSON et al., 2016). Ainda, a utilização de híbridos comerciais como fonte de novas linhagens, as quais são denominadas linhagens de

segundo ciclo, consiste em uma estratégia valiosa e que vem sendo aplicada por vários melhoristas, por apresentarem alta produtividade e grande proporção de locos favoráveis já fixados (BISON et al. 2003; BOLSON et al., 2016). Assim, estudos como estes auxiliam na identificação de genótipos potenciais para utilização em programas de melhoramento genético de milho, voltadas à recombinação e seleção de genótipos superiores.

## CONCLUSÃO

Os caracteres altura de planta, massa seca da raiz e massa seca da parte aérea das plantas de milho são influenciados pelas condições de estresse hídrico. Tanto a altura da planta, quanto o peso seco da parte aérea apresentaram redução de crescimento proporcional à redução da disponibilidade hídrica. Em contrapartida, o peso seco da raiz foi menos influenciado pela quantidade de água disponível.

## REFERÊNCIAS

- BALL, R.A.; OOSTERHUIS, D.M.; MAUROMOUSTAKOS, A. Growth dynamics of the cotton plant during water-deficit stress. **Agronomy Journal**, Madison, v.86, p. 788-795, 1994.
- BANZIGER, M.; EDMEADES, G. O.; LAFITTE, H. R. Physiological mechanisms contributing to the increased N stress tolerance of tropical maize selected for drought tolerance. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 75, p. 223-233, 2002.
- BEGG, J.E.; TURNER, N.C Crop water deficits. **Advances in Agronomy**, v.28, p.161-217, 1976.
- BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G.A.; COMIRAN, F., et al. Deficit hídrico e produtividade na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.2, p.243-249, 2006.
- BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G.A.; BERGONCI, J.I.; BIANCHI, C.A.M.; MÜLLER, A.G.; COMIRAN, F.; HECKLER, B.M.M. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.831-839, 2004.
- BERGONCI, J.I.; BERGAMASCHI, H.; SANTOS, A.O.; FRANÇA, S.; RADIN, B. Eficiência da irrigação em rendimento de grãos e matéria seca de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.949-956, 2001.
- BOYER, J.S. Water deficits and photosynthesis. In: KOZLOWSKI, T.T. **Water deficits and plant growth**. New York, Academic Press, 1976. v. 4.
- CHAVES, M.M. Effects of water deficits on carbon assimilation. **Journal of Experimental Botany**, v.42, p.1-16, 1991.
- DENMEAD, O.T.; SHAW, R.H. The effects of soil moisture stress at different stages of growth on the development and yield of corn. **Agronomy Journal**, Madison, v.52, p. 272- 274, 1960.
- DAVIES, W.J.; ZHANG, J. Root signals and the regulation of growth and development of plants in rying soil. **Annual Review Plant Physiology Plant Molecular Biology**, Palo Alto, p.55-76, 1991.
- FANCELLI, A. L. **Fenologia do milho**. Piracicaba: ESALQ/USP. 1988.

FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D, **Gerenciamento da cultura do milho**. Piracicaba: LPV; ESALQ/USP, Departamento de Produção Vegetal, 1999.

FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.

LI, Y.; SPERRY, J. S.; SHAO, M.; Hydraulic conductance and vulnerability to cavitation in corn (*Zea mays* L.) hybrids of differing drought resistance. **Environmental and Experimental Botany**, Oxford, v. 66, p. 341-346, 2009.

HOOGENBOOM, G.; HUCK, M.G.; PETERSON, C.M. Root growth rate of soybean as affected by drought stress. *Agronomy Journal*, Madison, v.79, p.697-614, 1987.

HSIAO, T.C. Plant responses to water stress. **Ann. Rev. Physiol**, 24:519-70, 1973.

MORGAN.J.M. Osmoregulation and water stress in higher plants. **Annual Review of Plant Physiology**, New York, v.35, p.299-319, 1984.

KRAMER, P.J Fifty years of progress in water reations research. **Plant Physiology**, Rockville, v.54, p.463-471, 1974.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima-Artes e Textos, 2000. 531p.

LEA, P.J.; AI-SULAIT, A.; PALMER, S.; DAVIE, W.J. Absorção e metabolismo de nitrogênio sobre estresse hídrico. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ESTRESSE AMBIENTAL: O MILHO EM PERSPECTIVA, 1995. Belo Horizonte, MG. **Anais...** EMBRAPA/CNPMS, 1995. v.1, p.163-194, 1995.

LOOMIS, R.S.; WILLIAMS, W.A. Maximum crop productivity: an estimate. **Crop Science**, Madison, v.3, n.1, p.67-72, 1963.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. Fisiologia da produção de Milho. Embrapa. Circular Técnica. Sete Lagoas, MG. 2006.

MANSFIELD, T.A.; McAINSH, M.R. Hormones as regulators of water balance. In: **Plants hormones: physiology, biochemistry and molecular biology**. 2th ed. Davies: P.J. Dordrech 1995. p. 598-616.

MATZENAUER, R.; BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M.A.; MALUF, J.R.T.; BARNI, N.A.; BUENO, A.C.; DIDONÉ, I.A.; ANJOS, C.S.; MACHADO, F.A.; SAMPAIO, M.R. **Consumo de água e disponibilidade hídrica para milho e soja, no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Fepagro, 2002. 105p. (Boletim Fepagro, 10).

SANCHES, R.F.E. **Relações hídricas e respostas ao déficit hídrico da espécie *Bauhinia forficata* Link.**, mecanismos de manutenção do status hídrico. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2012.

SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológicos e fisiológicos das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.2, n.3, p.287-294, 1998.

