

**JACÓ DE SOUZA SANTOS**

**CARACTERIZAÇÃO DE VARIEDADES LOCAIS  
DE MILHO CONSERVADAS POR  
AGRICULTORES DO NORTE DO ESTADO DE  
MATO GROSSO**

**Dissertação de Mestrado**

**ALTA FLORESTA-MT**

**2019**



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E  
AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
BIODIVERSIDADE E AGROECOSSISTEMAS  
AMAZÔNICOS**



**JACÓ DE SOUZA SANTOS**

**CARACTERIZAÇÃO DE VARIEDADES LOCAIS  
DE MILHO CONSERVADAS POR  
AGRICULTORES DO NORTE DO ESTADO DE  
MATO GROSSO**

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos.  
Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Ana Aparecida Bandini Rossi  
Coorientadores: Prof<sup>o</sup> Dr. Guilherme Ferreira Pena  
Prof<sup>a</sup> Dra. Juliana de Freitas Encinas Dardengo

**ALTA FLORESTA-MT**

**2019**

# **CARACTERIZAÇÃO DE VARIEDADES LOCAIS DE MILHO CONSERVADAS POR AGRICULTORES DO NORTE DO ESTADO DE MATO GROSSO**

**JACÓ DE SOUZA SANTOS**

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos.

Qualificação: 17 de dezembro de 2019

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Ana Aparecida Bandini Rossi  
Orientadora – UNEMAT/ PPGBioAgro

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Juliana de Freitas Encinas Dardengo  
Coorientadora – UNEMAT/ PPGBioAgro

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. Marco Antonio Camillo de Carvalho  
UNEMAT/ FACBA

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. Hudson, de Oliveira Rabelo  
UNEMAT/ FACBA

## AGRADECIMENTOS

A Deus por sua infinita misericórdia e a meus pais, Joaquim (*in memorian*) e Rosa que me deram forças para chegar até aqui.

À Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) pela oportunidade de realização deste curso.

À Secretaria de Estado de Educação, Esporte e Lazer pela concessão da Licença para qualificação profissional.

À equipe gestora, alunos do ensino médio da Escola Estadual Frei Caneca pelo apoio.

À Profa. Dra. Ana Aparecida Bandini Rossi, minha orientadora, que me possibilitou a realização de mais esse projeto pessoal, me apontando o caminho sempre com profissionalismo.

Aos professores Dr. Guilherme Ferreira Pena e Dra. Juliana de Freitas Encinas Dardengo, pelas coorientações, pelo apoio e ensinamentos.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos (PPGBioAgro), pela oportunidade de aprendizagem.

A toda equipe do Laboratório de Genética Vegetal e Biologia Molecular (GenBioMol), pelo auxílio e compreensão.

Aos meus colegas de curso, pela convivência e troca de experiências, e algumas vezes com uma ajuda inestimável, o que possibilitou a superação de algumas etapas desse processo.

Ao Diego Cardoso Berardinelli Monteiro, pelo atendimento prestado junto à secretaria da pós-graduação.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para realização deste projeto.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>V</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>VI</b>
<b>LISTA DE SIGLAS.....</b>	<b>VIII</b>
<b>1.INTRODUÇÃO.....</b>	<b>08</b>
<b>2.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1 Origem e evolução do milho.....</b>	<b>10</b>
<b>2.2 Aspectos reprodutivos e fenologia do milho.....</b>	<b>13</b>
<b>2.3 Recursos genéticos e a pesquisa atual com a espécie no Brasil.....</b>	<b>15</b>
<b>2.4 Agrobiodiversidade, variedades crioulas e conservação in situ/on-farm .....</b>	<b>17</b>
<b>3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>18</b>
<b>4.CAPÍTULOS.....</b>	<b>25</b>
<b>4.1 DIVERSIDADE GENÉTICA EM VARIEDADES DE MILHO LOCAIS COM BASE EM CARACTERÍSTICAS QUANTITATIVAS E QUALITATIVAS.....</b>	<b>25</b>
<b>Resumo</b>	<b>25</b>
<b>Abstract</b>	<b>26</b>
<b>Introdução</b>	<b>27</b>
<b>Material e método</b>	<b>29</b>
<b>Resultados e discussão</b>	<b>35</b>
<b>Conclusão</b>	<b>49</b>
<b>Referências bibliográficas</b>	<b>50</b>

## LISTA DE TABELAS

**TABELA 1** Identificação, origem e localização geográfica dos pontos de coleta das dez variedades locais de milho no município de Carlinda, MT. NC= Nome comum.

**TABELA 2** Resultado da análise química e física do solo da área experimental.

**TABELA 3** Caracteres quantitativos e qualitativos utilizados na caracterização morfoagronômica das variedades de milho locais. Carlinda, Mato Grosso, 2019.

**TABELA 4** Análise de variância de oito caracteres quantitativos em dez variedades de milho crioulo. Carlinda, Mato Grosso, 2019.

**TABELA 5** Comparação entre as médias de dez variedades de milho crioulo em relação a oito caracteres quantitativos avaliados. Carlinda, Mato Grosso, 2019.

**TABELA 6** Representação do agrupamento gerado pelo método de Otimização de Tocher com base na dissimilaridade genética entre as dez variedades de milho crioulo avaliados, mediante a utilização de oito características quantitativas. Carlinda –MT, 2019.

**TABELA 7** Estimativas dos autovalores associados às variáveis canônicas (VC), importância relativa (Raiz %) e acumulada (%), referentes às oito características quantitativas das dez variedades locais de milho crioulo.

**TABELA 8** Contribuição relativa (%) das oito características quantitativas para divergência genética em dez variedades locais de milho crioulo estimado pelo método proposto por Singh (1981).

## LISTA DE FIGURAS

**FIGURA 1** Localização geográfica da área de coleta. A) Município de Carlinda no estado de Mato Grosso. B) Município de Carlinda, MT com os pontos de coleta. C) Local do experimento.

**FIGURA 2** Instalação do Experimento. (A e B) Preparo do solo e demarcação da área experimental; (C) Adubação manual. Carlinda, MT, 2018.

**FIGURA 3** Croqui da área experimental.

**FIGURA 4** Dendrograma representativo do agrupamento de dez variedades de milho crioulo por meio de características quantitativas pelo método UPGMA. Correlação cofenética (CCC): 0,8743. Carlinda –MT, 2019.

**FIGURA 5** Parcela dos tratamentos da variedade CA1 com bonecas e pendões cobertos, (A, B e C). Números de fileira de grãos variedade CA1, (D).

**FIGURA 6** Dispersão gráfica formada pelas variáveis canônicas 1 e 2 representando a distribuição das dez variedades locais de milho crioulo para as oito características quantitativas.

**FIGURA 7** Características que mais contribuiram para distinção das variedades crioulas (A) Altura da espiga; (B) Número de fileira de grãos e diâmetro médio da espiga; (C) Comprimento médio da espiga.

**FIGURA 8** Características qualitativas encontradas em dez variedades locais de milho crioulo, Carlinda –MT, 2019. AHLP) 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 da 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.

## LISTA DE SIGLAS

**CDB** - Convenção sobre a Diversidade Biológica

**DBC** - Delineamento em Blocos Casualizados

**CCC** – Coeficiente de correlação cofenética

**CV** - Coeficiente de variação experimental

**IM** - Índice Meiótico

**MAPA** - Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento

**PAA** - Programa de Aquisição de Alimentos

**T°C** - Temperatura em °C

**TIRFAA** - Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para a Alimentação e a Agricultura

**UE** - Unidade Experimental

**UPGMA** - *Unweighted Pair Group Method Using Arithmetic Averages*

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O milho (*Zea mays L.*) possui grande diversidade de tipos e raças, sendo uma das espécies de maior variabilidade genética entre as plantas cultivadas (PATERNIANI et al., 2000). A grande variabilidade encontrada nesta espécie é resultado da seleção humana realizada por povos da América (ameríndios), em parte resultado das adaptações climáticas sofridas pela espécie que vem sendo cultivada em diferentes ambientes por todo mundo (PATERNIANI & GOODMAN, 1977; DOEBLEY, 1990; MATSUOKA et al., 2002; FREITAS et al., 2003; VIGOUROUX et al., 2008). Segundo Prasanna (2012), a seleção praticada pelas antigas civilizações existentes, no México, e a sua particularidade cultural, ocasionou o desenvolvimento de inúmeras raças, sendo atualmente conhecidas cerca de 400 raças de milho distintas no mundo, das quais 300 são das Américas.

Além da diversidade de tipos e raças, o milho apresenta grande diversidade de usos: alimentação animal, alimentação humana e matéria prima para as agroindústrias de diversos ramos (PATERNIANI & GOODMAN, 1977; MATSUOKA et al., 2002; OGLIARI & ALVES, 2007; OGLIARI et al., 2013). Dentre os diversos tipos de milho, alguns são ditos especiais por possuírem características e usos distintos do milho comum, como por exemplo, milho pipoca, milho forrageiro, mini milho, milhos com elevada qualidade nutricional e milho doce (LEMOS et al., 2006; KUHNEN et al., 2011; PEREIRA FILHO & CRUZ, 2011).

Por meio de um processo de observação e de seleção, e conforme preferências e valores culturais específicos de cada local, os agricultores chegaram às variedades crioulas, portadoras de alta rusticidade e adaptadas às condições adversas de solo e de clima e ao sistema de manejo empregado na agricultura familiar. Como definiu Carpentieri-Pípolo et al. (2010), as variedades crioulas de milho são plantas resultantes de processos de seleção massal realizada pelos agricultores durante um longo período de adaptação em uma determinada região. Esses materiais detêm combinações alélicas importantes e a substituição desses por cultivares modernos, como tem ocorrido desde a década de 1950, não apenas vem gerando o processo de erosão genética, como também ameaça o conhecimento tradicional de cultivos

peculiares (BOEF, 2007). Além da grande diversidade genética que concentram, um outro aspecto de fundamental importância relacionados às variedades crioulas é que não são estáticas, ao contrário, estão constantemente evoluindo para se adaptar às condições ambientais e sistemas de cultivo (CUNHA, 2013).

As populações de variedades crioulas são importantes por constituírem fonte de variabilidade genética e o uso dessas variedades também apresenta diversas vantagens ligadas à sustentabilidade da produção como resistência a doenças, pragas e desequilíbrios climáticos, e podem ter as sementes armazenadas para as safras seguintes, o que diminui o custo de produção (PATERNIANI et al., 2000; CARPENTIERI-PÍPOLO et al., 2010). O ganho ambiental também é superior, uma vez que o uso de variedades crioulas, adaptadas localmente, mantém a diversidade genética das espécies, podendo servir de fonte para o melhoramento (CECCARELLI et al., 1994).

A caracterização do germoplasma pode estimular a sua utilização e contribuir com identificação de populações divergentes e com variabilidade genética o que pode ser útil para a predição preliminar de cruzamentos que otimizem a heterose (MIRANDA et al., 2003). Portanto, para que as raças crioulas possam ser introduzidas nos programas de melhoramento elas precisam ser coletadas, identificadas e caracterizadas.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi realizar a caracterização fenotípica (descritores morfológicos) de dez variedades locais de milho cultivadas na região de Carlinda, norte do estado de Mato Grosso, visando a utilização em futuros trabalhos de melhoramento e o fomento de atividades de conservação, multiplicação e disponibilização de recursos genéticos de milho crioulo para as famílias rurais da região.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Origem e evolução do milho

Durante muitos anos, acreditava-se que este cereal era diplóide e que tinha evoluído por meio de seleção e através de recombinações entre genótipos (MANGELSDORF, 1974; GALINAT, 1977; GOODMAN, 1978). Entretanto, hoje existem evidências de que o milho possui uma origem alotetraplóide, com  $2n = 4x = 20$  cromossomos (GAUT et al., 2000) tendo o número básico de cromossomos de  $x = 5$  (MOLINA et al., 1992; POGGIO et al., 1997; WHITE & DOEBLEY, 1998). Segundo revisão de POGGIO et al. (2000), três descobertas citológicas apoiam esta hipótese: a existência de pareamento cromossômico durante a meiose de haplóides, a associação secundária de bivalentes e a distribuição tridimensional em metáfases somáticas (onde os cromossomos formam quatro grupos de cinco cromossomos cada).

A idade estimada do milho é de 11 milhões de anos e o seu surgimento teria sido resultado de um evento de poliploidização que teria ocorrido após a divergência entre sorgo e milho sendo, portanto, considerado um poliploide antigo (GAUT et al., 2000). A verdadeira origem do milho ainda não foi completamente elucidada, porém existem alguns trabalhos indicando que o seu genitor seja *Zea mays* ssp. mexicana ou *Zea mays* ssp. parviglumis, ambos conhecidos como teosintos (GALINAT, 1977; GALINAT, 1992; WHITE & DOEBLEY, 1998; PAABO, 1999; PATERNIANI & CAMPOS, 1999; TAKAHASHI et al., 1999; WANG et al., 1999; PIPERNO & FLANNERY, 2001). Estas espécies são suspeitas de terem originado o milho pela presença de alguns caracteres em comum, como o mesmo número de cromossomos ( $2n = 20$ ) e ainda por serem capazes de se cruzarem resultando em descendentes férteis na F1 (GOODMAN, 1995).

Entretanto, Evans & Kermicle (2001) observaram a existência de um grupo de genes denominados teosinte crossing barrier 1 (Tcb1), os quais restringem a compatibilidade nos cruzamentos entre milho e teosinto. Terra (2004) observou a existência de barreiras em nível genético entre milho e teosinto, o que impediu o desenvolvimento da geração F2. Contudo, quando a geração F1 é retrocruzada com milho, são obtidos descendentes férteis

(ALMEIDA, 2003). Takahashi et al. (1999), utilizando a hibridização genômica *in situ* (GISH), avaliaram dez possíveis genitores do milho (*Z. mays* ssp. *mexicana* L., *Z. mays* ssp. *parviglumis* L., *Z. luxurians* L., *Z. diploperennis* L., *Z. perennis*, *Tripsacum dactyloides* L., *Coix lachryma-jobi* L., *Sorghum bicolor* L., *S. versicolor* L. e *S. halapense* L.) e concluíram que, utilizando esta técnica, nenhuma destas espécies em particular poderia ser considerada um dos genitores diplóides do milho.

Existem ainda outras teorias sobre a origem do milho. Uma delas indica que a espécie genitora tenha sido extinta, outra que o milho cultivado teria origens múltiplas ou ainda que o milho, após a sua formação, tenha passado por inúmeras alterações gênicas, tornando impossível uma correlação positiva de ancestralidade com qualquer espécie próxima (TAKAHASHI et al., 1999; POGGIO et al., 2000). Uma das explicações para esta última teoria pode estar relacionada com a intensa presença de elementos transponíveis no genoma do milho. Segundo Kidwell (2002), 60 % do genoma do milho é constituído por elementos transponíveis. Estes são caracterizados como agentes móveis do genoma e apresentam a habilidade de induzir diversos rearranjos cromossômicos tal como deleções, duplicações, inversões e translocações recíprocas (ZHANG & PETERSON, 1999), o que pode ter contribuído significativamente para a intensa diferenciação do milho em relação aos seus verdadeiros genitores (WHITE & DOEBLEY, 1998).

De fato, ainda não existe nenhuma informação conclusiva a respeito da real origem do milho cultivado. As especulações são muitas e com vários enfoques diferentes, mas ainda não se pode afirmar que o milho evoluiu a partir desta ou daquela espécie e, talvez, isso nunca poderá ser feito. Por um lado, porque os seus genitores possam estar extintos e, por outro, porque o milho pode ter se diferenciado tanto após a domesticação, que não é possível nenhuma relação direta com outra espécie. Mas o que se pode afirmar é que dentre as espécies mais próximas do milho cultivado, *Z. mays* ssp. *parviglumis* é a mais relacionada. Se *Z. mays* ssp. *parviglumis* realmente é um dos genitores do milho, é muito difícil entender como, em tão pouco tempo, o milho se diferenciou tanto. Segundo HILTON & GAUT (1998), seria um mecanismo evolutivo muito diferente do ocorrido entre *Z. mays* ssp. *parviglumis* e *Z.*

*luxurians*, o qual estaria ocorrendo em um período de 100.000 anos, sendo acompanhado por uma perda gradual de diversidade genética em *Z. luxurians*, levando a pouca divergência morfológica. Mesmo que existam incertezas relacionadas a origem desta espécie, não existem dúvidas de que o milho é um cereal essencialmente americano (com origem no México), pois é neste continente que se encontram os seus parentes silvestres mais próximos, os quais incluem diversas espécies de Teosinte e o *Tripsacum* (PATERNIANI & CAMPOS, 1999).

Quanto à domesticação da espécie, existem evidências indicando que esta ocorreu entre 7.000 e 10.000 anos atrás (DOEBLEY et al., 1994; WHITE & DOEBLEY, 1998), quando americanos nativos descobriram que eles podiam acelerar as forças da evolução natural, tornando o milho o principal cultivo de importantes civilizações como a dos astecas, maias e incas (GALINAT, 1992; MACHADO & PATERNIANI, 1998; PATERNIANI & CAMPOS, 1999). Piperno & Flannery (2001) encontraram vestígios de espigas e pólen de milho em Guilá Naquitz, no Vale Tehuacán (México) e concluíram que a data que deu início a domesticação do milho é anterior a 5.400 anos antes de Cristo.

Entretanto, estas informações são insuficientes para indicar o local certo onde a domesticação da espécie começou e ainda, se esta começou em somente um local ou em vários locais distintos. Dessa forma, é importante ressaltar que a domesticação do milho contribuiu efetivamente com o seu desenvolvimento evolutivo, como se a ação humana tivesse, aos poucos, moldado ou até mesmo construído uma espécie através da seleção de características importantes durante milhares de anos, o que resultou em uma espécie de grande importância econômica mundial, porém extremamente dependente do homem.

## **2.2 Aspectos reprodutivos e fenologia do milho**

O milho é uma espécie alógama, ou seja, numa população na qual não se pratica controle de polinização os descendentes são em sua maioria decorrentes de polinização com frequência superior a 95% de produção cruzada. A alogamia da espécie é atribuída a duas características: a) monoiccia,

que caracteriza-se pela presença no mesmo indivíduo de órgão produtores de gameta masculino e femininos na mesma planta porém em estruturas ou inflorescências diferentes; b) protandria, quando órgãos ou gametas masculinos amadurecem antes dos órgãos ou gametas femininos. Os gametófitos masculinos são produzidos no pendão e a inflorescência masculina é localizada no ápice da planta, ao passo que os gametófitos femininos são produzidos na espiga, e a inflorescência feminina que se desenvolve na axila de uma ou de duas folhas, localizada na parte central da planta (RAVEN, et al., 2001).

Os métodos de polinização de milho são relativamente simples, principalmente pela separação das inflorescências masculinas e femininas. Portanto, uma característica muito importante da espécie, por permitir essa ampla utilização em diferentes métodos de melhoramento (espécie modelo em alógamas) é que ela apresenta uma elevada tolerância aos efeitos da endogamia, praticamente qualquer processo de melhoramento pode ser empregado, independentemente de envolver a produção de um ou mais tipos de família, auto-fecundações ou cruzamentos múltiplos. Os métodos de polinização podem ser de dois tipos; i) polinização aberta, normalmente utilizada na produção de poucos cruzamentos, mas em grandes quantidades ou de vários cruzamentos com um testador exige isolamento no tempo ou no espaço; ii) polinização manual, permite realizar os diferentes tipos de cruzamentos exigidos pelos delineamentos genéticos em programas de melhoramento de populações (PINTO, 2009).

Como descrito por Matzenauer (1997) o conhecimento a respeito dos estádios fenológicos se faz necessário, para o planejamento dos melhores períodos para semear, como também para, eleger os genótipos que melhor irão se adaptar as condições impostas pelo meio em questão. Já Bergamaschi et. al. (2006), acredita que essas informações auxiliariam na elaboração de zoneamentos agrícolas, e na determinação das épocas críticas da cultura do milho, possibilitando não posicioná-la em períodos de deficiência hídrica.

A cultura do milho é dividida em duas grandes fases: vegetativa e reprodutiva. As subdivisões dos estádios vegetativos são designadas numericamente até V<sub>n</sub>, onde n representa o último estágio vegetativo anterior

ao pendoamento. Cada estágio vegetativo é definido de acordo com a última folha completamente expandida ou fora do cartucho. As fases reprodutivas iniciam-se no pendoamento e vão até a maturação fisiológica, estágio onde os grãos apresentam a camada preta na inserção entre o grão e o sabugo. A camada preta nada mais é do que um conjunto de células mortas que impedem a entrada de nutrientes para dentro dos grãos e marca a fase de perda de água. O estágio de crescimento de uma lavoura é definido quando, no mínimo, 50% das plantas estiverem no mesmo estágio.

Fancelli & Dourado-Neto (2000), realizaram uma pesquisa de acordo com o ciclo de desenvolvimento normal da cultura do milho, compreendendo cinco etapas: (a) germinação e emergência - acontece entre a semeadura e o surgimento da plântula, em um período de 4 a 12 dias, sendo influenciado pela temperatura e umidade; (b) crescimento vegetativo - tendo seu princípio a partir do surgimento da segunda folha, até o florescimento, variando devido a precocidade ou não do material e dos fenômenos climáticos; (c) floração - compreendida entre o início da polinização e a frutificação; (d) frutificação - dura entre 40 e 60 dias, vai da fecundação ao enchimento total dos grãos; e (e) maturação fisiológica - período que vai do final da frutificação e o surgimento da camada negra, indicando assim o final do ciclo.

### **2.3 Recursos genéticos e a pesquisa atual com a espécie no Brasil**

A falta de políticas que forneçam ferramentas para enfrentar ameaças à conservação, e que estimulem a produção e a conservação de variedades locais ou crioulas, pode causar grande perda de alelos de adaptação, com consequências diretas na inviabilização de um sistema agrícola sustentável. Em consonância a isso, o governo brasileiro assina, durante Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada na cidade do Rio de Janeiro, no ano de 1992 e aprovada pelo Congresso Nacional no ano de 1994, a Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB), que ressalta:

- i) a importância do monitoramento da diversidade biológica;
- ii) a produção e organização de dados de componentes biológicos que ofereçam potencial de utilização sustentável;

- iii) a proteção e o encorajamento à utilização de recursos biológicos com práticas culturais tradicionais;
- iv) a promoção e o estímulo a pesquisas que contribuam para a conservação; e
- v) a utilização sustentável da diversidade biológica (BRASIL, 2000).

Avançando no mesmo tema, o governo brasileiro promulga em junho de 2008, através do Decreto Nº 6.476/08, o Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para a Alimentação e a Agricultura (TIRFAA), e que dispõe sobre os seguintes temas: Conservação, prospecção, colheita, caracterização, avaliação e documentação dos recursos fitogenéticos para a alimentação e a agricultura (Art. 5º) e utilização sustentável dos recursos fitogenéticos (Art. 6º).

Esses acordos surgem para afirmar que negligenciar o conhecimento da diversidade, do valor real e potencial de uso, e a sua conservação, poderá ser algo irreversível, impactando diretamente nas gerações futuras. O conhecimento e a valorização das variedades locais têm o objetivo de estimular a sua conservação pelo uso, com sua produção comercial destinada, preferencialmente, a um segmento de mercado que dá preferência a cultivos tradicionais e orgânicos, que ainda é considerada elitizada devido à baixa oferta e preços elevados.

São inúmeros e inegáveis os benefícios oriundos do cultivo orgânico, como a diminuição do uso de agrotóxicos, continuidade do homem no campo, qualidade do alimento, qualidade de vida, sustentabilidade econômica e do ecossistema.

Nos últimos anos, programas governamentais têm dado mais atenção a esta modalidade de produção sustentável, com a criação do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e o Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos, com o objetivo de facilitar a comercialização, valorizar os sistemas produtivos orgânicos a partir da aquisição individual de alimento dos produtores, oferecer garantia de compra a um preço diferenciado quando esse praticar agricultura orgânica e sustentável, além da aquisição de sementes crioulas para distribuição entre agricultores tradicionais (BRASIL, 2012).

Em meio a um cenário alarmante de mudanças climáticas, faz-se necessário fortalecer os meios para contrapor uma tendência equivocada de marginalização dos recursos genéticos a qual experimentamos nas últimas décadas, e pensar em estratégias de longo prazo para produção, envolvendo sustentabilidade e conservação.

#### **2.4 Agrobiodiversidade, variedades crioulas e conservação *in situ/ on-farm***

A agricultura moderna obteve um grande aumento de rendimento nas últimas décadas, com avanço de técnicas, insumos e cultivares mais produtivas. Nesse mesmo tempo em que a produtividade evoluiu, houve uma enorme perda de diversidade de vários cultivos, como é o caso do milho (*Zea mays L.*).

A diversidade genética é reconhecida como fator determinante para o desenvolvimento do melhoramento genético, sobretudo, diante das ameaças de mudanças climáticas e da tendência crescente de produção agroecológica.

Atualmente, aproximadamente 350 raças de milho são descritas nas Américas (VIGOUROUX et al., 2008), contudo, na década de 90, já era estimado que 30 raças estivessem em processo de extinção (MACHADO et al., 1998). Além disso, grande parte dos híbridos produzidos mundialmente são formados por derivações de poucas linhagens. Estudos estimam que, dos dois maiores produtores mundiais de milho, entre 6 e 8 linhagens compõem os híbridos produzidos nos EUA (DARRAH et al. 1986) e 20 linhagens compõem cerca de 95% dos híbridos da China (LY et al., 2002).

A maior parte da diversidade genética de milho está sendo conservada on-farm por agricultores familiares de todo o mundo. No caso do Brasil, isso inclui também diversos povos tradicionais, comunidades quilombolas e indígenas tradicionais (SILVA, 2015).

As variedades crioulas são de grande importância sócio-econômica para a agricultura familiar, devido a sua produção de forma independente, sua estabilidade produtiva e rusticidade em sistema produtivo com baixo uso de insumos. Estas características tornam as variedades crioulas um componente importante para a segurança alimentar e para a qualidade de vida. Além disso,

devido a sua rusticidade, as variedades crioulas apresentam melhores condições de serem produzidas em sistema orgânico que, comprovadamente, produzem alimentos mais saudáveis e nutritivos (BOURN et al., 2002; REN et al., 2001; TOOR et al., 2006; SMITH, 1993; SCHUPHAN, 1974; PREMUZIC et al., 1998; ISCHIDA et al., 2004; CARIS-VEYRAT et al., 2004).

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, C. C. S. **Análise citogenética e molecular em milho (*Zea mays* subsp. *mays*), teosinto, *Zea mays* subsp. *mexicana* e em seus híbridos**. 2003. 47f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; COMIRAN, F.; BERGONCI, J. I.; MÜLLER, A. G.; FRANÇA, S.; SANTOS, A. O.; RADIN, BERNADETE; BIANCHI, C. A. M.; PEREIRA, P. G. Déficit hídrico e produtividade na cultura do milho. Brasília, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.2, p.243-249. 2006.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Social – MDS. **Decreto** nº 7.775 de 4 de julho de 2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA. **Convenção sobre a Diversidade Biológica**. Cópia do Decreto Legislativo no. 2, de 5 de junho de 1992. Brasília-DF: MMA. 2000.

BOURN, D.; PRESCOTT, J. A. Comparison of the nutritional value, sensory qualities and food safety of organically and conventionally produced foods. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 42, n. 1, p. 1-34, 2002.

CARIS-VEYRAT, C.; AMIOT, M. J.; TYSSANDIER, V.; GRASSELLY, D.; BURET, M.; MIKOLJOZAK, M.; GUILLAND, J. C.; BOUTELOUP-DEMANGE, C.; BOREL, P. Influence of organic versus conventional agricultural practice on the antioxidant microconstituent content of tomates and derived purees; consequences on antioxidante plasma status in humans. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, n. 21, p. 6503-6509, 2004.

CARPENTIERE-PÍPOLO, V.; SOUZA, A.; SILVA, D. A.; BARRETO, T. P.; GARBUGLIO, D. D.; FERREIRA, J. M. Avaliação de cultivares de milho crioulo em sistema de baixo nível tecnológico. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 32, n. 2, p. 229-233, 2010.

CONSULTIVE GROUP ON INTERNATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH. **Crossing perspectives**: farmers and scientists in participatory plant breeding. Program on Participatory Research and Gender Analysis (PRGA). Cali, 1999a. 49 p.

CONSULTIVE GROUP ON INTERNATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH. Systemwide Program on Participatory Research and Gender Analysis for Technology Development and Institutional Innovation (PRGA Program). **Annual Report**. Cali, 1999b.

CECCARELLI, S. Specific adaptation and breeding for marginal conditions. *Euphytica*, v. 77, n. 3, p. 205-219, 1994.

CUNHA, F. L. Sementes da paixão e as políticas públicas de distribuição de sementes na Paraíba. 2013. 184f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2013.

DARRAH, L. L.; ZUBER, M. S. The United States farm corn germplasm base and commercial breeding strategies. **Crop Science**, v. 26, n. 6, p. 1109–1113, 1986.

DOEBLEY, J. Molecular evidence and the evolution of maize. *Economic Botany*, v. 44, p. 6-27, 1990.

DOEBLEY, J.; BACIGALUPO, A.; STEC, A. Inheritance of kernel weight in two maize – teosinte hybrid populations: implications for crop evolution. *Journal of Heredity*, Oxford, v. 85, p. 191-195, 1994.

EVANS, M.M.S.; KERMICLE, J.L. *Teosinte crossing barrier 1*, a locus governing hybridization of teosinte with maize. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 103, p. 259-265, 2001.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de Milho**. Guaíba; Porto Alegre: Agropecuária, 2000. 360p.

FREITAS, F O.; BENDEL, G.; ALLABY, R G.; BROWN, T A. DNA from primitive maize landraces and archaeological remains: implications for the domestication of maize and its expansion into South America. *Journal of Archaeological Science*, v. 30, p. 901–908, 2003.

GALINAT, W.C. The origin of corn. In: SPRAGUE, G. F. (ed). **Corn and Corn Improvement**. Madison: American Sociedade Agronomic, 1977. 47p.

GALINAT, W.C. Evolution of corn. In: SPARKS, D.L. **Advances in agronomy**. London: Academic Press, 1992. 403p.

GAUT, B.S.; d'Ennequin, M.L.T.; Peek, A.S.; Sawkins, M.C (2000) Maize as model for the evolution of plant nuclear genomes. *PNAS*, 97(13):7008-7015.

GOODMAN, M. M. The races of maize IV: Tentative grouping of 219 Latin American races. **Economic Botany** 31: 204-221.1977.

GOODMAN, M.M. A brief survey of the races of maize current attempts to infer racial relationships. In: Walden, D. B. (Ed. ). **Maize breeding and genetics**. New York: J. Wiley, 1978.p. 143-158.

GOODMAN, M.M. Maize. In: SMART, J.; SIMMONDS, N.W. *Evolution of crop plants*. New York: Longman Scientific, 1995. 531 p.

HILTON, H.; GAUT, B.S. Speciation and domestication in maize and its wild relatives: evidence from the Globulin-1 gene. *Genetics*, Baltimore, v. 150, n.2, p. 863-872, 1998.

ISHIDA, B. K.; CHAPMAN, M. H. A. Comparison of carotenoid content and total antioxidant activity in catsup from several commercial sources in the United States. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, n. 26, p. 8017-8020, 2004..

KIDWELL, M.G. Transposable elements and the evolution of genome size in eukaryotes. **Genetica**, Dordrecht, v. 115, p. 49-63, 2002.

KUHNEN, S.; LEMOS, P. M. M.; CAMPESTRIN, L. H.; OGLIARI, J.B.; DIAS, P. F.; MARASCHIN, M. Carotenoid and anthocyanin contents of grains of

Brazilian maize landraces. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 91, p. 1548-1553, 2011.

LEMOS, P.M. M.; KUHNEN, S.; DIAS, P. F.; OGLIARI, J.B.; MARASCHIN, M. Identificação e quantificação de carotenóides de sementes de variedades locais e crioulas de milho (*Zea mays*), desenvolvidas e cultivadas tradicionalmente por agricultores familiares de Anchieta (SC). In: 58º Reunião Anual da SBPC, 2006, Florianópolis. **Anais da 58º Reunião Anual da SBPC**. São Paulo: SBPC, 2006.

LI, Y.; DU, J.; WANG, T.; SHI, Y.; SONG, Y.; JIA, J. J. Genetic diversity and relationships among Chinese maize inbred lines revealed by SSR markers. **Maydica**, v. 47, n. 2, p. 93–101, 2002.

MACHADO, A. T.; MACHADO, C. T. T. Melhoramento vegetal participativo com ênfase na eficiência nutricional. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2003.

MACHADO, C.T.T.; PATERNIANI, M.L.S. Origem, domesticação e difusão do milho. In: SOARES, A.C.; MACHADO, A.T.; SILVA, B.M.; WEID, VON DER, J.M. **Milho crioulo: conservação e uso da biodiversidade**. Rio de Janeiro: ASPTA, 1998. 185 p.

MANGLESDORF P. C., Corn: Its Origin, Evolution, and Improvement.

Belknap/Havard Univ. Press, Cambridge, MA, 1974.

MATSUOKA, Y.; VIGOUROUX, Y.; GOODMAN, M.M.; SANCHEZ, J.; BUCKLER, G.E. (2002) A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. **Procedure of National Academy Science**, 99:6080-6084.

MATZENAUER, R. Caracterização fenológica de cultivares de milho em avaliação no Estado do Rio Grande do Sul. In: Anais da Reunião Técnica Anual do Milho, 42 e **Reunião Técnica do Sorgo**, 25, 1997, Erechim. 1997, p.334-341.

MIRANDA, G.V.; Coimbra. R.R.; Godoy. C.L.; Souza, L.; Guimarães, L.J.; Melo, A.V. (2003) Potencial de melhoramento e divergência genética de cultivares de milho de pipoca. *Pesq. Agropecuária Brasileira*. 38:681-688.

OGLIARI, J. B.; ALVES, A. C.; FONSECA, J. A.; BALBINOT, A. Relatório Final Técnico – Científico, Processo nº 420007/2001- 6. **Análise Genética da Diversidade e Caracterização Fenotípica de *Zea mays* L. e *P. vulgaris* de Santa Catarina**, 2004.

OGLIARI, J. B.; ALVES, A. C. Manejo e uso das variedades de milho como estratégia da Conservação de Anchieta. In: Boef, W. S., Thijsen M. H.; Ogliari, J. B.; Stapit B. R. (Eds) **Biodiversidade e agricultores: fortalecendo o manejo comunitário**. L&PM, Porto Alegre, p 226-234, 2007.

OGLIARI, J.B.; SOUZA, R.; KAMPHORST, S.H.; GONÇALVES, G.M.B.; CANCI, A.; LAZZARI, L. Manejo e uso participativo de variedade crioula de milho como estratégia de conservação: experiência do Núcleo de Estudos em Agrobiodiversidade no Oeste de Santa Catarina. **Cadernos de Agroecologia**, v. 8, p. 1-5, 2013.

PAABO, S. Neolithic genetic engineering. **Nature**, London, v. 398, n. 6724, p. 194-195, 1999.

PATERNIANI, E.; CAMPOS, M.S. Melhoramento de milho. In: BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 1999. 817p.

PATERNIANI, E.; NASS, L. L.; SANTOS, M. X. O valor dos recursos genéticos de milho para o Brasil. In: UDRY, C. V.; DUARTE, W. Uma história brasileira do milho: o valor dos recursos genéticos. Brasília: **Paralelo 15**, 2000. p. 11-41.

PATERNIANI, E. & GOODMAN, M.M. **Races of maize in Brasil and adjacent areas**. México, CIMMYT, 1977. 95p.

PEREIRA FILHO, I.A. & CRUZ, J. C. Milhos especiais: pipoca, doce, milho-verde e minimilho. In: CRUZ, J.C.; MAGALHÃES, P.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; MOREIRA, J.A.A. (Ed.). **Milho: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Inf. Tecnológica; Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, cap. 19, p. 297-305. 2011.

POGGIO, L.; ROSATO, C. L. M.; NARANGO, C. A. Meiotic behavior among plants of na alloplasmic lines of maize. **Genome**, Ottawa, v. 40, n, p. 723-729, 1997.

PINTO, R.J.B. **Introdução ao melhoramento genético de plantas**. 2. ed. Maringá: Eduem, 2009. 351p.

PIPERNO, D.R.; FLANNERY, K.V. The earliest archaeological maize (*Zea mays* L.) from highland Mexico: New accelerator mass spectrometry dates and their implications. **Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America**, Washington, v. 98, n. 4, p. 2101-2103, 2001.

POGGIO, L.; CONFALONIERI, V.; COMAS, C.; GONZALEZ, G.; NARANJO, C.A. Evolutionary relationships in the genus *Zea*: analysis of repetitive sequences used as cytological FISH and GISH markers. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 23, n. 4, p. 1021-1027, 2000.

PRASANNA, B.M. Diversity in global maize germplasm: Characterization and utilization. **Journal of Biosciences**. v. 37, n.5, p. 843-855, 2012.

PREMUZIC, Z.; BARGIELA, M.; GARCIA, A.; RONDINA, A.; LORIO A. Calcium, iron, potassium, phosphorus and vitamin C content of organic and hidroponic tomatoes. **Hortscience**, v. 33, n. 2, p. 255-257, 1998.

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. **Biologia vegetal**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2001. 906p.

REN, H.; ENDO, H.; HAYASHI, T. Antioxidative and antimutagenic activities and polyphenol content of pesticide-free and organically cultivated green vegetables using water-soluble chitosan as a soil modifier and leaf surface spray. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 81, p. 1426-1432, 2001.

SCHUPHAN, W. Nutritive value of crops as influenced by organic and inorganic fertilizer treatment. **Qualitas Plantarum: plant foods for human nutrition**, v. 23, n. 4, p. 333-358, 1974.

SILVA, N. C. A. **Conservação, diversidade e distribuição de variedades locais de milho e seus parentes silvestres no extremo oeste de Santa Catarina, sul do Brasil**. 2015. 230 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

SMITH, B. L. Organic foods vs. supermarket foods: element levels. **Journal of Applied Nutrition**, v. 45, n. 1, p. 35–39, 1993.

TAKAHASHI, C.; MARSHALL, J.A.; BENNETT, M.D.; LEITCH, I.J. Genomic relationships between maize and its wild relatives. **Genome**, Ottawa, v. 42, p. 1201-1207, 1999.

TERRA, T.F. **Análises citogenéticas e moleculares em populações de milho (*Zea mays* L.), teosinto (*Zea mexicana*) e em híbridos entre as duas espécies**. 2004. 67f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

TOOR, R. K.; SAVAGE, G. P.; HEEB, A. Influence of different types of fertilizers on the major antioxidante components of tomatoes. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, n. 1, p. 20- 27, 2006.

VIGOUROUX, Y.; GLAUBITZ, J.C.; MATSUOKA, M.M.; GOOFMAN, J.S.; SANCHÉZ, J.G.; DOEBLEY, J. Population structure and a genetic diversity of new world maize races assessed by DNA microsatellites. **American Journal of Botany**. v. 95, n. 10, p.240-243, 2008.

WANG, R.L.; STEC, A.; HEY, J.; LUKENS, L.; DOEBLEY, J. The limits of selection during maize domestication. **Nature**, London, v. 398, p. 236-239, 1999.

WHITE, S.E.; DOEBLEY, J.F. Of genes and genomes and the origin of maize. **Trends in Genetics**, Oxford, v. 14, n. 8, 1998.

ZHANG,J.; PETERSON, T. Genome rearrangements by nonlinear transposons in maize. **Genetics**, Baltimore, v. 153, p. 1403-1410, 1999.

## 4. CAPÍTULOS

### 4.1 DIVERSIDADE GENÉTICA EM VARIEDADES DE MILHO LOCAIS COM BASE EM CARACTERÍSTICAS QUANTITATIVAS E QUALITATIVAS

#### Resumo

O milho (*Zea mays L.*) é uma espécie utilizada na indústria e na alimentação humana e animal, devido às suas elevadas qualidades nutricionais, contendo quase todos os aminoácidos conhecidos, com exceção da lisina e do triptofano. É uma espécie de grande importância econômica e social, sendo também uma das espécies vegetais mais estudada e, conseqüentemente, a herança de inúmeros caracteres e o seu genoma são bem conhecidos. Neste contexto, o resgate das variedades crioulas e sua conservação são de fundamental importância para a manutenção da variabilidade da espécie. Além de ter um papel relevante para as populações nativas do Brasil e de outros países, como cultura de subsistência. O presente trabalho objetivou caracterizar dez variedades locais de milho cultivadas por produtores rurais do município de Carlinda-MT e verificar se há diversidade genética entre os materiais analisados. O delineamento adotado foi em blocos casualizados, com 10 tratamentos (variedades) e três repetições. Foram utilizados 16 descritores morfoagronômicos. Para avaliar a divergência genética entre os materiais foram utilizados métodos de agrupamentos com UPGMA e Tocher, também por meio da análise de variáveis canônicas, utilizou-se da distância de Mahalanobis. A análise de variância revelou diferença significativa entre as médias das variedades, a 1% de probabilidade, pelo teste F, para maioria das características avaliadas. Os dois métodos de agrupamento UPGMA e Tocher separaram as dez variedades de milho crioulo em dois grupos, tendo a CA1 ficado isolada em um único grupo. Houve divergência genética entre as variedades de milho e os descritores quantitativos que mais contribuíram para a divergência foram à altura da espiga, o número de fileiras de grãos e o diâmetro médio de espiga. Os oito descritores morfológicos qualitativos revelaram polimorfismo entre as dez variedades de milho crioulo, variando de duas a quatro categorias, revelando a existência de divergência e a eficiência dessas estimativas na análise de dissimilaridade entre os materiais avaliados. 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 dos recursos genéticos da espécie. Conclui-se que há possibilidade de discriminação das variedades locais de milho e que essas podem ser fontes de germoplasma para a busca de alelos favoráveis e adaptados à região, bem como fazer parte dos cultivos dos produtores.

**Palavras-chave:** *Zea mays*, Recurso Genético, Variedade Crioula, Germoplasma.

## Abstract

Corn (*Zea mays L.*) is a species used in the industry and in human and animal feed, due to its high nutritional qualities, containing almost all known amino acids, with the exception of lysine and tryptophan. It is a species of great economic and social importance, being also one of the most studied plant species and, consequently, the inheritance of numerous characters and their genome are well known. In this context, the rescue and conservation of Creole varieties are of fundamental importance for maintaining the variability of the species. In addition to having a relevant role for the native populations of Brazil and other countries, as subsistence culture. The present work aimed to characterize ten local varieties of maize cultivated by rural producers in Carlinda-MT and to verify if there is genetic diversity among the analyzed materials. The experimental design was randomized blocks with 10 treatments (varieties) and three replications. Sixteen morphoagronomic descriptors were used. To evaluate the genetic divergence between the materials were used clustering methods with UPGMA and Tocher, also through the analysis of canonical variables, Mahalanobis distance was used. The analysis of variance revealed significant difference between the means of the varieties, at 1% probability, by the F test for most of the evaluated characteristics. The two clustering methods UPGMA and Tocher separated the ten varieties of Creole corn into two groups, and CA1 was isolated in a single group. There was genetic divergence between the corn varieties and the quantitative descriptors that contributed the most to the divergence were the ear height, the number of grain rows and the average ear diameter. The eight qualitative morphological descriptors revealed polymorphism among the ten varieties of Creole corn, ranging from two to four categories, revealing the existence of divergence and the efficiency of these estimates in the dissimilarity analysis between the evaluated materials. The greatest dissimilarity was found among the CA1 and CA7 varieties, being the most suitable to integrate future germplasm banks and breeding programs, aiming at the maintenance of the genetic resources of the species. It is concluded that there is a possibility of discrimination of local varieties of maize and that these can be sources of germplasm for the search for favorable alleles and adapted to the region, as well as being part of the farmers' crops.

**Keywords:** *Zea mays*, Genetic Resource, Creole Variety, Germplasm.

Key-words:



## Introdução

O milho (*Zea mays* L.), pertence à família Poaceae, é uma espécie alógama, cujas inflorescências femininas e masculinas encontram-se separadas na mesma planta, favorecendo a polinização cruzada. É originário da América Central, sendo uma das culturas mais importantes das civilizações Asteca, Maia e Inca (GOODMAN, 1977; DOEBLEY, 1990; MATSUOKA et al., 2002; FREITAS et al., 2003; PATERNIANI & CAMPOS, 2005).

O milho é provavelmente uma das espécies cultivadas com maior diversidade genética (PATERNIANI et al., 2000). Nessa cultura há grande variabilidade genética tanto para caracteres relacionados à adaptação ambiental, quanto para aqueles que não têm influência na vantagem adaptativa (TEIXEIRA et al., 2002). O germoplasma de milho é constituído por raças crioulas (locais), populações adaptadas e materiais exóticos introduzidos, sendo caracterizado por uma ampla variabilidade genética (ARAÚJO & NASS, 2002).

As populações crioulas, também conhecidas como raças locais ou *landraces*, são materiais importantes para o melhoramento pelo elevado potencial de adaptação que apresentam em condições ambientais específicas (PATERNIANI et al., 2000). As variedades crioulas, vem sendo a principal alternativa para agricultura familiar, pois proporciona bom desempenho nas condições ambientais locais em que são cultivadas (SILVEIRA et al., 2015). De maneira geral, as populações crioulas são menos produtivas que os cultivares comerciais. Entretanto, essas populações são importantes por constituírem fonte de variabilidade genética que podem ser exploradas na busca por genes tolerantes e/ou resistentes aos fatores bióticos e abióticos.

A caracterização dessas variedades crioulas é extremamente importante, pois, como são adaptadas localmente, podem apresentar características diferentes para cada região em que são cultivadas, além de constituírem uma fonte de variabilidade genética que pode ser explorada no melhoramento (ARAÚJO & NASS, 2002). Dessa forma, permite auxiliar no processo de escolha de materiais para diferentes finalidades, seja para produtividade, alimentação animal, ou, até mesmo, resistência/tolerância a pragas e doenças (COIMBRA et al. 2010).

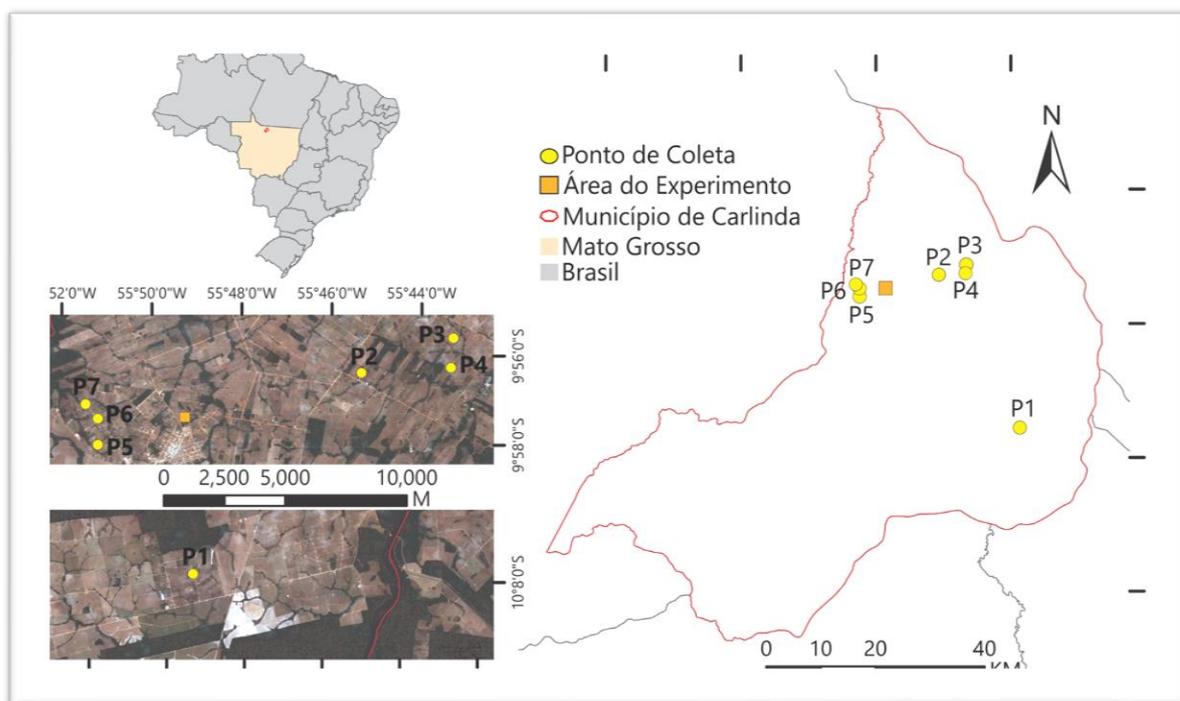
Grande parte das metodologias utilizadas em estudos de divergência genética é baseada na análise de caracteres quantitativos e/ou qualitativos, através da obtenção de matrizes de dissimilaridade e posteriores análises de agrupamento (CRUZ et al., 2012). Essa metodologia já foi adotada em estudos anteriores de populações de milho resgatadas do sudeste de Minas Gerais visando à identificação de genótipos promissores para o melhoramento genético através da caracterização do potencial produtivo e da divergência genética (COIMBRA et al., 2010).

O presente trabalho teve como objetivo caracterizar dez variedades locais de milho cultivadas por produtores rurais no município de Carlinda-MT, identificando se há diversidade genética entre os materiais analisados, bem como indicar aos produtores da região norte de Mato Grosso, possíveis fontes de germoplasma promissoras para cultivo em suas roças e para futuros programas de melhoramento genético com a espécie.

## Material e Métodos

### Área de Coleta

A coleta das dez variedades locais de milho foi realizada em sete propriedades rurais do município de Carlinda, MT (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.



**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 município de Carlinda Localiza-se a uma latitude  $09^{\circ}57'29''$  sul e a uma longitude  $55^{\circ}49'56''$  oeste, estando a uma altitude de 290 metros. Sua população estimada em 2012 era de aproximadamente 10.500 habitantes. Possui uma área de 2426,94 km<sup>2</sup>.

O município foi criado em 19 de dezembro de 1994, através da Lei nº 6.594. O município se estende por 2 426,94 km<sup>2</sup> e contava com 10 985 habitantes no último censo. A densidade demográfica é de 5,1 habitantes por km<sup>2</sup> no território do município. Carlinda se situa a 10 km a Sul-Leste de Alta Floresta a maior cidade nos arredores. Situado a 265 metros de altitude, de

Carlinda tem as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 9° 57' 50" Sul, Longitude: 55° 49' 54" Oeste.

E, surgiu a partir de um dos maiores projetos de assentamento de reforma agrária conduzido pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) Nacional, denominado PAC (Projeto de Assentamento Conjunto) de Carlinda teve seu início no início da década de 80, especificamente no ano de 1981, teve seu embrião urbano.

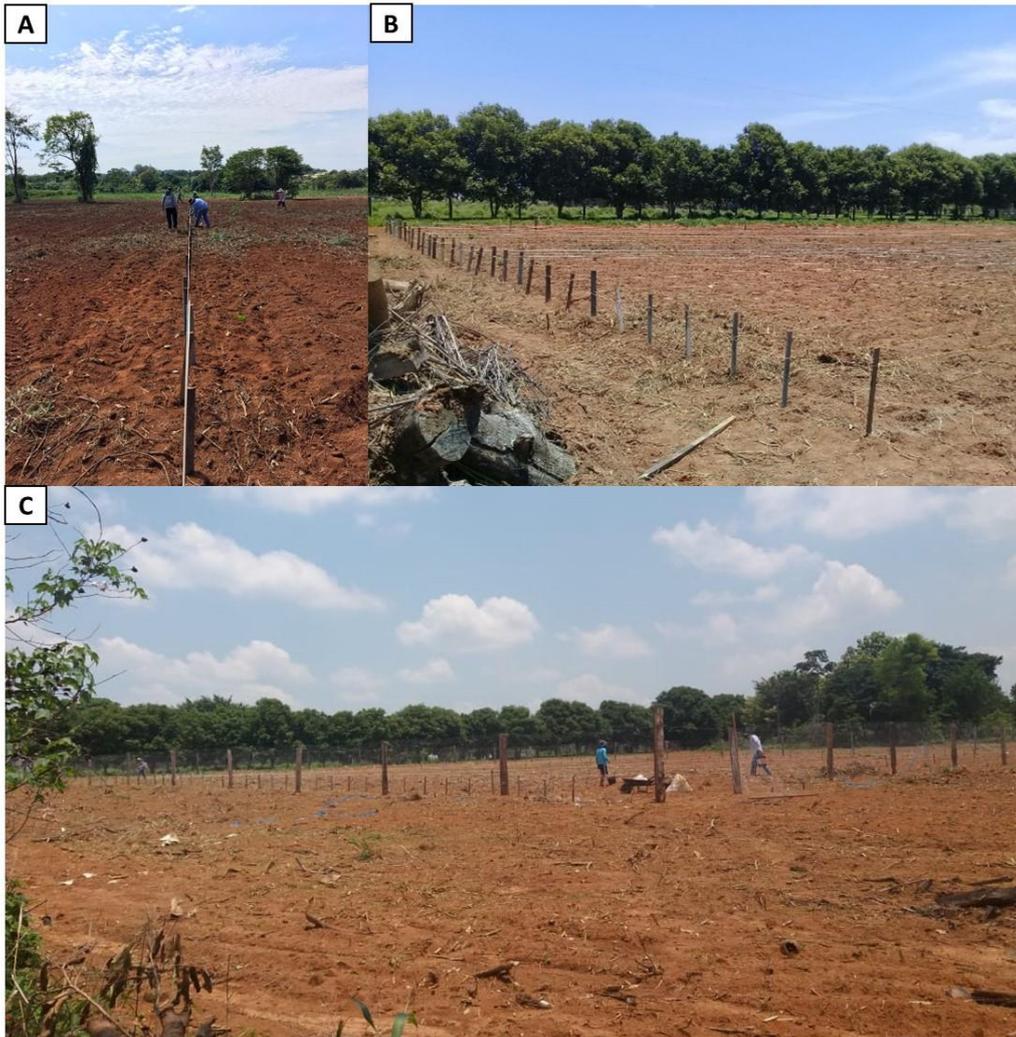
**Tabela 1.** Identificação, origem e localização geográfica dos pontos de coleta das dez variedades locais de milho no município de Carlinda, MT. NC= Nome comum.

Nº	Código	NC	Origem	Latitude	Longitude
1	CA1	Roxo	P1 - Comunidade	10°07'46.3"	55°39'19.4"
2	CA2	Amarelo	São Paulo		
3	CA3	Mar1	P2- Linha D1	09°56'22.452"	55°45'20.70"
4	CA4	Mar2			
5	CA5	Hé1	P3 - Linha D2	09°55'35.868"	55°43'18.156"
6	CA6	Hé2			
7	CA7	Nil	P4 - Linha D	09°56'15.432"	55°43'21.576"
8	CA8	Car	P5 - Centro Carlinda	09°57'59.112"	55°51'11.952"
9	CA9	Fran	P6 - Comunidade Maravilha	09°57'23.796"	55°51'11.952"
10	CA10	Laz	P7 - Comunidade Maravilha	09°57'4.608"	55°51'28.332"

### Instalação do Experimento

O experimento, para avaliação das sete variedades locais de milho foi conduzido na chácara Nossa Senhora Aparecida, localizada no setor RC, quadra RC3, Estrada do Viveiro, no município de Carlinda, MT (Figura 1C).

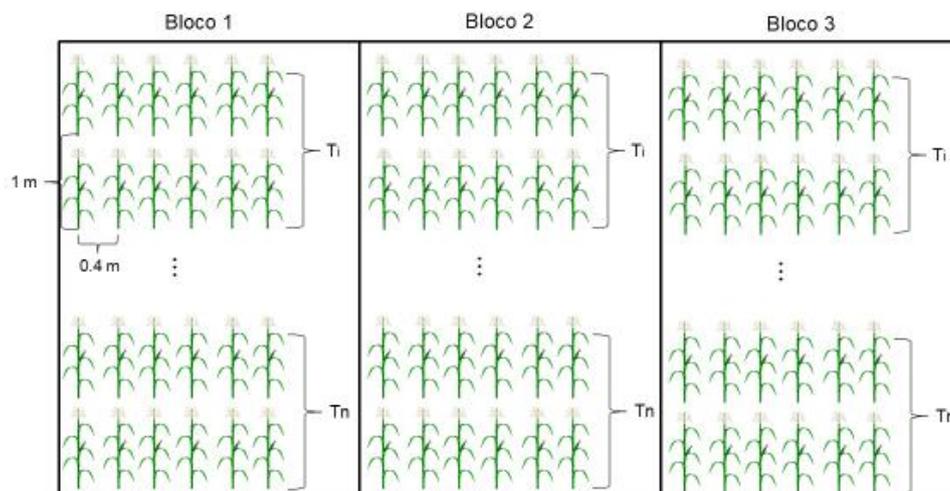
O experimento foi implantado em outubro de 2018 em uma área total de 2.500 metros quadrados. Foi realizada gradagem no local de instalação do experimento, onde posteriormente o solo foi preparado manualmente, sendo realizadas adubações manuais antes do plantio (Figura 2).



**Figura 2.** Instalação do Experimento. (A e B) Preparo do solo e demarcação da área experimental; (C) Adubação manual. Carlinda, MT, 2018.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com 10 tratamentos (cada variedade local foi considerada um tratamento) e três repetições (Figura 3).

As unidades experimentais (UE) foram compostas pelas dez diferentes variedades locais de milho (Tabela 1), sendo que, cada UE foi composta por cinco fileiras de 4 metros, contendo 55 plantas por parcela (estande) de cada variedade. As plantas foram semeadas a 0,40 m entre plantas e a 1m entre linhas (Figura 3). A semeadura foi realizada manualmente e, após o desbaste, foi deixada uma planta por cova.



**Figura 3.** Croqui da área experimental.

A análise do solo (Tabela 2), baseada em amostras coletadas em profundidade de 0 a 10 cm, foi realizada no Laboratório de Análises Agronômicas (Maggisolo) de Sorriso-MT.

**Tabela 2.** Resultado da análise química e física do solo da área experimental.

pH	P	K	Ca	Mg	K	Al + H	Al	H <sup>+</sup>
CaCl <sub>2</sub>	mg dm <sup>-3</sup>				cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>			
4,4	2,4	52	0,6	0,5	0,13	5,0	0,10	
g.Kg <sup>-1</sup>								
			Areia		Silte		Argila	
			500		98		402	

As adubações e controles de pragas e doenças foram administradas conforme recomendações do Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA) para a cultura do milho. O controle de plantas daninhas foi realizado por meio de capina manual.

### Caracterização Morfoagronômica

Para a caracterização morfoagronômica foram utilizados oito descritores quantitativos e oito qualitativos estabelecidos para *Zea mays*, de acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA) (Tabela 3).

**Tabela 3.** Caracteres quantitativos e qualitativos utilizados na caracterização morfoagronômica das variedades de milho locais. Carlinda, MT, 2019.

<b>Caracteres</b>	<b>Descrição</b>
<b>Quantitativos</b>	
AP - Altura da planta	Altura média das plantas na parcela, medindo sempre do nível do solo até a inserção da folha bandeira;
AE - Altura da espiga	Altura média das espigas na parcela medindo sempre do nível do solo até a inserção da 1ª espiga;
CHPP - Comprimento da haste principal do pendão	Medido entre o ponto de origem e o ápice da haste central: curto, médio e longo;
CME - Comprimento médio das espigas	Medida em cm dá base á ponta da espiga despalhada;
DME - Diâmetro médio das espigas	Medida em mm na porção intermediária da espiga;
NFG- Número Médio de Fileiras de grãos	Número de fileiras de grãos na porção intermediária da espiga;
P1000 - Peso de 1000 sementes	Peso de mil grãos tomadas ao acaso;
PG - Peso de grãos	Em kg/ha, ajustado para 13% de umidade.
<b>Qualitativos</b>	
CLF - Forma da ponta da primeira folha	Pontiaguda, pontiaguda/arredondada, arredondada, arredondada/espatulada;
AHLP - Ângulo entre a lâmina foliar e o caule	Medido logo acima da espiga superior: pequeno, médio, grande;
ALFC - Ângulo entre a haste principal do pendão e a ramificação lateral	No terço inferior do pendão: pequeno, médio e grande;
CLF - Comportamento da lâmina foliar acima da espiga superior	Reta, recurvada, fortemente recurvada;
CEA - Coloração do estigma pela antocianina	Ausente, presente;
CAA - Coloração da antera pela antocianina	Ausente, presente;
TG - Tipo de grão, medido no terço médio da espiga	Duro, semiduro, semi-dentado, dentado, doce, pipoca, farináceo, opaco, ceroso;
CG - Coloração dos grãos	Cor apresentada pelos grãos.

### **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 Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

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  $D_{ii}^2$  (MAHALANOBIS, 1936).

As análises de aglomeração foram utilizadas para agrupar as variedades segundo suas distâncias genéticas, foi usado método hierárquico UPGMA (*Unweighted Pair-Group Method Using an Arithmetic Average*) e o método de otimização Tocher (RAO, 1952).

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).

A técnica de variáveis canônicas permite uma simplificação no conjunto dos dados, resumindo as informações de um conjunto de variáveis, em poucas variáveis. Esta técnica baseia em informações entre e dentro de genótipos, havendo a necessidade de repetições (CRUZ, 2006).

A análise gráfica, em estudos de comparação da similaridade entre genótipos, deve ser considerada quando for possível resumir em poucas variáveis (até três) mais de 80% da variação total disponível (CRUZ & CARNEIRO, 2003).

Após a determinação do número de variáveis canônicas foram feitos os gráficos bidimensionais de dispersão dos genótipos avaliados, possibilitando uma melhor visualização das divergências entre os mesmos. Todas as análises foram realizadas utilizando-se do programa computacional Genes (CRUZ, 2013)

## **Resultados e Discussão**

### **Dados quantitativos**

A análise de variância revelou diferenças significativas pelo teste F com 1% de probabilidade para a maioria das características quantitativas, exceto para a característica P1000 que foi significativa a 5% e CHPP que não foi significativa (Tabela 4). Segundo Vogt et al. (2010), a diferença significativa entre as variáveis significa que há variabilidade genética entre os genótipos avaliados e é um indicativo de que as constituições genéticas são divergentes para os caracteres morfológicos avaliados. No experimento as diferenças entre tratamentos foram significativas para sete das oito variáveis avaliadas, demonstrando que as diferenças entre tratamentos superaram o erro amostral, além de confirmarem a variabilidade genética entre os acessos.

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

Houve diferença estatística significativa entre as médias encontradas para altura das plantas, com a formação de três grupos, com a média de 301,05cm. A variedade CA7 foi a que apresentou a maior média com 336.33 cm, sendo estatisticamente igual às médias das variedades CA2, CA3, CA4, CA5, CA6, CA8 (Tabela 5), enquanto a variedade CA1 apresentou a menor média para altura da planta (207,83 cm), sendo estatisticamente diferente das demais (Tabela 5).

**Tabela 4.** Análise de variância de oito caracteres quantitativos em dez variedades de milho crioulo. Carlinda, Mato Grosso, 2019.

FV	Quadrado Médio								
	GL	AP	AE	P1000	PG	CME	NFG	CHPP	DME
<b>Bloco</b>	2	641,73	214,41	0,1	223691,36	0,54	1,43	10,84	0,3175
<b>Tratamento</b>	9	4722,36**	3024,75**	1,04*	338610,90**	7,044**	3,99**	7,26 <sup>ns</sup>	0,375**
<b>Resíduo</b>	18	252,52	134,26	0,29	68223,79	1,14	0,19	3,75	0,029
<b>Total</b>	29	48329,67	30068,25	14,7	4722909,02	85,03	42,17	154,53	3,83
<b>Média</b>		301,05	178,35	5,9	4918,03	17,752667	12,91	26,21	4,32
<b>C.V (%)</b>		5,27	6,50	9,05	5,31	6,021	3,38	7,39	3,42

AP = altura da planta; AE = altura da espiga; P100 = peso de mil grão; PG = peso do grão; CME = comprimento médio de espiga; NFG = número de fileiras de grãos; CHPP = comprimento da haste principal do pendão; DME = diâmetro médio da espiga. \*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. \* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. ns = Não Significativo pelo teste F.

**Tabela 5.** Comparação entre as médias de dez variedades de milho crioulo em relação a oito caracteres quantitativos avaliados. Carlinda, Mato Grosso, 2019.

VARIETADE	AP (cm)	AE (cm)	P1000	PG (Kg/ha)	CME (cm)	NFG	CHPP (cm)	DME (cm)
<b>CA1</b>	207,83c	100,17d	385,00a	2365abc	16,07b	15,23a	25,77a	4,89a
<b>CA2</b>	303,0ab	185,20abc	353,33a	2320abc	17,23b	11,67ef	27,80a	4,13cde
<b>CA3</b>	324,83a	196,03ab	378,33a	2340abc	19,10ab	12,93bcde	27,73a	4,34bc
<b>CA4</b>	320,33a	185,77ab	405,00a	2690a	18,87ab	13,67bc	24,77a	4,55abc
<b>CA5</b>	318,00a	195,00ab	340,00a	2505abc	16,60b	12,97bcd	27,27a	4,25bcd
<b>CA6</b>	318,33a	193,70ab	333,33a	2305bc	17,13b	11,97def	26,63a	3,83de
<b>CA7</b>	336,33a	196,33ab	400,00a	2625ab	21,17 <sup>a</sup>	12,80bcde	28,07a	4,32bc
<b>CA8</b>	296,5ab	171,17bc	378,33a	2655ab	17,23b	12,53cdef	25,03a	4,66ab
<b>CA9</b>	257,00b	151,33c	354,33a	2555abc	17,50b	13,97ab	25,70a	4,48abc
<b>CA10</b>	328,33a	208,83a	336,67a	2225c	16,63b	11,40f	23,33a	3,76e
<b>Médias</b>	<b>301,048</b>	<b>178,353</b>	<b>366,432</b>	<b>2459</b>	<b>17,753</b>	<b>12,914</b>	<b>26,21</b>	<b>4,321</b>

AP = altura da planta; AE = altura da espiga; P1000 = peso de mil grão; PG = produtividade do grão das três repetições de cada variedade; CME = comprimento médio de espiga; NFG = número de fileiras de grãos; CHPP = comprimento da haste principal do pendão; DME = diâmetro médio da espiga. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O fato da maioria das variedades de milho crioulo estar entre os de maior porte, assim como foi observado neste estudo, onde das dez variedades avaliadas, oito apresentaram um valor superior para essa característica, segundo Coimbra et al, (2010) justifica-se pelo fato dos mesmos não terem sido submetidos à seleção para porte baixo, como é o caso dos híbridos. De acordo com Silva et al. (2006), para o mesmo material genético e as mesmas condições climáticas, a altura da planta do milho é um parâmetro que expressa o desenvolvimento da cultura e tem correlação positiva com a produtividade.

Valores elevados de altura de planta e de inserção de espigas no colmo do milho também têm sido encontrados por outros autores (ARAUJO e NASS, 2002), essas características podem ser o principal critério para definir variedades crioulas de milho, embora com algumas exceções como no caso da variedade CA1 que no presente estudo apresentou valores para as características altura de planta e inserção de espigas mais próximos das variedades híbridas.

Alberto Repke et al. (2012) quando avaliaram a relação altura de planta, altura de inserção de espiga e número de plantas acamadas de cinco híbridos de milho, obtiveram uma média de altura de planta de 1,96 m para os cultivares de cinco híbridos considerados de porte alto, tendo como média do híbrido mais alto 2,20m e do híbrido de porte mais baixo 1,69 m, valores de até 2,60 m de altura são considerados que o milho foi submetido a seleção de porte mais baixo o que o caracteriza como híbrido. No presente experimento a variedade CA9 com uma média de altura de 257,00 cm e a CA1 com média 207,83 cm de altura, mesmo sendo variedades crioulas apresentaram altura similar as cultivares híbridas.

Outro fator importante relacionado à altura de planta se dá pelo fato que é comum a utilização das variedades que apresentam porte mais elevado para a produção de silagem de planta inteira e em alguns casos o uso da palhada para alimentação de gado (COIMBRA et al, 2010). A altura de planta é um fator importante quando se pensa em massa verde para produção de silagem, uma vez que plantas com estatura mais alta tendem a produzir maior volume de massa. Meneguetti et al. (2002), em testes realizados na Universidade de Passo Fundo (UPF), mostraram que variedades crioulas

obtiveram valores de proteína bruta, nutrientes digestíveis totais e valor relativo do alimento semelhantes ou superiores à média das análises realizadas pelo laboratório em relação a qualidade da silagem. Em estudo com avaliação de características agronômicas, Paziani et al. (2009) observaram que a altura de planta e de espigas foi o que mais obteve correlação com produção de massa verde, massa seca, grãos e matéria seca digestível. Deste modo, ressalta-se a importância destes parâmetros para seleção de genótipos, cujo objetivo seja a produção de silagem. As variedades que obtiveram um valor maior que a média e principalmente a CA7 que apresentou uma média de 336,33 cm para altura de planta e 196,33 cm para altura de espiga podem ser indicadas para a produção de silagem e cobertura do solo, já que tem uma maior altura de planta e de espiga, e conseqüentemente terá uma maior produção de massa.

As plantas de milho com maior estatura favorecem o rápido sombreamento do solo e aumenta a capacidade competitiva em relação a água, luz e nutrientes, o que prejudica o desenvolvimento das plantas invasoras e conseqüentemente determina um menor efeito destas, na redução do rendimento de grãos (SANTOS et al., 1987), isso implicará menos roçadas, reduzindo os custos de produção do sistema (FREITAS et al. 2008). A característica porte alto das plantas é desejável em áreas de difícil controle químico ou mecânico. No presente experimento a média de altura que foi de 301,05 cm se mostrou elevada até mesmo para variedades crioulas. A variedade CA7 apresentou valor acima da média, com 336,33 cm de altura, tendo uma diferença de 35,28 cm em relação à média o que equivale a quase 12% de variação.

As médias encontradas para altura da espiga nas dez variedades crioulas de milho formaram quatro grupos, com uma média geral de 178,35 cm, sendo que a variedade CA1 foi estatisticamente diferente de todas as outras e apresentou a menor média (100,17 cm) enquanto a maior média foi encontrada para a variedade CA10 (208,83 cm) que foi estatisticamente igual as médias das variedades CA2, CA3, CA4, CA5, CA6 e CA7 (Tabela 5).

Segundo Dourado Neto et al. (2003) as características altura de plantas e inserção de espiga são importantes para o adensamento de plantas na área de plantio, ou seja, plantas com AP e AE menores necessitam de

menor espaçamento e, conseqüentemente, maior número de plantas por área, com menor risco de acamamento

Dentre as características morfológicas da planta que favorecem o aumento da porcentagem de plantas acamadas e quebradas antes da colheita, está a maior estatura, maior distância entre o ponto de inserção da espiga no colmo e o solo, menor diâmetro do colmo e a sua maior fragilidade em altas densidades (ARGENTA et al., 2001). A alta relação entre altura de plantas e altura de espigas pode diminuir o centro de gravidade da planta, provocando o acamamento, e conseqüentemente, o quebramento (LI et al., 2007). No presente estudo, onde foi cultivado somente variedades crioulas de milho e, que tem como principal característica o grande porte das plantas, houve casos de tombamento que compreende o acamamento e quebramento das plantas. Na cultura do milho, o acamamento causa severos danos ao rendimento e à qualidade dos grãos e isto tem chamado a atenção de agrônomos e melhoristas em várias partes do mundo (MORAES; BRITO, 2011). Fato esse também corroborado por Candido & Andrade (2008) que identificaram correlações genéticas altas e positivas entre altura de plantas e altura de espiga com tombamento (acamamento e quebramento), indicando que plantas de porte mais alto e com maior altura de espiga apresentam maior incidência de acamamento e quebramento.

As dez variedades de milho crioulo não diferiram estatisticamente para a característica P1000, 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). A média observada no experimento em relação ao peso de mil grãos são superiores aos observados por Fernandes (2007), que avaliou a produtividade de milho crioulo, e obteve valor médio de peso de mil grãos de 271,3 g. Os valores obtidos neste estudo também corroboram com os observados por Cunha et al. (2017), que comparou milho crioulo com milho híbrido sob diferentes doses de nitrogênio e chegou a valores próximos aos obtidos no presente estudo, e se assemelha também aos observados por Renan Bianchetto et al. (2017) quando comparou o desempenho agrônômico de milho crioulo em diferentes níveis de adubação tendo duas variedades crioulas e uma cultivar híbrida como testemunha no experimento, e que obteve

uma média de 369 g para a característica, com uma variação de 440 g obtida para uma variedade crioula e 321g para a cultivar híbrida.

Quando analisamos o CME a variedade CA7 se destacou com a maior média estatística com 21,17 cm, a variedade CA1 diferiu estatisticamente só em relação à variedade CA7 e apresentou a menor média com 16,07 cm. A média geral da característica foi de 17,75 cm, havendo a formação de dois grupos. Albuquerque et al. (2008) relatam 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 16,07cm, todas as variedades analisadas neste estudo se enquadram como comerciais para essa característica.

Para o NFG houve grande variação entre as médias para as variedades avaliadas com a formação de cinco grupos, com destaque para a variedade CA1 que apresentou a maior média (15,23), enquanto a variedade CA10 apresentou a menor média com 11,40 fileiras, com uma média geral de 12,91 cm. Valores semelhantes ao encontrado por Coimbra et al. (2010), que ao analisarem a divergência genética em variedades de milho crioulo no sudeste de Minas encontraram uma média de 11,86 para NFG.

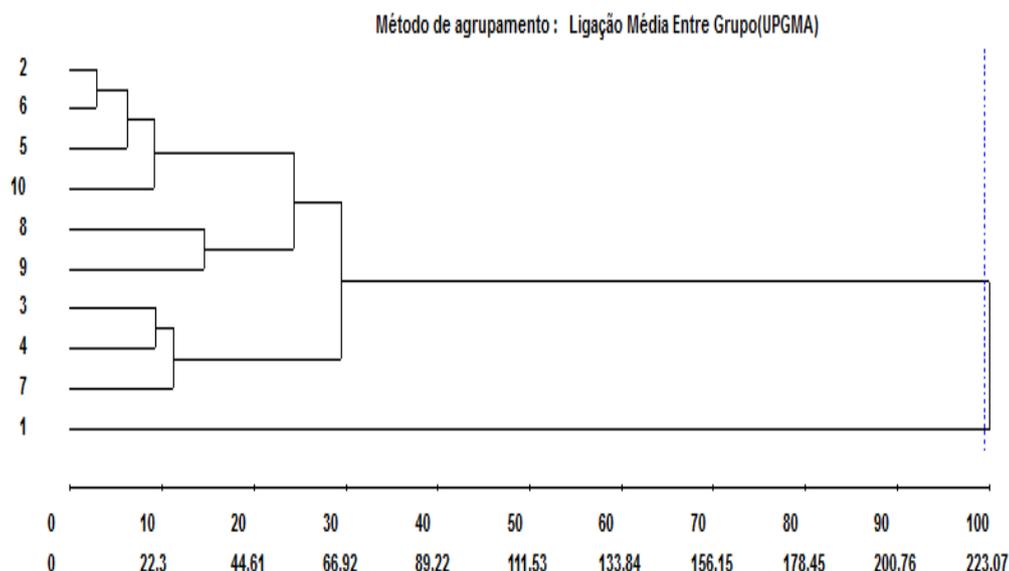
As médias da característica DME variaram entre as variedades de milho, com a formação de três grupos, sendo a maior média (4,89 cm) encontrada na CA1, enquanto a CA10 apresentou a menor média (3,76cm). A média geral encontrada neste estudo para DME foi de 4,3 cm (Tabela 5), valor semelhante ao encontrado por Coimbra et al. (2010) que foi de 4,5 cm. De acordo com Albuquerque et al. (2008) o diâmetro de espigas consideradas comerciais deve ser maior do que 3,5 cm, no experimento a menor média foi de 3,76 cm, portanto todas as variedades são consideradas comerciais para essa característica.

Para a característica produtividade de grãos obtivemos a média geral do experimento de 2459 kg ha<sup>-1</sup>, variando de 2690 kg ha<sup>-1</sup> para a CA4 a 2225 Kg ha<sup>-1</sup> para a CA10 (Tabela 5). Houve uma variação de 465 Kg/h entre a variedade de maior média para a variedade de menor média. Quando se compara com as médias de outros experimentos com milho crioulo verifica uma média inferior como no caso de Coimbra et al. (2010), analisando cinco

variedades crioulas na região no estado de Minas Gerais teve uma média de produtividade de grãos com amplitude de 2,03 a 3,19 t ha<sup>-1</sup>, Carpentieri-Pípulo et al. (2010) quando avaliaram 15 variedades de milho crioulo em sistemas de baixo nível tecnológico, visando identificar genótipos com maior produtividade e adaptado no conjunto de locais, ou a uma determinada região com a finalidade de indicação para cultivo, observou uma produtividade que variou de 1,39 a 4,21 t ha<sup>-1</sup>. A diferença na produtividade dos dois experimentos com o presente estudo pode estar relacionada as técnicas de polinização, no nosso experimento a polinização foi manual com cruzamento direcionado, enquanto que nos dois experimentos apresentados acima o processo de polinização foi aberto.

Considerando o baixo custo de produção e as vantagens do cultivo de milho crioulo, dentre as quais podemos destacar a maior resistência a doenças, pragas e alterações climáticas, reutilização de sementes com base na seleção feita pelo próprio produtor, e, ainda, ser uma produção ambientalmente sustentável, sugere-se o milho crioulo como alternativa para a agricultura da região, que é formada principalmente por pequenas propriedades que praticam a agricultura familiar. As sementes de milho crioulo como já descrita por Paterniani et al., (2000) são importantes fontes de genes de adaptação para condições ambientais específicas por manter seus genótipos com grande diversidade e não focar simplesmente só na produtividade.

Considerando os oito descritores obtidos por variável quantitativa, a partir da análise da divergência genética pelo método UPGMA foi possível verificar a formação de dois grupos (G1 e GII) distintos, sendo o primeiro grupo (G1) compostos por nove das dez variedades de milho crioulo analisadas e o GII formado apenas pela CA1 (Figura 4). Nota-se também a formação de dois subgrupos no G1 o que confere diversidade genética entre as variedades deste grupo.



**Figura 4.** 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. Carlinda-2019.

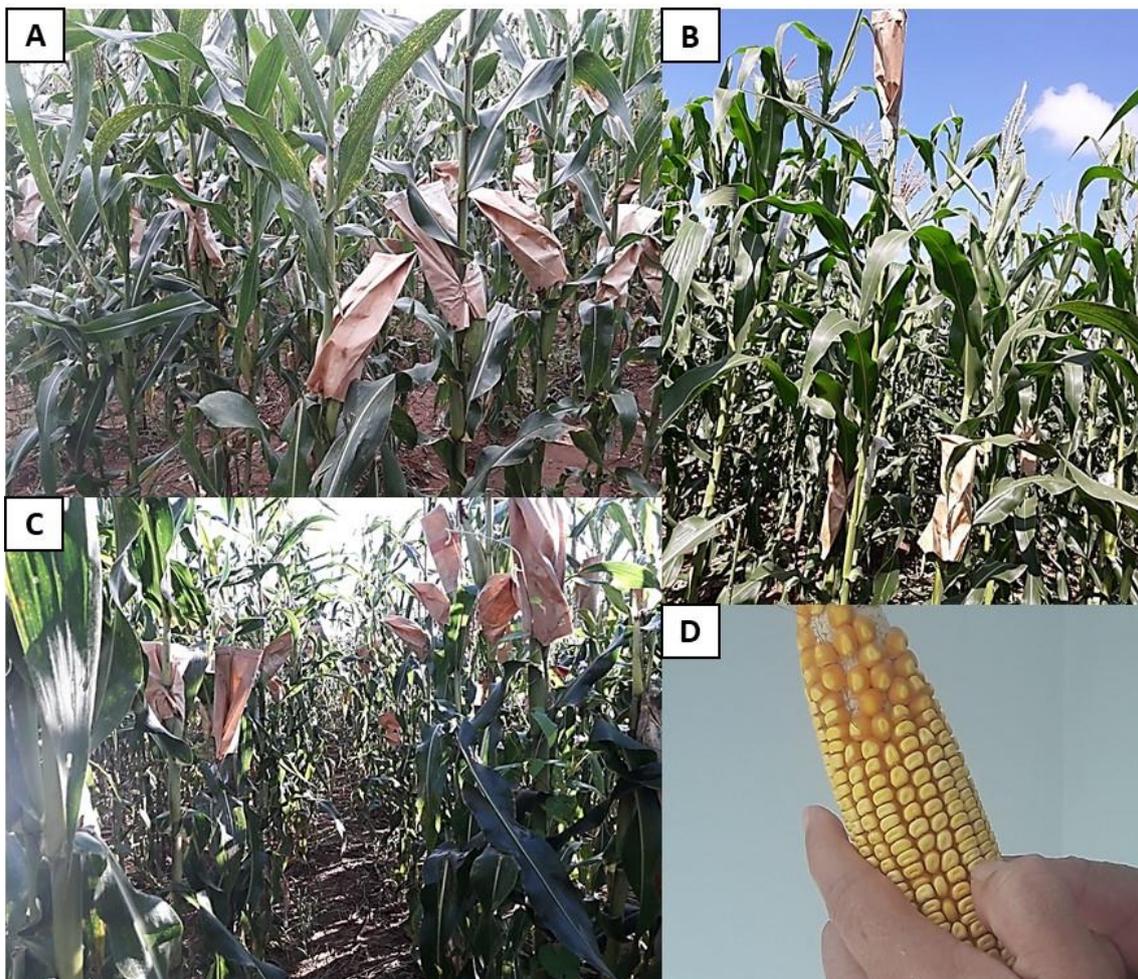
A correlação entre a matriz cofenética do agrupamento hierárquico UPGMA e a matriz de distâncias foi satisfatória (CCC = 0,8743), visto que valores superiores a 0,56 refletem boa concordância entre as matrizes (VAZ PATTO et al., 2004). De acordo com Cruz e Carneiro (2003), quanto maior o valor de CCC, menor será a distorção provocada ao agrupar os indivíduos, o que normalmente é obtido pelo método da ligação média (UPGMA).

Na análise de agrupamento pelo método de otimização de Tocher foi verificado a 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 (Tabela 6).

**Tabela 6.** Representação do agrupamento gerado pelo método de Otimização de Tocher com base na dissimilaridade genética entre as dez variedades de milho crioulo avaliados, mediante a utilização de oito características quantitativas. Carlinda-MT, 2019.

GRUPOS	VARIETADES
I	CA2 CA6 CA5 CA10 CA3 CA8 CA9 CA4 CA7
II	CA1

A Variedade crioula de milho CA1 ficou isolada das demais nos dois métodos de agrupamento. Conforme demonstrado na Tabela 5, a CA1 se destacou para as características: menor altura da planta, menor altura da espiga e maior número de fileiras de grãos (Figura 5).



**Figura 5.** Parcela dos tratamentos da variedade CA1 com bonecas e pendões cobertos. A, B e C). Destaque para altura das plantas e das espigas; D). