

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 di 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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
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
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
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

CAPÍTULO 1	1
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	
DOI 10.22533/at.ed.1921917101	
CAPÍTULO 2	12
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	
DOI 10.22533/at.ed.1921917102	
CAPÍTULO 3	23
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	
DOI 10.22533/at.ed.1921917103	
CAPÍTULO 4	30
VARIABILIDADE DOS GENÓTIPOS DE MILHO DA ZONA DE TRANSIÇÃO AMAZÔNIA-CERRADO	
Lucas Carneiro Maciel Weder Ferreira dos Santos Rafael Marcelino da Silva Layanni Ferreira Sodr�e Laura Carneiro Silva Zildiney Dantas da Silva Jefferson da Silva Pereira Fernando Assis de Assunção Benício Lourenço Duarte Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.1921917104	

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

CAPÍTULO 10	88
--------------------------	-----------

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

SOBRE OS ORGANIZADORES	97
-------------------------------------	-----------

ÍNDICE REMISSIVO	98
-------------------------------	-----------

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, CITOGENÉTICA E MOLECULAR DE TRIGO COMO SUBSÍDIO AO MELHORAMENTO GENÉTICO, REGISTRO E PROTEÇÃO DE CULTIVARES

Gabrieli Scariot

Universidade de Passo Fundo, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Passo Fundo – RS.

Sandra Patussi Brammer

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Trigo, Passo Fundo – RS.

Pedro Luiz Scheeren

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Trigo, Passo Fundo – RS.

Ricardo Lima de Castro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Trigo, Passo Fundo – RS.

Simone Meredith Scheffer-Basso

Universidade de Passo Fundo, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Passo Fundo – RS.

RESUMO: O objetivo do trabalho foi caracterizar, em dois anos consecutivos, as cultivares de trigo BRS 327, BRS 331, BRS 374, BRS Guamirim e BRS Parrudo quanto aos aspectos morfológicos, citogenéticos e moleculares, fornecendo subsídios às análises de uniformidade e estabilidade genética para fins de registro e proteção de cultivares. Os descritores número de espiguetas por espiga, número de grãos por espiga e comprimento do dente da gluma, apresentaram coeficiente de variação próximo ou acima de 20%. Os grãos de pólen uninucleados variaram de 1,16 a 1,57%, os bi/trinucleados, de 95,8 a 98,0% e os vazios

de 1,20 a 1,52%; o diâmetro variou de 53,80 a 61,77 μm . Para as análises moleculares e determinação da distância genética, entre as cultivares, foi evidenciado três grupos distintos. Este trabalho representa uma contribuição para o estudo de descritores morfológicos e permite inferir sobre a estabilidade genética de cultivares, por meio da análise citológica, e diversidade genética via marcadores moleculares.

PALAVRAS-CHAVE: *Triticum aestivum*, descritores morfológicos, distância genética, microsatélites, viabilidade polínica.

MORPHOLOGICAL, CYTOGENETIC AND MOLECULAR CHARACTERIZATION OF WHEAT AS SUPPORT TO GENETIC BREEDING, REGISTRATION AND PROTECTION CULTIVARS

ABSTRACT: The aim of this work was to characterize in two consecutive years the morphological, cytogenetic and molecular aspects of wheat cultivars BRS 327, BRS 331, BRS 374, BRS Guamirim and BRS Parrudo to supply subsidies to the analysis of genetic uniformity and stability for registration and protection of plant varieties. The descriptors number of spikelets by spike, number of grains by spike and tooth length of glume, showed coefficient of variation near of above 20%. Considering the cytogenetic analyzes,

uninucleate pollen grains ranged from 1.16 to 1.57%, Bi / trinucleate 95.8 to 98.0% and empty from 1.20 to 1.52%, and the diameter ranged from 53.80 to 61.77 μm . For molecular analysis and determination of genetic distance between cultivars were evidenced three distinct groups. This work represents a contribution to the study of morphological descriptors and allows us to infer the genetic stability of cultivars by means of cytological and genetic diversity via molecular markers.

KEYWORDS: *Triticum aestivum*, morphological descriptors, genetic distance, microsatellites, pollen viability.

1 | INTRODUÇÃO

O registro e proteção de cultivares exige dois ou três anos de testes de ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU), por região de adaptação e por Estado, conforme o número de locais, além da determinação de Distinguibilidade, Homogeneidade e Estabilidade (DHE). Esses testes consistem na avaliação de uma série de características morfológicas nos diferentes estádios de desenvolvimento da planta. Tais características, denominadas descritores mínimos, são específicas para cada espécie e recomendadas pelo Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC), vinculado ao Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2019a).

Apesar de recomendado, o emprego dos descritores mínimos para caracterização de trigo apresenta algumas limitações, em virtude das variações climáticas e ambientais. Além da descrição morfológica, outras metodologias podem auxiliar na caracterização de espécies vegetais para fins de proteção e registro. SANTOS et al. (2017) destacam que os caracteres morfológicos e fenológicos são utilizados na seleção, cruzamentos e descrição de genótipos e que a sua instabilidade frente a alterações ambientais pode determinar o seu valor na etapa de proteção de cultivares.

Além dos descritores morfológicos exigidos pelo SNPC, ressalta-se a necessidade de diferentes métodos adicionais para a completa caracterização de cultivares. A avaliação citogenética, principalmente na seleção assistida em programas de melhoramento genético é uma metodologia útil para a escolha dos parentais e demais cruzamentos, visando avaliar e inferir de modo rápido e eficiente à estabilidade genética (TONIAZZO et al., 2018). Os estudos de viabilidade polínica possibilitam estimar a ocorrência de células normais e viáveis, bem como de anormalidades que afetam a fertilidade e que são responsáveis pela ocorrência de progênies desuniformes nos cruzamentos e prejudicam a adaptação de cultivares a diferentes ambientes (MORAES-FERNANDES et al., 2000).

Já, o uso potencial de marcadores moleculares para a caracterização de cultivares, bem como para a determinação da similaridade/distância genética, permite com maior precisão a análise entre os indivíduos/genótipos, uma vez que não sofrem a influência do ambiente. Com a recente disponibilidade de tecnologias de DNA, que revelam elevado nível de polimorfismo, repetibilidade e consistência nos resultados,

é provável que os marcadores moleculares passem a ser incluídos no registro e/ou proteção de germoplasma. Dentro dos programas de melhoramento, o interesse pela caracterização molecular ou pelo *fingerprinting* das cultivares vem crescendo, prioritariamente para o processo de proteção legal dos genótipos desenvolvidos, contribuindo para descrição detalhada dos mesmos (NANDAKUMAR et al., 2004; SIDDRA, 2011). Isso porque o elevado nível de resolução genética e confiabilidade possibilita a discriminação entre linhagens ou variedades com base genética estreita, o que é comum entre variedades comerciais (BORÉM, 1999).

No presente trabalho, objetivou-se caracterizar cultivares de trigo quanto aos aspectos morfológicos, citogenéticos e moleculares, a fim de verificar a uniformidade, estabilidade e a distância genética, fornecendo subsídios ao melhoramento genético, registro e proteção de cultivares.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

As cultivares de trigo avaliadas foram BRS 327, BRS 331, BRS 374, BRS Guamirim e BRS Parrudo, cuja escolha deveu-se à constituição genética, ao método de seleção, à forma de obtenção e ao ano de lançamento (Tabela 1). As plantas foram cultivadas em ensaios de VCU no Campo Experimental da Embrapa Trigo – Passo Fundo, em dois anos consecutivos, sendo a semeadura realizada na época recomendada pelo Zoneamento Agrícola de Risco Climático para o cultivo de trigo (BRASIL, 2019b). No primeiro ano, as parcelas foram compostas de nove fileiras de 100 m x 10 m e no segundo, as parcelas foram compostas de nove fileiras de 11,1 m x 1,8 m, sendo o espaçamento entre linhas de 0,17 m. A condução dos ensaios foi realizada de acordo com as indicações técnicas (REUNIÃO, 2017).

Genótipos	Genealogia	Método de seleção
BRS 327	CEP 24/BRS 194	Massal
BRS 331	PF 990606/WT 98109	Duplo-haploide
BRS 374	PF 88618/Koker 80.33//Frontana/Karl	Massal
BRS Guamirim	EMB 27/Buck Nandu//PF 93159	Genealógico
BRS Parrudo	WT 98109/TB 0001	Genealógico

Tabela 1 - Cultivares de trigo, genealogias e métodos de seleção usados na caracterização morfológica, citogenética e molecular

Fonte: Adaptada de: Informações Técnicas para Trigo e Triticale Safra 2013/Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale, 2013.

Para a mensuração dos caracteres morfológicos do primeiro ano, plantas no estádio 90 da escala de ZADOKS et al. (1974) foram cortadas rente ao solo e analisados vinte afilhos principais de cada planta por cultivar. Para o segundo ano,

foram coletadas plantas inteiras e analisados trinta afilhos das cinco cultivares. A caracterização foi de acordo com os descritores mínimos para trigo para caracteres multicategóricos e caracteres quantitativos, conforme SCHEEREN (1984) e (BRASIL, 2019a).

Os caracteres multicategóricos avaliados foram: forma do ombro da gluma e forma do grão. Os caracteres quantitativos foram: número de espiguetas por espiga e de grãos por espiga; comprimento e densidade da espiga; comprimento e largura da gluma; comprimento do dente da gluma; largura e comprimento do grão e altura da planta. Procederam-se as análises de variância para os caracteres quantitativos e multivariada para ambos os tipos de caracteres, além da comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Para ilustrar a distância genética entre as amostras foi estimada a matriz de distância de Mahalanobis (D^2) para os caracteres quantitativos. Quanto aos caracteres multicategóricos, foi gerada a distância euclidiana média. Para demonstrar a relação entre as cultivares, mediante dendrogramas, foi escolhido o método ligação média entre grupos (UPGMA). Para os dois tipos de variáveis foram obtidos a contribuição relativa dos caracteres para divergência genética pelo método de SINGH (1981). As análises estatísticas foram realizadas pelo programa Genes (CRUZ, 2006).

Para as análises da viabilidade polínica e tamanho dos grãos de pólen, a coleta das espigas foi feita na fase do espigamento completo e antes da antese (Estádio 10.5 da escala de Feekes e Large, proposto por LARGE, 1954). Foram coletadas 25 espigas, fixadas em Carnoy por 24 horas em temperatura ambiente, seguido de armazenamento a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. As lâminas citológicas foram preparadas a partir de maceração das anteras, provenientes da região central das espigas, utilizando o corante carmin acético 1% e visualização em microscópio óptico Olympus – Axiolab, com aumento de 400x e captura das imagens pelo programa Pinnacle Studio Plus. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com a contagem de 100 grãos de pólen para cada uma das 25 lâminas por cultivar. Foram analisadas as porcentagens de grãos de pólen uninucleados, bi ou trinucleados, vazios ou inviáveis e médias do diâmetro dos grãos de pólen. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%, pelo programa Genes (CRUZ, 2006).

No caso das análises moleculares, por meio de marcadores microssatélites, 25 sementes, escolhidas aleatoriamente de cada cultivar, foram germinadas em papel Germitest até o estágio de plântula, visando à obtenção de tecido foliar para extração de DNA, conforme DOYLE & DOYLE (1990). Inicialmente, foram analisadas as cultivares individualmente para verificar sua pureza genética, sendo utilizados 12 *primers*. Após, foram avaliados 85 *primers*, disponíveis na literatura e específicos para trigo, com a estratégia de *bulks* de DNA, os quais foram escolhidas 16 plantas das 25 analisadas individualmente para cada cultivar. A concentração final do DNA dos *bulks* ficou com $25\text{ ng}/\mu\text{l}^{-1}$. As amplificações da PCR foram realizadas em $15\mu\text{l}$ de solução

contendo 0,2 μM de cada *primer* (*forward* e *reverse*), 0,2 mM de cada dNTP, 2,5 mM de MgCl_2 , 0,75 U de Taq DNA polimerase, tampão 1X e 100 ng de DNA de cada *bulk*. As reações foram conduzidas em termociclador GeneAmp Thermal Cyclor 9700 (Applied Biosystems) utilizando-se a seguinte programação: um ciclo a 94 °C por 3 min; 5 ciclos de 94 °C por 1 min, 60 °C por 1 min (decrecendo 1 °C por ciclo até 55 °C), 72 °C por 1 min; 30 ciclos de 94 °C por 1 min, 55 °C por 1 min, 72 °C por 1 min; e um ciclo de 72 °C por 10 min. Os produtos da amplificação foram identificados em gel de agarose 2% com marcador DNA Ladder de 100 pb, voltagem de 100V e visualizados em fotodocumentador digital GelDoc XR+ (Bio-Rad). A distância genética entre as cultivares foi determinada segundo NEI (1972). Os acessos foram agrupados pelo método UPGMA, onde as cultivares foram consideradas como unidades taxonômicas operacionais e as bandas obtidas pelos marcadores como caracteres binários. O programa utilizado para a geração dos dados foi o NTSYS (ROHLF, 1998).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando o primeiro ano de cultivo, os resultados das análises morfológicas apresentaram variação para as seguintes características: número de espiguetas por espiga (NE), número de grãos por espiga (NG), comprimento da espiga (CE), densidade da espiga (DE), comprimento da gluma (CGL), largura da gluma (LGL), largura do grão (LG) e comprimento do grão (CG). O coeficiente de variação foi baixo ou médio, permitindo a diferenciação das cultivares com maior exatidão. Entretanto, no caso do comprimento do dente da gluma, o CV foi próximo ou maior do que 20%, indicando que essa característica é menos confiável para diferenciar uma cultivar. Tal situação pode ser respaldada pelo fato de que nos requisitos mínimos do VCU de trigo para inscrição no Registro Nacional de Cultivares (RNC), não são considerados resultados de experimentos com coeficientes de variação superiores a 20%. Quanto menor o coeficiente de variação (menor ou igual a 15%) mais homogêneo é o conjunto de dados. Para o segundo ano, os resultados indicaram que para número de grãos por espiga e comprimento do dente da gluma as cinco cultivares apresentaram CV próximo ou acima de 20%. Para a característica número de espiguetas por espiga, somente as cultivares BRS Guamirim e BRS Parrudo apresentaram CV próximo ou acima de 20%.

Segundo BEUNINGEN et al. (1997), apesar da ocorrência indesejável da interação genótipo x ambiente na avaliação de caracteres morfológicos quantitativos em trigo, esse tipo de estudo apresenta muitas vantagens, tais como a utilização de genótipos uniformes com caracteres altamente herdáveis e frequente ocorrência de heterose, quando cruzados genótipos diferenciados a partir de caracteres morfológicos.

Os valores de D, no primeiro ano, indicaram as cultivares BRS 327 e BRS 374 como as mais divergentes. A maior similaridade verificou-se nas cultivares BRS

331 e BRS Guamirim. Os valores de D para caracteres multicategóricos apontou as cultivares BRS Guamirim e BRS Parrudo como as mais divergentes, em que a maior similaridade foi verificada entre as cultivares BRS 331 e BRS Guamirim. Para o segundo ano, os valores da D para caracteres quantitativos indicaram BRS 327 e BRS 374 como as mais divergentes (D= 31,37) e a menor similaridade (D= 8,24) entre BRS 331 e BRS Parrudo. Para os caracteres multicategóricos, as cultivares BRS 331 e BRS 374 foram as mais divergentes (D= 1,76), ao passo que a menor divergência (D= 0,76) foi verificada entre BRS 331 e BRS Parrudo.

A contribuição relativa dos caracteres quantitativos e dos caracteres multicategóricos para divergência genética está apresentada na Tabela 2. Entretanto, comparando-se os dois anos, os resultados foram diferentes, ressaltando a importância de avaliações em mais de um ano, uma vez que o ambiente interfere na expressão dos caracteres.

ANO I			
Caracteres	Valor	Caracteres	Valor
quantitativos	(%)	multicategóricos	(%)
Número de espiguetas por espiga	10,80	Comprimento da espiga	13,95
Número de grãos por espiga	9,67	Densidade da espiga	5,81
Comprimento da espiga	26,04	Forma do ombro da gluma	32,56
Densidade da espiga	10,57	Comprimento da gluma	2,33
Comprimento da gluma	17,45	Largura da gluma	2,33
Largura da gluma	1,73	Comprimento dente da gluma	3,49
Comprimento dente da gluma	10,01	Comprimento do grão	2,33
Largura do grão	4,51	Forma do grão	37,21
Comprimento do grão	9,23		
ANO II			
Caracteres	Valor	Caracteres	Valor
quantitativos	(%)	multicategóricos	(%)
Altura da planta	27,38	Altura da planta	14,55
Número de espiguetas por espiga	0,74	Comprimento da espiga	18,18
Número de grãos por espiga	5,31	Densidade da espiga	12,73
Comprimento da espiga	7,39	Forma do ombro da gluma	50,91
Densidade da espiga	15,53	Comprimento da gluma	3,63
Comprimento da gluma	15,53		
Largura da gluma	1,50		
Comprimento dente da gluma	15,11		
Largura do grão	11,38		
Comprimento do grão	0,16		

Tabela 2 - Contribuição relativa dos caracteres quantitativos e multicategóricos, em dois anos consecutivos de análises, para a divergência genética das cultivares de trigo BRS 327, BRS 331, BRS 374, BRS Guamirim e BRS Parrudo, pelo método de Singh (1981)

Quanto aos dendrogramas obtidos para os caracteres quantitativos e, considerando apenas o primeiro ano de cultivo (Figura 1A), foi observado uma divisão das cultivares em quatro grupos: um para a cultivar BRS 331 e BRS Guamirim, evidenciando que, de uma maneira geral, apresentam uniformidade para os caracteres; um para BRS 374; um para BRS 327 e um grupo para a cultivar BRS Parrudo. Para o dendrograma dos caracteres multicategóricos (Figura 1B) também se formaram os mesmos quatro grupos, considerando-se, em ambas as análises, como ponto de corte de 50% de distância relativa entre as amostras.

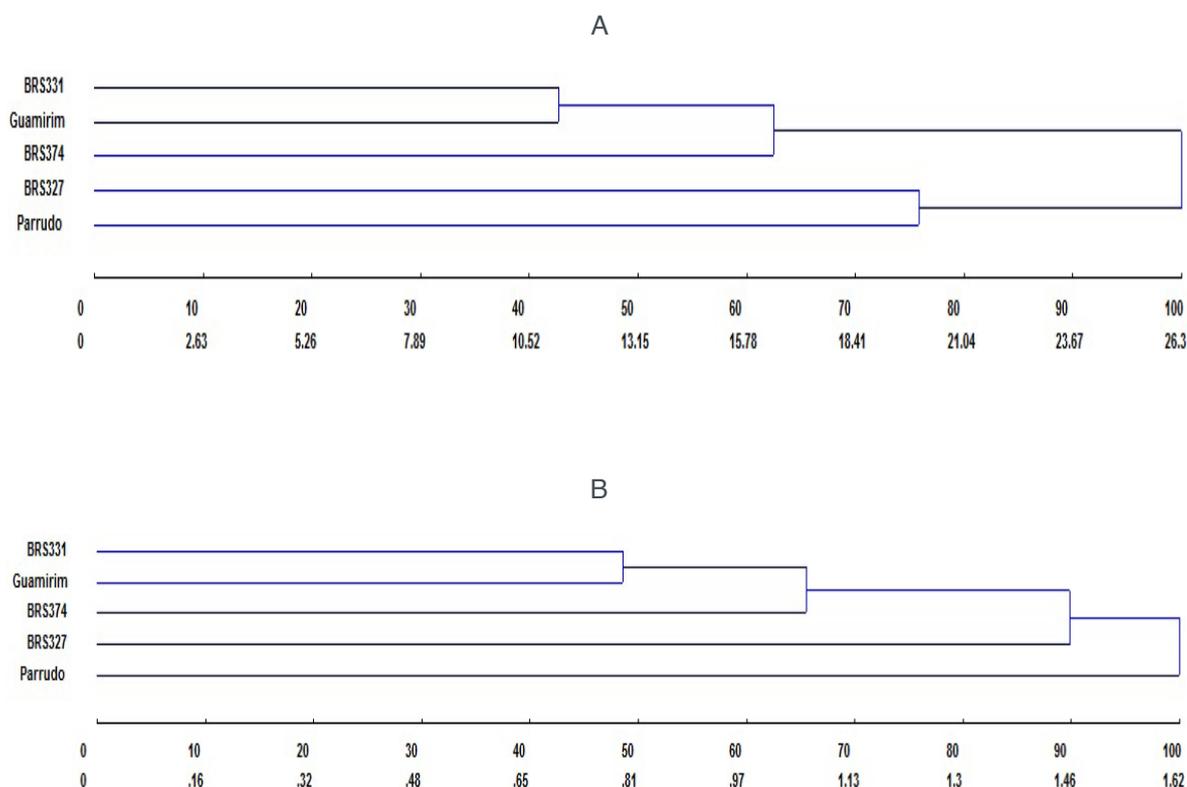


Figura 1. Dendrogramas obtidos pelo método de agrupamento UPGMA para os caracteres quantitativos (A) e multicategóricos (B), no primeiro ano de análise, para as cultivares BRS 327, BRS 331, BRS 374, BRS Guamirim e BRS Parrudo. Ponto de corte de 50% de distância relativa entre as amostras.

BERTAN et al. (2007) estimaram a distância genética entre genótipos de trigo sul-brasileiros para estabelecer o grau de associação entre caracteres fenotípicos e de coeficiente de parentesco e estabelecer o grau de associação entre as duas estimativas de distância genética avaliadas. Os resultados revelaram ausência de associação, pelo fato de não haver genealogia comum entre alguns dos genótipos testados ou inexistência de dados genealógicos de alguns genótipos.

Considerando a análise de viabilidade polínica (Tabela 3), a menor porcentagem de grãos de pólen uninucleados observada na cv. BRS 331 (duplo-haploide) é atribuída ao ciclo super precoce dessa cultivar. Por outro lado, a cv. BRS Guamirim, apesar de ser precoce a super precoce, tem longo período de florescimento (período de antese superior a três semanas).

Cultivar	Uninucleados		Bi/Trinucleados		Vazios		Tamanho		Diâmetro	
	%		%		%				μm	
RS Parrudo	1,3	Ab	96,88	a	1,5	a	1,18	b	53,80	c
BRS 331	1,2	B	97,32	a	1,2	a	1,56	a	57,96	b
BRS	1,6	A	95,84	a	1,5	a	1,25	b	58,60	ab
BRS 327	1,2	Ab	98,00	a	1,3	a	1,31	ab	61,26	ab
BRS 374	1,4	Ab	96,96	a	1,2	a	1,42	ab	61,77	a

Tabela 3 - Porcentagem de grãos de pólen unicleados, bi/trinucleados, vazios, tamanho e diâmetro nas cultivares BRS Parrudo, BRS 331, BRS Guamirim, BRS 327 e BRS 374

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

Esse tipo de análise representa ser extremamente útil como ferramenta de apoio em programas de melhoramento genético, pois, rapidamente, centenas de grãos de pólen podem ser examinados de modo eficiente (ZANOTTO et al., 2009). Além disso, a seleção assistida pela análise citológica de grãos de pólen é potencialmente útil, uma vez que cruzamentos feitos entre plantas portadoras de polens inviáveis resultarão em plantas estéreis e numa menor produção de grãos. Segundo MORAES-FERNANDES et al. (1991), estresses bióticos e abióticos são fatores importantes no aumento de anormalidades cromossômicas responsáveis pela ocorrência de tipos desviantes, e que, dependendo das anormalidades cromossômicas, pode acontecer esterilidade do grão de pólen ou da oosfera portadora da anomalia. Se a fertilidade das células reprodutoras não for afetada e ocorrer a formação do grão de pólen, poderão ocorrer problemas que afetam o desenvolvimento posterior, como má germinação, falhas na formação dos estames, anormalidades de ciclo, de porte ou de forma de espiga, até, finalmente, a esterilidade da progênie.

Os resultados obtidos no presente trabalho, corroboram com outros estudos para diferentes espécies, em que, normalmente, a viabilidade polínica fica acima de 90 %, quando analisada em materiais homocigotos como é o caso de cultivares (KELLY et al., 2002). Quanto ao tamanho médio dos grãos de pólen, a cultivar BRS 374 teve o maior diâmetro com 61,77 μm e a menor porcentagem de grãos de pólen inviáveis (1,20%). Ao contrário, a cultivar BRS Parrudo teve o menor diâmetro entre as cultivares, com 53,80 μm , e porcentagem de inviáveis de 1,52%.

Quanto aos marcadores moleculares microssatélites, utilizados nesse trabalho, permitiram verificar os *primers* monomórficos ou polimórficos. Essa avaliação possibilitou a escolha de 16 DNAs para a formação dos *bulks*. O uso de marcadores moleculares, com a estratégia de *bulks* de DNA em estudos de diversidade genética, permite avaliar grande número de populações em curto espaço de tempo, reduzindo drasticamente o número de amostras a serem processadas e preservando os alelos mais frequentes de cada população (BRESOLIN et al., 2007). Os marcadores microssatélites são altamente informativos e de grande potencialidade em estudos de

similaridade/diversidade genética, os quais vêm sendo empregados rotineiramente em programas de melhoramento de muitas espécies, principalmente pelo elevado polimorfismo gerado (VARSHNEY et al., 2005; VIEIRA et al., 2016).

De acordo com GUIMARÃES et al. (2004), a introdução de técnicas moleculares para caracterizar e identificar cultivares é um processo atual e, apesar de ainda não ser reconhecida como metodologia oficial, vem sendo fortalecida em função do alto grau de precisão e informação que pode ser obtido pelo *fingerprinting* molecular. No presente estudo, a estratégia de *bulks* para a avaliação da diversidade genética, foi muito eficiente, uma vez que dos 85 *primers* avaliados, 51 (60%) apresentaram polimorfismo. As análises da presença/ausência de alelos, possibilitou determinar a distância genética entre as cultivares. O dendrograma, obtido a partir da matriz, mostrou que as cultivares mais distantes foram BRS Guamirim e BRS Parrudo e as mais similares foram BRS 331 e BRS Parrudo, considerando o ponto de corte de 45% de distância relativa entre as amostras (Figura 2).

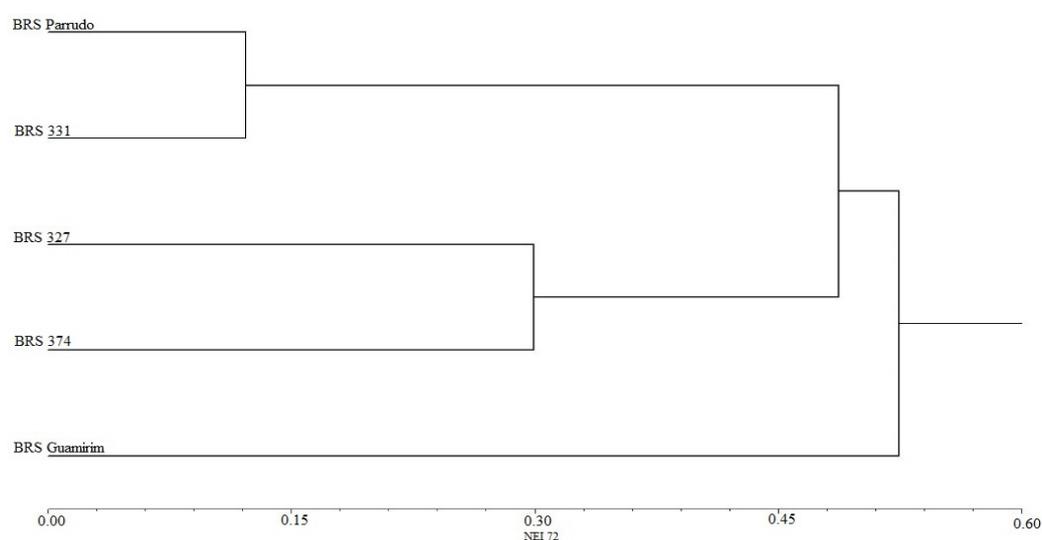


Figura 2 - Dendrograma obtido para as cultivares BRS 327, BRS 331, BRS 374, BRS Guamirim e BRS Parrudo a partir da distância de NEI (1972) e com base nos padrões polimórficos gerados pelos marcadores microssatélites. Ponto de corte de 45% de distância relativa entre as amostras.

A menor distância genética obtida entre BRS Parrudo e BRS 331 é explicada pelo fato de ambas terem como ancestral comum à linhagem WT 98108. No caso de BRS 327 e BRS 374, essas são cultivares recentes e a proximidade também é explicada pelo fato de ambas terem suas sementes reunidas na geração F_6 , com aproximadamente 97% de homozigose. A cv. BRS Guamirim distanciou-se das demais, principalmente pela sua genealogia, mas também porque suas sementes foram reunidas com aproximadamente 99% de homozigose. Portanto, a partir dos resultados obtidos, ficou evidente a eficiência do método empregado, bem como da escolha do marcador e do número de marcas avaliadas, pois os agrupamentos obtidos foram de acordo com o esperado.

4 | CONCLUSÕES

Número de espiguetas por espiga, número de grãos por espiga e comprimento do dente da gluma devem ser utilizados com cautela na caracterização de trigo, quando apresentam variações acima de 20%, pois interferem na caracterização eficiente nos ensaios de VCU e de DHE.

A análise de viabilidade polínica em trigo permite inferir sobre a fertilidade do pólen e a estabilidade genética, pois distinguem eficientemente grãos de pólen viáveis e inviáveis de modo simples, rápido e com baixo custo.

Por sua vez, o uso dos marcadores moleculares serve como uma ferramenta importante para a definição das distâncias e dos agrupamentos entre as cultivares.

REFERÊNCIAS

BERTAN, I.; VIEIRA, E.A.; CARVALHO, F.I.F.; COSTA DE OLIVEIRA, A.; SCHEEREN, P.L.; OLIVO, F. Variabilidade genética em trigo aferida por meio da distância genealógica e morfológica. **Scientia Agraria**, v. 8, n. 1, p. 67-74, 2007.

BEUNINGEN, L.T.; BUSCH, R.H. Genetic diversity among North American spring wheat cultivars: III. Cluster analysis based on quantitative morphological traits. **Crop Science**, v. 37, p. 981-988, 1997.

BORÉM, A. (Ed). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa, MG: UFV, 1999. 817 p.

BRASIL, 2019a. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Proteção de Cultivares**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/cartas-de-servico/desenvolvimento-agropecuário-cooperativismo-e-associativismo-rural/protacao-de-cultivares>.

BRASIL, 2019b. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Zoneamento Agrícola**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/riscos-seguro/risco-agropecuário/zoneamento-agricola>.

BRESOLIN, A.P.; CASTRO, C.M.; COSTA DE OLIVEIRA, A. (Ed). Bulks de DNA na caracterização de germoplasma vegetal. **Documentos online nº 218 / Embrapa Clima Temperado**, 26p, 2007. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/745031/bulks-de-dna-na-caracterizacao-de-germoplasma-vegetal>.

CRUZ, C.D. **Programa Genes**: estatística experimental e matrizes. UFV, 2006. 285p.

DOYLE, J.J.; DOYLE, J.L. Isolation of plant DNA from fresh tissues. **Focus**, v. 12. n. 1, p. 13-15, 1990.

GUIMARÃES, C.T.; PADILHA, L.; SOUZA, I.R.P.; PAIVA, E. “Fingerprinting” Molecular de Linhagens de Milho. **Comunicado Técnico online nº 92 / Embrapa Milho e Sorgo**, 4p, 2004. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/25657/1/Com-92.pdf>.

KELLY, J.K.; RASCH, A.; KALISZ, S. A method to estimate pollen viability from pollen size variation. **American Journal of Botany**, v. 89, p.1021-1023, 2002.

LARGE, E.C. Growth stages in cereals illustration of the feekes scale. **Plant Pathology**, v 3, p. 128-129, 1954.

NANDAKUMAR, N.; SINGH, A.K.; SHARMA, R.K.; MOHAPATRA, T.; PRABHU, K.V.; ZAMAN, F.U.

Molecular fingerprinting of hybrids and assessment of genetic purity of hybrid seeds in rice using microsatellite markers. **Euphytica**, v. 136, p. 257–264, 2004.

MORAES-FERNANDES, M.I.B.; BODANEZE-ZANETTINI, M.H.; ZANATTA, A.C.A. Fatores responsáveis pela desuniformidade varietal no trigo *Triticum aestivum* (L.) Thell e o papel da instabilidade cromossômica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, n. 3, p. 353-369, 1991.

MORAES-FERNANDES, M.I.B.; ZANATTA, A.C.A.; PRESTES, A.M.; CAETANO, V.R.; BARCELLOS, A.L.; ANGRA, D.C.; PANDOLFI, V. Cytogenetics and immature culture embryo at Embrapa Trigo breeding program: transfer of disease from related species by artificial resynthesis of hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L. em Thell). **Genetics and Molecular Biology**, v. 23, p.1051-1062, 2000.

NASS, L.L. (Ed.). **Recursos genéticos vegetais**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. 858p.

NEI, M. Genetic distance between populations. **American Naturalist**, v.106, p. 283–292, 1972.

REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE. **Informações técnicas para trigo e triticales - safra 2017**. Embrapa, 2017. 240p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/155787/1/Informacoes-Tecnicas-para-Trigo-e-Triticales-Safra-2017-OL.pdf>.

ROHLF, J.F. **NTSYS – pc: Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System**. Versão 2.0. New York: Applied Biostatistics Inc, 1998.

SANTOS, J.; SCHEFFER-BASSO, S.M.; LÂNGARO, N.C.; BRAMMER, S.P. Instability of the expression of morphological and phenological descriptors to environmental variation in white oat. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 2, p. 683-698, 2017.

SCHEEREN, P.L. **Instruções para utilização de descritores de trigo (*Triticum* sp.) e triticales (*Triticosecale* sp.)**. Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT, 1984. 32p.

SIDDRA, I. Microsatellite markers: An important fingerprinting tool for characterization of crop plants. **African Journal of Biotechnology**, v. 10, n. 40, p. 7723-7726, 2011.

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **The Indian Journal of Genetic and Plant Breeding**, v.41, p.237-245, 1981.

TONIAZZO, C.; BRAMMER, S.P.; CARGNIN, A.; WIETHÖLTER, P. Ocorrência de micronúcleos e inferência da instabilidade genética em acessos de trigos sintéticos. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento online nº 88 / Embrapa Trigo**, 18p, 2018. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1091920/1/ID443292017BPDO88.pdf>.

VARSHNEY, R.K.; GRANER, A.; SORRELLS, M.E. Genic microsatellite markers in plants: features and applications. **Trends in Biotechnology**, v. 23, n. 1, p. 48-55, 2005.

VIEIRA, M.L.C.; SANTINI, L.; DINIZ, A.L.; MUNHOZ, C.F. Microsatellite markers: what they mean and why they are so useful. **Genetics and Molecular Biology**, v. 39, n. 3, p. 312-328, 2016.

ZADOKS, J.C.; CHANG, T.T.; KONZAK, C.F. A decimal code for the growth stages of cereals. **Weed Research**, v. 14, n. 6, p. 415-421, 1974.

ZANOTTO, M.; BRAMMER, S.P.; NASCIMENTO JUNIOR, A.; SCAGLIUSI, S.M. Viabilidade polínica como seleção assistida no programa de melhoramento genético de triticales. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p. 2078-2082, 2009.

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