

Análise da diversidade genética de milhos crioulo (*Zea mays* L.) do Norte de Mato Grosso

Analysis of genetic diversity of creole maize races (Zea mays L.) from Northern Mato Grosso State, Brazil

Jacó de Souza Santos¹, Juliana de Freitas Encinas Dardengo², Guilherme Ferreira Pena², Larissa Lemes dos Santos³, Renan Colavite dos Santos⁴, Ana Aparecida Bandini Rossi⁵

RESUMO: O presente trabalho objetivou caracterizar dez variedades locais de milho, cultivadas por produtores rurais do município de Carlinda, (MT) e estimar a diversidade genética por meio de 16 caracteres morfoagronômicos. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com três repetições. Para a caracterização morfoagronômica foram utilizados oito descritores quantitativos e oito qualitativos estabelecidos para *Z. mays*, de acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA). A análise de variância revelou diferença significativa entre as médias das variedades para maioria das características avaliadas, sendo que a altura da espiga, o número de fileiras de grãos e o diâmetro médio de espiga foram as que mais contribuíram para a divergência genética. Os métodos de agrupamento UPGMA e Tocher separaram as variedades em dois grupos uma vez que a maior dissimilaridade foi verificada entre as variedades CA1 e CA7. Foi possível verificar que houve uma significativa discriminação entre as variedades e que essas podem fazer parte de bancos de germoplasma e integrar programas de melhoramento local, como possíveis fontes de alelos favoráveis e adaptados à região Norte de Mato Grosso, não somente atendendo aos interesses dos pequenos produtores da região como também visando a manutenção dos recursos genéticos da espécie.

Palavras-chave: Germoplasma. Recursos genéticos. Tocher. UPGMA.

ABSTRACT: The present study aimed to characterize ten local varieties of maize, cultivated by rural producers in the municipality of Carlinda (MT) and to estimate genetic diversity using 16 morpho-agronomic characters. The experimental design adopted was randomized blocks with three replications. For the morphoagronomic characterization, eight quantitative and eight qualitative descriptors established for *Z. mays* were used, according to the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply ("Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento - MAPA"). The analysis of variance revealed significant difference between the means of the varieties for most of the evaluated characteristics, being that, the height of the ear, the number of rows of grains and the average diameter of the ear were the ones that most contributed to the genetic divergence. The UPGMA and Tocher grouping methods separated the varieties into two groups since the greatest dissimilarity was found between the CA1 and CA7 varieties. It was possible to verify that there was a significant discrimination between the varieties and that these can be part of germplasm banks and integrate local improvement programs, as possible sources of favorable alleles and adapted to the northern region of Mato Grosso, not only serving the interests of the small ones producers in the region but also aiming at maintaining the genetic resources of the species.

Keywords: Genetic resources. Germplasm. Tocher. UPGMA.

¹ Mestre / Docente vinculado à Secretaria de Educação do Estado de Mato Grosso -Seduc - MT, Alta Floresta (MT), Brasil.

² Doutor. Docente vinculado a Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Alta Floresta (MT), Brasil.

³ Acadêmico vinculado ao Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos (PPGBioAgro/UNEMAT), Alta Floresta (MT), Brasil.

⁴ Acadêmico vinculado a Universidade do Estado de Mato Grosso (Curso de Ciências Biológicas), UNEMAT, Alta Floresta (MT), Brasil.

⁵ Doutor. Docente permanente do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos (PPGBioAgro, UNEMAT), Alta Floresta (MT), Brasil.

Autor correspondente: Juliana de Freitas Encinas Dardengo
E-mail: julianadardengo@outlook.com

Recebido em: 18/02/2021
Aceito em: 09/03/2022

INTRODUÇÃO

No decorrer das últimas décadas, *Zea mays* L. alcançou o patamar de maior cultura agrícola do mundo, sendo a única a ter ultrapassado a marca de 1 bilhão de toneladas, deixando para trás antigos concorrentes, como o arroz e o trigo (MIRANDA, 2018). Concomitantemente à sua importância em termos de produção, a cultura ainda se notabiliza pelos diversos usos. Estimativas apontam para mais de 3.500 aplicações desse cereal. Além da relevância no aspecto de segurança alimentar, na alimentação humana e, principalmente, animal, é possível produzir com o milho uma infinidade de produtos, tais como combustíveis, bebidas, polímeros, etc. (MIRANDA, 2018).

O milho apresenta uma enorme variabilidade genética, tanto para caracteres relacionados à adaptação ambiental, quanto para aqueles que não têm influência na vantagem adaptativa (CUENCA *et al.*, 2016). Seu germoplasma é constituído, entre outros genótipos, por raças crioulas (locais), populações adaptadas e materiais exóticos introduzidos, o que explica tanta variabilidade na espécie em questão (CUENCA *et al.*, 2016).

As variedades crioulas são uma fonte riquíssima de alelos, capazes de expressar características diversas de acordo com as necessidades de cada localidade (ARAÚJO JÚNIOR *et al.*, 2015). Além da grande riqueza alélica que concentram, tais variedades apresentam a vantagem de não serem estáticas, ao contrário, estão em constante evolução, o que favorece sua adaptação frente às condições ambientais e aos sistemas de cultivo (CUNHA; JESUS; BUSO, 2017). Esses tipos de variedades vêm sendo a principal alternativa para a agricultura familiar, pois proporcionam bom desempenho nas condições ambientais locais em que são cultivadas (SILVEIRA *et al.*, 2015), isso porque características agrônômicas, assim como qualquer variável de herança quantitativa, são muito influenciadas pelo efeito ambiental.

As variedades tradicionais possuem relevante importância para a subsistência e soberania alimentar de comunidades de agricultores familiares (SANTOS; LIMA, 2015), isso se deve ao fato de que a adaptabilidade conferida às variedades crioulas conseqüentemente gera uma maior segurança aos rendimentos da família, levando-os assim a uma preferência por essas sementes. Por outro lado, o desenvolvimento e lançamento de cultivares superiores por empresas multinacionais do segmento, impulsionadas pelo crescente interesse econômico de espécies vegetais de grande demanda e pela evolução de ferramentas biotecnológicas, resultam em um produto “moderno” e muito atrativo aos olhos dos produtores rurais (ELOY *et al.*, 2015). Independentemente dos lados da balança, a importância maior é que houve uma relativa

contribuição para que a biodiversidade constituísse atualmente a base de matéria-prima para empresas e programas de melhoramento de plantas (SILVA *et al.*, 2018).

A caracterização de variedades crioulas é um processo de relativa importância, pois, como são adaptadas localmente, podem apresentar características diferentes para cada região em que são cultivadas (CUENCA *et al.*, 2016), permitindo assim auxiliar no processo de escolha de genótipos para diferentes finalidades, seja para produtividade, alimentação animal, ou até mesmo para tolerância a pragas e doenças (COIMBRA *et al.*, 2010). Para que estudos genéticos de qualquer cultura sejam desenvolvidos, faz-se necessário realizar, *a priori*, coletas e avaliações fenotípicas de variedades crioulas locais a fim de avaliar o potencial dessas populações, seja para a introdução em programas de melhoramento genético ou para utilização em agroecossistemas, levando-se em conta os fatores limitantes presentes na agricultura familiar da região de coleta (SILVA *et al.*, 2018).

Pesquisas envolvendo o melhoramento genético de milho visam principalmente um incremento significativo na resposta fenotípica das variáveis avaliadas e uma das formas de ampliar a base genética de um programa de melhoramento consiste na introdução de cultivares adaptadas às condições climáticas dos locais de cultivo (ELOY *et al.*, 2015). Nesse contexto, a garantia de instituições e ou empresas do segmento em potencializar seus resultados recai, direta ou indiretamente, sobre os diferentes métodos de conservação dos recursos genéticos vegetais, principalmente os baseados na conservação em forma de sementes (SILVA *et al.*, 2018). Dentre estes, os Bancos Ativos de Germoplasma (BAGs) trazem, em sua essência, o resgate e a valorização das variedades vegetais, vislumbrando ganhos significativos sejam eles científicos, culturais, econômicos, sociais e nutricionais (SILVA *et al.*, 2018).

Isso posto, o presente trabalho teve como principal objetivo caracterizar e avaliar a diversidade genética de dez variedades crioulas de milho, cultivadas por produtores rurais do município de Carlinda (MT).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE COLETA

A coleta das dez variedades de milho crioulo foi realizada em sete propriedades rurais, situadas à latitude 09°57'29" Sul e à longitude 55°49'56" Oeste, estando a uma altitude de 290 metros (Figura 1 e Tabela 1). Essas propriedades foram localizadas por meio de um levantamento prévio realizado junto à secretaria de agricultura do município e em feiras de produtores locais.

2.2 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi implantado no município de Carlinda (MT) (Figura 1), sendo realizados procedimentos de preparo de solo (limpeza e gradagem), análises físico-químicas e adubações de fundação e cobertura.

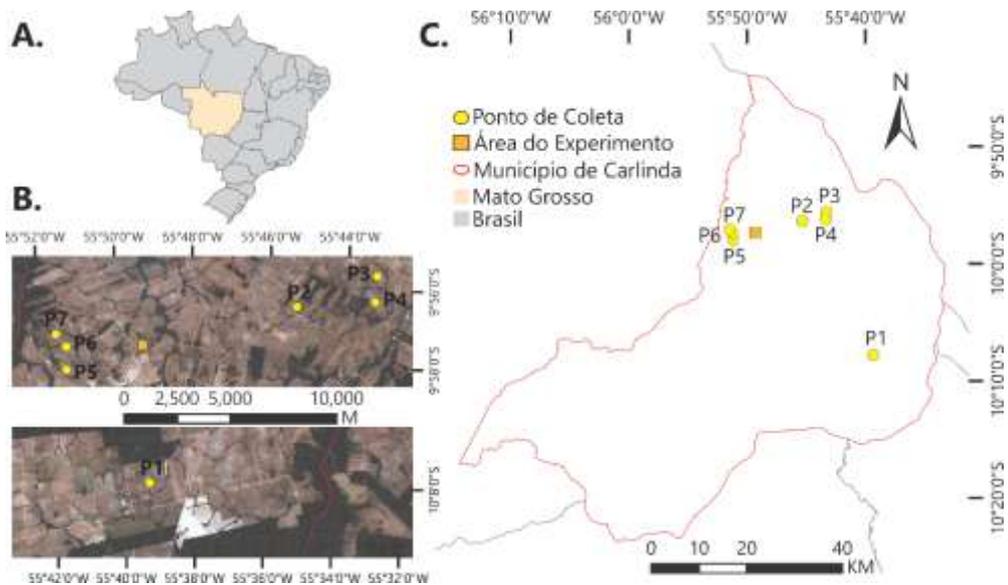


Figura 1. Localização geográfica da área de coleta e do experimento. (A) Município de Carlinda no Estado de Mato Grosso; (B) Município de Carlinda (MT), com os pontos de coleta; (C) Local do experimento.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com três repetições. As unidades experimentais (UE) foram compostas pelas dez diferentes variedades de milho, sendo que cada UE foi composta por cinco fileiras de 4 metros, contendo 55 plantas por parcela (estande) de cada variedade. Os genótipos foram semeados a 0,4 m entre plantas e a 1 m entre linhas. A semeadura foi realizada manualmente e, após o desbaste (21 dias após o plantio), foi deixada uma planta por cova.

Foi realizada a análise química e granulométrica do solo, baseada em amostras coletadas em profundidade de 0 a 20 cm. Foram realizados dois tipos de adubações, conforme a análise do solo, uma de fundação, no momento da semeadura ($350 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de N-P-K, 8-28-16), e duas adubações de cobertura, aplicadas aos 30 ($200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de N-P-K, 20-00-20) e 45 dias ($200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de ureia, 45%) após o plantio, respectivamente. O controle de plantas invasoras foi realizado por meio de capina manual e o de pragas como o percevejo barriga-verde, a cigarrinha do milho, e a diabrotica, com aplicação de inseticida de acordo com recomendação para a cultura na região.

2.3 POLINIZAÇÃO MANUAL

A polinização do experimento foi feita de forma manual e direcionada, seguindo as etapas: proteção da espiga imatura (antes da antese) com saco plástico; quando as espigas do mesmo genótipo estavam floridas (estigma visível), realizou-se a coleta dos grãos de pólen dos pendões (cobertos com sacolas de papel *kraft* no dia anterior), por se tratar de uma espécie protândrica, quase sempre as flores masculinas estavam aguardando o florescimento das flores femininas (espigas); no dia seguinte, recombinação manual de grãos de pólen de no mínimo 8 pendões diferentes (do mesmo genótipo), coletados em uma mesma sacola *kraft*; polinização sobre o estigma receptivo das espigas do mesmo genótipo; proteção das espigas polinizadas com sacolas de papel *kraft* até a colheita.

A partir de uma amostra aleatória de 10 plantas de cada parcela experimental, foram avaliadas 16 variáveis pertencentes à relação de descritores da cultura do milho, sendo estes oito caracteres quantitativos e oito qualitativos. Somente as variáveis peso de 1000 grãos e peso de grãos foram estimados levando em conta toda a parcela.

2.4 AVALIAÇÃO MORFOAGRONÔMICA

Por serem mais facilmente observados, para a caracterização morfoagronômica foram utilizados oito descritores quantitativos e oito qualitativos estabelecidos para *Z. mays*, de acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA). Variáveis quantitativas: AP - Altura da planta; AE - Altura da espiga; CHPP - Comprimento da haste principal do pendão; CME - Comprimento médio das espigas; DME - Diâmetro médio das espigas; NFG - Número médio de fileiras de grãos; P1000 - Peso de 1000 grãos; e PG - Peso de grãos. Variáveis qualitativas: CLF - Forma da ponta da primeira folha; AHLP - Ângulo entre a lâmina foliar e o caule; ALFC - Ângulo entre a haste principal do pendão e a ramificação lateral; CLF - Comportamento da lâmina foliar acima da espiga superior; CEA - Coloração do estigma pela antocianina; CAA - Coloração da antera pela antocianina; TG - Tipo de grão, medido no terço médio da espiga; e CG - Coloração dos grãos.

2.5 CORREÇÕES DE *STAND* E DE UMIDADE DOS GRÃOS

Avaliou-se a produtividade média de grãos, obtida pela pesagem dos grãos debulhados de cada parcela, sendo que uma amostra representativa de cada parcela fora utilizada para verificação da umidade dos grãos no momento da colheita. Posteriormente, os dados foram submetidos à correção de *stand*, a partir da análise de covariância com correção para *stand* ideal (SCHMILDT, 2001), e corrigidas para 13% de umidade, conforme fórmula abaixo:

$$P(13\%) = \frac{P_i(100-U)}{87} \quad (1)$$

Onde:

$P(13\%)$ = peso de grãos a 13% de umidade; P_i = peso de grãos inicial (momento da colheita); e U = umidade dos grãos no momento da pesagem.

2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para as características qualitativas foi realizada a análise da distribuição de frequência e, para as quantitativas, foi calculada a média e o coeficiente de variação. Os dados quantitativos foram analisados por meio de análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Scott e Knott ao nível de 5% de probabilidade.

As análises de agrupamento, a partir das variáveis quantitativas, foram utilizadas para agrupar as variedades segundo suas distâncias genéticas. Foi usado o método hierárquico UPGMA (*Unweighted Pair-Group Method Using an Arithmetic Average*) e o método de otimização Tocher.

A técnica de análise multivariada foi empregada para avaliar a divergência genética entre as variedades, através da análise de variáveis canônicas, utilizando-se da distância generalizada de Mahalanobis.

A importância dos caracteres para a discriminação da divergência foi verificada por intermédio da avaliação da contribuição relativa de cada característica para a divergência genética, estimados pelo método proposto por Singh (1981).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 DADOS QUANTITATIVOS

Na análise de variância foi possível verificar diferenças significativas pelo teste F para a maioria das características quantitativas, somente não identificando diferenças significantes para CHPP (comprimento da haste principal do pendão) (Tabela 1).

Segundo Vogt, Balbinot e Souza (2010), a diferença significativa entre as variáveis indica que há variabilidade genética entre os genótipos avaliados, sendo um indicativo de que as constituições genéticas são divergentes para os caracteres morfológicos avaliados.

A característica que apresentou menor coeficiente de variação foi o número de fileiras de grãos (3,38%), e o maior valor de CV foi para o peso de mil grãos (9,05%).

Tabela 1. Análise de variância de oito caracteres quantitativos em dez variedades de milho crioulo. Carlinda, Mato Grosso, 2019

FV	GL	Quadrado Médio							
		AP	AE	P1000	PG	CME	NFG	CHPP	DME
Bloco	2	641,73	214,41	0,1	223691,36	0,54	1,43	10,84	0,3175
Tratamento	9	4722,36**	3024,75**	1,04*	338610,90**	7,04**	3,99**	7,26 ^{ns}	0,375**
Resíduo	18	252,52	134,26	0,29	68223,79	1,14	0,19	3,75	0,029
Total	29	48329,67	30068,25	14,7	4722909,02	85,03	42,17	154,53	3,83
Média		301,05	178,35	5,9	4918,03	17,75	12,91	26,21	4,32
CV (%)		5,27	6,50	9,05	5,31	6,02	3,38	7,39	3,42

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; * Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. ns = não significativo pelo teste F; CV (%) = coeficiente de variação; AP - Altura da planta; AE - Altura da espiga; CHPP - Comprimento da haste principal do pendão; CME - Comprimento médio das espigas; DME - Diâmetro médio das espigas; NFG - Número médio de fileiras de grãos; P1000 - Peso de 1000 grãos; e PG - Peso de grãos.

Segundo Pimentel-Gomes (2000), o coeficiente de variação estima a precisão experimental e, baseando-se em experimentos de campo, o autor propôs uma escala tal que os coeficientes de variação são: baixos (valores inferiores a 10%), médios (entre 10 a 20%), altos (20 a 30%) e muito altos (superiores a 30%). A partir dessa escala, observou-se que o coeficiente de variação foi baixo, sendo inferior a 10% para todos os caracteres avaliados, revelando um bom nível de precisão experimental.

De acordo com a análise de variância foi possível verificar diferenças significativas pelo teste F para a maioria das características quantitativas, com exceção de CHPP (comprimento da haste principal do pendão), sendo esta última excluída dos testes de médias. A análise de variância (ANOVA) pode determinar se as médias de três ou mais grupos são diferentes. A ANOVA usa testes F para testar estatisticamente a igualdade entre médias, assim quando não se verifica diferenças significativas pelo teste F, não há necessidade de se aplicar o teste de média.

Houve diferença estatística significativa entre as médias encontradas tanto para AP, quanto para AE, sobressaindo no experimento o porte elevado para as características com média de altura de plantas de 301,05 cm e altura de inserção de espigas com média de 178,35 cm, sendo oito variedades no grupo que apresentaram maior altura de planta e maior altura de inserção de espiga, e duas variedades ficando em dois grupos isolados, sendo a CA9 com média de 257,00 cm para altura de planta e 151,33 para altura de inserção de espiga, e a variedade CA1 com a média de 207,83 para altura de planta e 100,17 cm para altura de inserção de espiga, sendo a variedade que apresentou a menor média para essas características (Tabela 2). Pacheco *et al.* (2019) estudaram seis variedades de milho crioulo, duas variedades melhoradas e duas variedades comerciais e avaliaram 13 características, sendo foliares, do colmo e de florescimento. As variedades de milhos crioulos apresentaram divergência genética, sendo, em geral, discriminados pela origem genética e a característica morfológica que mais contribui para a divergência é a altura média de inserção da espiga.

Tabela 2. Comparação entre as médias de dez variedades de milho crioulo em relação a sete caracteres quantitativos avaliados. Carlinda, Mato Grosso, 2019

Variedade	AP (cm)	AE (cm)	P1000 (g)	PG (Kg.ha ⁻¹)	CME (cm)	NFG	DME (cm)
CA1	207,83 c	100,17 c	385,00 a	2365 b	16,07 c	15,23 a	4,89 a
CA2	303,0 a	185,20 a	353,33 b	2320 b	17,23 c	11,67 d	4,13 c
CA3	324,83 a	196,03 a	378,33 a	2340 b	19,10 b	12,93 c	4,34 b
CA4	320,33 a	185,77 a	405,00 a	2690 a	18,87 b	13,67 b	4,55 b
CA5	318,00 a	195,00 a	340,00 b	2505 a	16,60 c	12,97c	4,25 b
CA6	318,33 a	193,70 a	333,33 b	2305 b	17,13 c	11,97 d	3,83 d
CA7	336,33 a	196,33 a	400,00 a	2625 a	21,17 a	12,80 c	4,32 b
CA8	296,5 a	171,17 a	378,33 a	2655 a	17,23 c	12,53 c	4,66 a
CA9	257,00 b	151,33 b	354,33 b	2555 a	17,50 c	13,97 b	4,48 b
CA10	328,33 a	208,83 a	336,67 b	2225 b	16,63 c	11,40 d	3,76 d
Médias	301,05	178,35	366,43	2459	17,75	12,91	4,32

AP - Altura da planta; AE - Altura da espiga; CHPP - Comprimento da haste principal do pendão; CME - Comprimento médio das espigas; DME - Diâmetro médio das espigas; NFG - Número médio de fileiras de grãos; P1000 - Peso de 1000 grãos; e PG - Peso de grãos.

Valores elevados de altura de planta e de inserção de espigas no colmo do milho também foram encontrados por outros autores (SILVEIRA *et al.*, 2015). No presente experimento a variedade CA9, com uma média de altura de 257,00 cm e a CA1 com média de 207,83 cm de altura, mesmo sendo variedades crioulas, apresentaram valores semelhantes aos híbridos para essa característica, podendo ser portadores do gene braquítico, o qual confere menor porte às plantas (ENTRINGER *et al.*, 2017). O porte baixo das plantas, e conseqüentemente das espigas, costumam ser características desejadas, principalmente para produtores agrícolas, por gerar plantas com menor comprimento entre nós, favorecendo o equilíbrio da planta sobre seu centro de gravidade e reduzindo assim possíveis perdas por acamamento ou quebra de plantas, além de facilitar a colheita mecanizada (FREITAS *et al.*, 2017). Entretanto, segundo Silveira *et al.* (2015), as plantas mais altas são mais vantajosas quando empregadas para a produção de silagem de planta inteira, devido a maior produção de matéria verde.

Na Tabela 2 é possível verificar que as dez variedades de milho crioulo diferiram estatisticamente para a característica P1000 (peso de mil grãos), com média de 366,43 g, sendo que a variedade CA6 apresentou a menor média (333,33 g) e a variedade CA7 a maior média 405g. Os valores obtidos neste experimento para P1000 corroboram com os observados por Cunha, Jesus e Buso (2017), que compararam milhos crioulos com milhos híbridos comerciais sob diferentes doses de nitrogênio e obtiveram valores próximos aos encontrados no presente estudo, e se assemelham também aos observados por Bianchetto *et al.* (2017), quando compararam o desempenho agrônômico de milho crioulo em diferentes níveis de adubação tendo duas variedades crioulas e uma cultivar híbrida comercial como testemunha no experimento. Bianchetto *et al.* (2017) encontraram uma média de 369 g para a característica, sendo que as variedades crioulas revelaram 440 g e 321 g para a cultivar híbrida.

A variedade CA7 se destacou para CME (comprimento médio de espiga) com a maior média estatística (21,17 cm), e a variedade CA1 apresentou a menor média, com 16,07 cm. A média geral da característica CME foi de 17,75 cm. Albuquerque, Pinho e Silva (2008) relataram que o comprimento médio de espigas tem que ser superior a 15 cm para que essa seja considerada comercial, portanto, como a menor média no experimento foi de 16,07 cm, todas as variedades analisadas neste estudo se enquadram como comerciais para essa característica.

Em relação ao caráter NFG houve variação estatística entre as variedades, destacando-se a variedade CA1 que apresentou a maior média para a característica (15,23), fato que a torna mais desejável para os produtores, pois quanto maior o número de fileiras de grãos, maior a produtividade. Vian *et al.* (2016), ao realizarem uma análise descritiva de diversas variáveis de planta da cultura do milho, em duas safras de cultivo em área irrigada, obtiveram resultados similares para o número de fileira de grãos, com média de 12,9 e 13,3 fileiras por espiga, respectivamente, para as safras de 2010/2011 e 2011/2012.

As variedades diferiram estatisticamente para DME (diâmetro médio de espigas), com a formação de quatro grupos, sendo a maior média encontrada na CA1 (4,89 cm), enquanto a CA10 apresentou a menor média (3,76 cm) (Tabela 2). A média geral encontrada para esta característica foi de 4,3 cm, valor semelhante ao encontrado por Coimbra *et al.* (2010), que foi de 4,5 cm. De acordo com Albuquerque, Pinho e Silva (2008), o diâmetro de espigas consideradas comerciais deve ser maior do que 3,5 cm e, no presente estudo, a menor média foi de 3,76 cm, portanto todas as variedades são consideradas comerciais para essa característica.

Conforme Cruz *et al.* (2008) os componentes da espiga, além de influenciarem na massa da matéria seca das espigas, interferem de forma substancial na produtividade de grãos. Para a característica PG (produtividade de grãos) obteve-se a média geral do experimento de 2460 Kg.ha⁻¹, variando de 2700 Kg.ha⁻¹ para a CA4 a 2230 kg.ha⁻¹ para a CA10 (Tabela 2). Houve uma variação de 465 Kg.ha⁻¹ entre a variedade de maior média para a variedade de menor média. Essa variação mostra que uma variedade é mais rentável do que outras, o que representa um ponto a ser considerado pelo produtor ao escolher a variedade que vai plantar, já que o aumento de produtividade e qualidade da plantação significa, na prática, maior ganho financeiro (DOMINGUES *et al.*, 2013).

Quando se compara a PG com as médias de outros experimentos com milho crioulo verifica-se uma média inferior, como no caso de Coimbra *et al.* (2010), analisando cinco variedades crioulas no Estado de Minas Gerais, e obtiveram uma média de produtividade de grãos com amplitude de 2030 a 3190 kg.ha⁻¹.

Carpentieri-Pípolo *et al.* (2010), quando avaliaram 15 variedades de milho crioulo em sistemas de baixo nível tecnológico, visando identificar genótipos com maior produtividade e adaptados a um conjunto de locais ou a uma determinada região com a finalidade de indicação

para cultivo, observaram uma produtividade que variou de 1390 a 4210 kg.ha⁻¹. Vale ressaltar que no presente estudo a polinização foi realizada de maneira manual (cruzamentos direcionados) e o excesso de chuvas no período e o fato de se aproveitar apenas uma espiga por planta podem ter interferido negativamente no sucesso das fertilizações e no número de espigas a contabilizarem no peso final das parcelas, respectivamente.

Considerando os oito descritores quantitativos obtidos, a partir da análise da divergência genética pelo método UPGMA foi possível verificar a formação de dois grupos (GI e GII) distintos, sendo o primeiro grupo (GI) composto por nove das dez variedades de milho crioulo analisadas e o GII formado apenas pela CA1 (100% de dissimilaridade - 223,07) (Figura 2). Nota-se também a formação de dois subgrupos no GI, o que confere diversidade genética entre as variedades deste subgrupo (30% de dissimilaridade - 66,92). Sugere-se, no entanto, que os genótipos do GI podem ter uma origem genética comum e estão relacionados geneticamente entre si, em maior ou menor grau, enquanto o GII com somente um genótipo, apresenta uma divergência genética em relação aos demais.

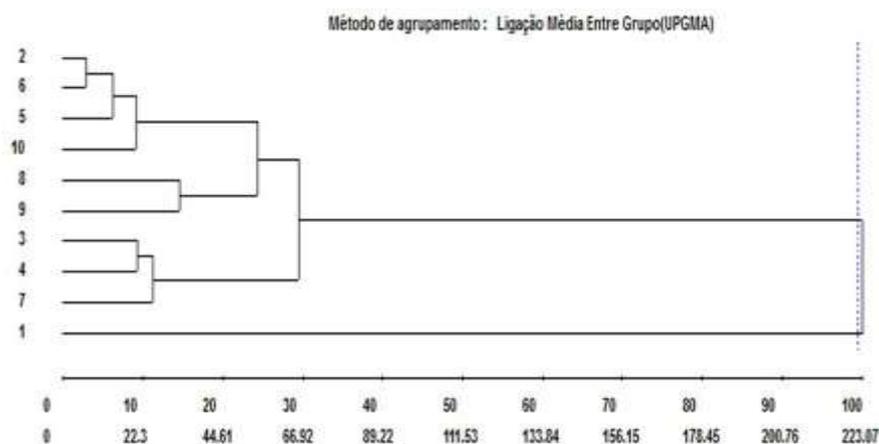


Figura 2. Dendrograma representativo do agrupamento de dez variedades de milho crioulo por meio de características quantitativas, pelo método UPGMA. Coeficiente de correlação cofenética (CCC) = 0,8743.

A correlação entre a matriz cofenética do agrupamento hierárquico UPGMA e a matriz de distâncias foi satisfatória (CCC = 0,8743). Para Rotili *et al.* (2012), quanto mais próximo da unidade, melhor a representação da matriz de dissimilaridade na forma de dendrograma.

Na análise de agrupamento pelo método de otimização de Tocher foi verificada uma formação de dois grupos, sendo concordante com o agrupamento do método UPGMA. O grupo I foi o mais numeroso, agrupando 90% das variedades crioulas de milho.

A variedade crioula de milho CA1 ficou isolada das demais nos dois métodos de agrupamento. É importante salientar que a variedade CA1 foi coletada junto a produtores da mesma localidade da variedade CA2, no entanto, mostraram-se geneticamente divergentes. A CA2 mostrou uma maior similaridade genética com a variedade CA6 (dissimilaridade menor

que 10% - 22,3), fato esse que talvez possa ser explicado pela troca constante de sementes crioulas entre os pequenos produtores que acontece a nível municipal.

A diversidade genética, estimada por meio da distância de Mahalanobis, revelou uma maior dissimilaridade entre as variedades crioulas CA1 e CA7. As duas variedades foram adquiridas nos dois locais mais distantes geograficamente dentro do município e, as características que mais contribuíram para essa divergência foram: altura de planta (AP), altura de espiga (AE), comprimento médio de espiga (CME) e número de fileiras de grãos (NFG). A menor dissimilaridade foi detectada entre CA2 e CA6.

A análise dos oito caracteres quantitativos, por meio de variáveis canônicas, revelou que as duas primeiras variáveis (combinação linear de todas as variáveis em estudo, usada para construir um cenário) explicaram 78,56% da variação total, possibilitando assim uma boa confiabilidade dos resultados no plano bidimensional, sendo que o primeiro componente explicou 47,77% da variação. Resultado similar fora obtido por Prazeres e Coelho (2016), ao avaliarem a divergência genética e heterose relacionadas à qualidade fisiológica de sementes de milho, em que as duas primeiras variáveis canônicas explicaram mais de 80% da variação total.

A análise de contribuição relativa dos oito caracteres entre as dez variedades locais de milho crioulo possibilitou a identificação dos caracteres de maior importância na discriminação da divergência genética. A importância relativa das características indica a contribuição das mesmas na determinação dos valores da distância entre cada par de acessos (CRUZ, 2001).

De acordo com a análise de Singh (1981) as características que mais contribuíram para distinção das variedades crioulas foram a altura da espiga, o número de fileira de grãos, o diâmetro médio da espiga e comprimento médio da espiga. Por outro lado, os descritores que menos contribuíram foram o comprimento da haste principal do pendão, o peso de mil grãos, o peso dos grãos e a altura da planta (Tabela 3).

Tabela 3. Contribuição relativa (%) das oito características quantitativas para divergência genética em dez variedades locais de milho crioulo estimado pelo método proposto por Singh (1981)

VARIÁVEIS QUANTITATIVAS	S _{i,j} (%)
Altura da espiga (AE)	41,07
Número de fileira de grãos (NFG)	23,66
Diâmetro médio da espiga (DME)	14,84
Comprimento médio de espiga (CME)	9,53
Comprimento da haste principal do pendão (CHPP)	3,86
Peso de mil grãos (P1000)	3,75
Peso de grãos em kg.ha ⁻¹ (PG)	3,28
Altura da planta (AP)	0,00

Ao analisar as características AP e AE nota-se que houve similaridade, tanto nos grupos como nas médias, com as variedades que apresentaram maior média de altura de planta, quase

todas também apresentando maior média altura de espiga, o que pode indicar uma relação entre esse caracteres, fator realçado pelo fato que o caráter altura de planta não contribuiu para a divergência das variedades, já que está “embutido” na contribuição do caráter AE. No grupo em que a variedade CA1 ficou isolada, a mesma apresentou a menor média de inserção de espiga e também menor média de altura de planta.

O maior ganho na avaliação da importância relativa dos caracteres consiste na possibilidade de se verificar quais características têm a menor contribuição na divergência genética, conseqüentemente menor discriminação dos genótipos avaliados (ROTILI *et al.*, 2012). Com isso, essas características, que são pouco representativas, podem ser descartadas de análises futuras, reduzindo assim a mão de obra, tempo e custos destinados a experimentos que compartilhem do mesmo objetivo.

3.2 DADOS QUALITATIVOS

Os oito caracteres qualitativos avaliados para as dez variedades de milho crioulo apresentaram polimorfismo, variando de duas a quatro categorias (Figura 3), revelando a existência de divergência morfológica dessas estimativas na análise de dissimilaridade entre os materiais avaliados. A caracterização por caracteres qualitativos pode ser uma ferramenta valiosa para o maior desenvolvimento da cultura do milho, pois essa caracterização proporciona a identificação de genótipos, o intercâmbio de germoplasma, a determinação da divergência genética e a possível utilização do material em programas de melhoramento (PAZIANI *et al.*, 2019).

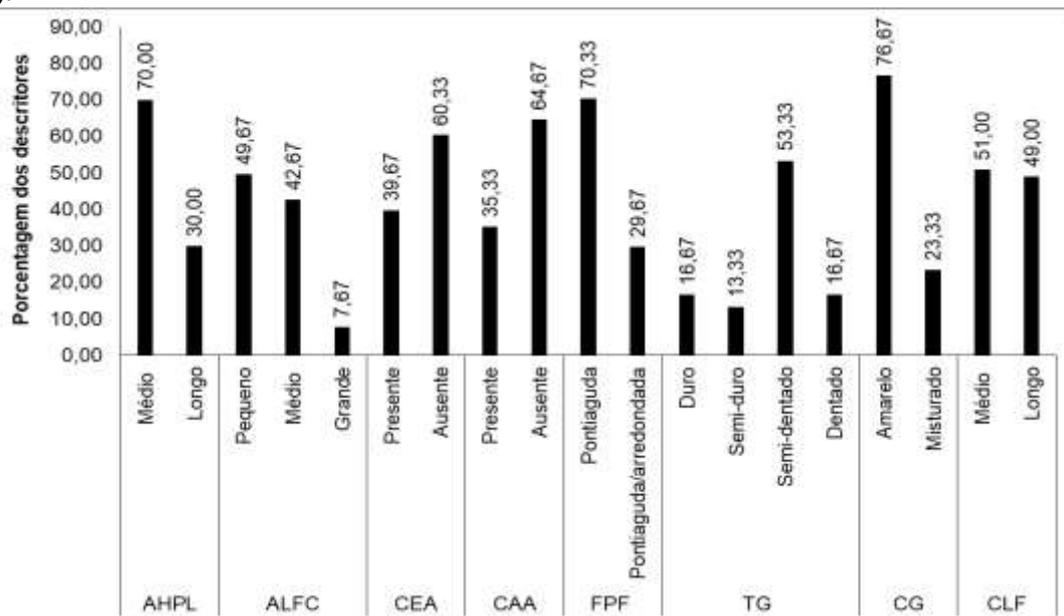


Figura 3. Características qualitativas avaliadas em dez variedades locais de milho crioulo. AHPL) Ângulo entre a haste principal do pendão e a ramificação lateral; ALFC) Ângulo entre a lâmina foliar e o caule; CEA) Coloração do estigma pela antocianina; CAA) Coloração do antera pela antocianina; FPF) Forma da ponta da primeira folha; TG) Tipo de grão; CG) Cor do grão; CLF) Comportamento da lâmina foliar acima da espiga superior.

Dentre os caracteres morfoagronômicos qualitativos analisados no experimento, alguns mostraram uma maior variação, podendo ser destacado o tipo de grãos (TG) (Figura 3), que apresentou quatro variações. Entre as dez variedades testadas, o tipo semi-dentado sobressaiu, com uma porcentagem de 53,33% (Figura 3).

Para o ângulo entre a lâmina foliar e o caule (ALFC) houve três variações para o caráter testado, com a variação “pequeno” e “médio” sobressaindo em relação à “grande”, com 49,67% e 42,67% respectivamente. Os caracteres que apresentaram menor variação foram forma da ponta da primeira folha (FPF), ângulo ente a haste principal do pendão e a ramificação lateral (AHPL), coloração do estigma pela antocianina (CEA) e a coloração da antera pela antocianina (CAA), coloração dos grãos (CG), todos com apenas duas classes.

Grande variabilidade para cor de grãos ocorre em milho, sendo compostos químicos, como antocianinas e carotenoides os principais responsáveis por essa pigmentação. A ação antioxidante dessas substâncias as caracterizam como bioativas, atuando no controle de radicais livres associados ao estresse oxidativo relacionado à degeneração celular e, conseqüentemente, ao desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis (HU; XU, 2012).

Para as características que indicam a presença de coloração pela antocianina, tanto a CEA quanto a CAA apresentaram porcentagens parecidas, destacando-se as plantas que não apresentaram antocianina, sendo de 60,33% para a ausência no estigma e de 64,67% para ausência na antera. Milhos com pigmentação intensa (pretos, roxos e azuis) têm sido caracterizados para vários fitoquímicos, sendo antocianinas identificadas como um dos principais nesses materiais (HU; XU, 2012). Quanto ao caráter cor do grão, as variedades crioulas de milho apresentaram duas categorias, a cor amarela e a cor misturada, sendo que 76,67% das variedades apresentaram cor amarela e 23,33% a cor misturada.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises dos descritores morfoagronômicos tanto quantitativos quanto qualitativos revelaram que há divergência genética entre as dez variedades de milho locais cultivadas no município de Carlinda (MT). As características quantitativas que mais contribuíram para a divergência entre as variedades foram a altura de espiga (AE), número de fileiras de grãos (NFG) e diâmetro médio de espiga (DME).

A variedade CA1 foi a mais divergente entre as variedades de milho crioulo avaliadas. A maior dissimilaridade foi encontrada entre as variedades crioulas CA1 e CA7, sendo as mais indicadas para integrar futuros bancos de germoplasma e programas de melhoramento, visando

a manutenção da diversidade dos recursos genéticos da espécie, bem como participar de cruzamentos que visem a busca da heterose.

Portanto, há possibilidade de discriminação das variedades locais de milho e que essas podem ser fontes para bancos ativos de germoplasma, na busca de alelos favoráveis e adaptados à região Norte de Mato Grosso, bem como fazer parte de futuros programas tanto de melhoramento genético convencional quanto participativo.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, C. J. B.; PINHO, R. G. V.; SILVA, R. Produtividade de híbrido de milho verde experimentais e comerciais. **Biosci. J**, Uberlândia, v. 24, n. 2, p. 60-76. 2008. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6763>. Acesso em: 18 jul. 2020.

ARAÚJO JUNIOR, B. B.; MELO, A. E.; MATIAS, J. N. R.; FONTES, M. A. Avaliação de variedades crioulas de milho para produção orgânica no Semiárido Potiguar. **Holos Environ.**, Rio Claro, v. 3, p. 102, 2015. DOI: <https://doi.org/10.15628/holos.2015.2277>.

BIANCHETTO, R.; FONTANIVE, D. E.; CEZIMBRA, J. C. G.; KRYNSKI, A. M.; RAMIRES, M. F.; ANTONIOLLI, Z. I.; SOUZA, E. L. Desempenho agrônômico de milho crioulo em diferentes níveis de adubação no Sul do Brasil. **Rev. Elet. Cient. UERGS**, Porto Alegre, v. 3, n. 3, p. 528-545, 2017. DOI: <https://doi.org/10.21674/2448-0479.33.528-545>.

CARPENTIERE-PÍPOLO, V.; SOUZA, A. DE; SILVA, D. A. DA; BARRETO, T. P.; GARBUGLIO, D. D.; FERREIRA, J. M. Avaliação de cultivares de milho crioulo em sistema de baixo nível tecnológico. **Acta Sci. Agron.**, Maringá, v. 32, n. 2, p. 229-233, 2010. DOI: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v32i2.430>.

COIMBRA, R. R.; MIRANDA, G. V.; CRUZ, C. D.; MELO, A. V. DE; ECKERT, F. R. Caracterização e divergência genética de populações de milho resgatadas do Sudeste de Minas Gerais. **Ciênc. Agron.**, Jaboticabal, v. 41, n. 1, p. 159-166, 2010. DOI: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20100021>.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2001. 390p.

CRUZ, S. C. S.; PEREIRA, F. R. S.; SANTOS, J. R.; ALBUQUERQUE, A. W. DE; PEREIRA, R. G. Adubação nitrogenada para o milho cultivado em sistema plantio direto, no Estado de Alagoas. **Rev Bras de Eng Agr e Amb**, Campina Grande, v. 12, n. 1, p. 62-68, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662008000100009>.

CUENCA, M. A. G.; DOMPIERI, G. H. G.; SANTOS, F. R. **Expansão da produção do milho e substituição de cultivos na região do sertão ocidental, no Estado de Sergipe**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2016. 29p.

CUNHA, A. S. S.; JESUS, J. M. L.; BUSO, W. H. D. Desempenho de milho crioulo e híbrido sob a aplicação de doses de nitrogênio em cobertura no cerrado. **Tecn e Ciên Agropec**, João Pessoa, v. 11, n. 1, p. 45-51, 2017. Disponível em:

<https://revistatca.pb.gov.br/edicoes/volume-11-2017/v-11-n-1-marco-2017/tca11107.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2020.

DOMINGUES, A. N.; ABREU, J. G.; CANEPPELE, C.; REIS, R. H. P.; BEHLING NETO, A.; ALMEIDA, C. M. Agronomic characteristics of corn hybrids for silage production in the State of Mato Grosso, Brazil. **Acta Scientiarum. Animal Scie**, v. 35, n. 1, p. 7-12, 2013. DOI: <http://10.4025/actascianimsci.v35i1.15592>.

ELOY, C. C.; VIEIRA, D. M.; LUCENA, C. M.; ANDRADE, M. O. DE. Apropriação e proteção dos conhecimentos tradicionais no Brasil: a conservação da biodiversidade e os direitos das populações tradicionais. **Gaia Scientia**, v. 8, p. 60-77, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/gaia/article/view/22587>. Acesso em: 18 jul. 2020.

ENTRINGER, G. C.; VETTORAZZI, J. C. F.; CREVELARI, J. A.; DURÃES, N. N. L.; CATARINA, R. S.; PEREIRA, M. G. Super sweet corn breeding by backcross: a new choice for the brazilian market. **Braz Jour of Agric**, v. 92, n. 1, p. 12-26, 2017. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/a43e/2d2be6012e040db1b8387f4abe9572318d94.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2020.

FREITAS, R. S.; SOARES, R. DE; DUARTE, A. P.; SAWAZAKI, E.; LEÃO, P. C. L.; MIGUEL, F. B.; CAVICHIOLI, J. C.; TICELLI, M.; CAZENTINI FILHO, G.; FORNASIERI FILHO, D.; MINGOTTE, F. L. C.; PESSINATTI, F. A.; BORGES, W. L. B.; VITOR, L. G.; TOKUDA, F. S.; OLIVEIRA, A. L. DE; ALMEIDA, P. P. Agronomic performance of maize cultivars in the north/west region of São Paulo state, Brazil - seasons 2015/16 and 2016/17. **Nucleus**, edição especial, v. 1, p. 113-120, 2017. DOI: 10.3738/1982.2278.2828.

HU, Q. P.; XU, J. G. Profiles of carotenoids, anthocyanins, phenolics, and antioxidant activity of selected color waxy corn grains during maturation. **Jour Agric Food Chem**, v. 59, p. 2026-2033, 2012. DOI: <http://10.1021/jf104149q>.

MIRANDA, R. A. DE. Milho: Uma história de sucesso da civilização. **A Granja**, v. 74, n. 829, p. 24-27, 2018. Disponível em: <https://edcentaurus.com.br/agranja/edicao/829/materia/8972>. Acesso em: 14 ago. 2020.

PACHECO, R. F. C.; GUIMARÃES, A. G.; OLIVEIRA J. R.; SARAIVA, E. A.; SANTOS, G. M. F.; COSTA, M. R.; GUIMARÃES, C. G. Caracterização morfológica e divergência genética de populações de milho crioulo do Alto Vale do Jequitinhonha. **Rev. Agr. Acad.**, v. 2, n. 2, p. 15-26, 2019. DOI: <http://10.32406/v2n22019/15-26/agrariacad>.

PAZIANI, S. F.; DUARTE, A. P.; NUSSIO, L. G.; FREITAS, R. S.; GALLO, P. N.; PAVAN, G. M. Correlações entre variáveis quantitativas e qualitativas de milho e de sorgo para silagem. **Rev Bras de Milho e Sorgo**, v. 18, n. 3, p. 408-416, 2019. DOI: <http://10.18512/1980-6477/rbms.v18n3p408-416>.

PRAZERES, C. S.; COELHO, C. M. M. Heterose para qualidade fisiológica de sementes na obtenção de híbridos de milho. **Rev Bras de Milho e Sorgo**, v. 15, n. 1, p. 24-133, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.368>.

ROTILI, E. A.; CANCELLIER, L. L.; DOTTO, M. A.; PELUZIO, J. M.; CARVALHO, E. V. DE. Divergência genética em genótipos de milho, no Estado de Tocantins. **Rev Ciên Agron**, v. 43, p. 516-521, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-66902012000300014>.

SANTOS, D. P.; LIMA, L. K. S. Avaliação agronômica de variedades de feijão-caupi em cultivo de sequeiro no município de Coremas-PB. **Rev Verde de Agroeco e Desenv Sustent**, v. 10, n. 1, p. 218-222, 2015. DOI: <https://doi.org/10.18378/rvads.v10i1.2950>.

SILVA, L. F. L. E.; SOUZA, D. C. DE; RESENDE, L. V.; GONÇALVES, W. M. Manejo de recursos genéticos vegetais. **Anais da Acad Pernamb de Ciên Agron**, v. 15, n. 1, p. 109-126, 2018. Disponível em: <http://www.ead.codai.ufrpe.br/index.php/apca/article/view/1824>. Acesso em: 20 jul. 2020.

SILVEIRA, D. C.; BONETTI, L. P.; TRAGNAGO, J. L.; NETO, N.; MONTEIRO, V. Caracterização agromorfológica de variedades de milho crioulo (*Zea mays* L.) na região noroeste do Rio Grande do Sul. **Rev de Ciên e Tecn**, v. 1, n. 1, p. 01-11, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782006000300049>.

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **Ind Jour of Genet and Plant Breed**, v. 41, n. 2, p. 237-245, 1981. Disponível em: <https://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:ijgpb&volume=41&issue=2&article=010>. Acesso em: 14 ago. 2020.

VIAN, A. L.; SANTI, A. L.; AMADO, T. J. C.; CHERUBIN, M. R.; SIMON, D. H.; DAMIAN, J. M.; BREDEMEIER, C. Variabilidade espacial da produtividade de milho irrigado e sua correlação com variáveis explicativas de planta. **Ciên Rur**, v. 46, n. 3, p. 464-471, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20150539>.

VOGT, G. A.; BALBINOT JÚNIOR, A. A.; SOUZA, A. M. DE. Divergência genética entre cultivares de girassol no Planalto Norte Catarinense. **Scien Agrar**, v. 11, n. 4, p. 307-315, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v11i4.18265>.