SHAO, H.; CHU, L.; JALEEL, C. A.; ZHAO, C. Water-deficit stress induced anatomical changes in higher plants. **Comptes Rendus Biologies**, Paris, v. 331, p. 215-225, 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E, **Fisiologia vegetal**. 3.ed. – Porto Alegre: Artmed. 2011. p.139-145.

UHART, S.A.; ANDRADE, F.H. Nitrogen and carbon accumulation and immobilization during grain filling in maize under different source/sink rations. **Crop Science**, Madison, v.35, p. 183-190, 1995.

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**Profa. Dra. Magnólia de Araújo Campos** - Possui graduação em Licenciatura Plena em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual da Paraíba (1989), com Mestrado em Agronomia/Fitomelhoramento pela Universidade Federal de Pelotas (1995) e Doutorado em Ciências Biológicas/Biologia Molecular pela Universidade de Brasília (2002). Pós-Doutorado em Genômica pelo Centro de Citricultura Sylvio Moreira, IAC, Brasil. (2003-2005) e Genética Molecular e de Microorganismos pela Universidade Federal de Lavras (2005-2008). Desde maio de 2008 é Professora da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), onde coordenou a Criação e do Curso de Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos no Centro de Desenvolvimento do Semiárido (CDSA, Campus de Sumé). Atualmente desenvolve atividades no Centro de Educação e Saúde (CES, Campus Cuité), onde é Coordenadora da Criação e do Curso de Mestrado Acadêmico em Ciências Naturais e Biotecnologia do CES/UFCG. É Coordenadora do Laboratório de Biotecnologia do CES e do Grupo de Pesquisa Biotecnologia Aplicada ao Semiárido. Tem experiência em Cultura de Tecidos Vegetais, Transgenia de Plantas, Marcadores Moleculares, Bioinformática, Genômica, Expressão Heteróloga *in vitro* de Proteínas Antimicrobianas, Biologia Molecular Vegetal e de Microorganismos. É editora acadêmica da editora internacional de livros científicos IntechOpen.

**Prof. Dr. Rafael Trindade Maia** - Possui Graduação em Licenciatura Plena em Ciências Biológicas pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (2005), mestrado em Genética, Conservação e Biologia Evolutiva pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (2008) e doutorado em Biologia Animal pela Universidade Federal de Pernambuco (2013). Atualmente é professor do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido (CDSA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Tem experiência com genética de populações, bioinformática, docking molecular, modelagem e dinâmica molecular de proteínas. Atua na área de ensino de ciências e biologia. Lidera os grupos de pesquisa Biologia Computacional e Teórica (BCT) e Ensino de Ciências e Biologia (ECB). É editor acadêmico do periódico Asian Journal of Biotechnology and Genetic Engineering e da editora internacional de livros científicos IntechOpen.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Amazônia 1, 3, 30, 31, 32, 39, 40, 41, 49, 59, 78, 79, 80, 81, 83, 84, 85, 87, 97

Aspectos reprodutivos 1, 2, 3

Atenuante 59

### B

Balu 50, 51, 53, 54, 55, 56

Biodiversidade 38, 48, 78, 79, 80, 82, 84, 85, 87

Biometria 30, 37

Biotécnica 71

Biotecnologia 22, 30, 39, 71, 78, 79, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 97

### C

Caprinos nativos 88, 89, 90, 91, 92

Caracteres 13, 14, 15, 16, 17, 18, 23, 24, 25, 26, 28, 35, 43, 46, 53, 57

Caracterização polínica 1, 2

Conservação 3, 10, 25, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 89, 90, 91, 94, 95, 97

Criopreservação de gametas 71, 72, 82

Cupuaçuzeiro 1, 2, 3, 11, 85

### D

Déficit hídrico 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 64

Descritores morfológicos 12, 13

Distância genética 12, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 31, 34, 45

Divergência genética 15, 17, 30, 31, 32, 33, 36, 37, 38, 39, 41, 42, 44, 46, 47, 48, 49

Down 50, 51, 53, 54, 55, 56

### E

Estresse 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 62, 63, 64, 65, 67, 73

Estresse hídrico 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 64, 65

### G

Gestação assistida 71

### H

Híbridos 25, 29, 30, 31, 32, 34, 36, 41, 46, 47, 49, 50, 52, 53, 54, 56

### I

Índice meiótico 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10

## L

Landraces 24

## M

Mahalanobis 15, 30, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 42, 45, 46, 48

Melhoramento de plantas 23, 24, 32, 84, 85

Microssatélites 12, 15, 19, 20, 81, 85, 89, 92, 94, 96

Milho 21, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 62, 66, 68

Milho crioulo 23, 25, 26, 28, 29

## N

Nitrogênio 32, 36, 38, 40, 41, 48, 49, 58, 62, 64, 66, 72, 74, 82

## P

Produtividade 3, 8, 10, 23, 25, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 47, 52, 53, 56, 57, 59, 62, 63, 67, 78, 85, 90

Proteção de cultivares 12, 13, 14, 21

## S

Seleção de híbrido 50

Silício 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 70

## T

Theobroma grandiflorum 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 85

Trigo 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 21, 22, 65, 66

Triticum aestivum 12, 13, 22

## U

Uso sustentável 78, 79

## V

Variabilidade 5, 21, 26, 28, 30, 31, 33, 36, 38, 40, 49, 81, 85, 87, 89, 91, 93, 94, 95

Variabilidade genética 21, 28, 31, 33, 38, 49, 81, 85, 87, 89, 94, 95

Viabilidade polínica 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 18, 19, 21, 22

## Z

Zea mays 24, 29, 37, 40, 58

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-719-2



9 788572 477192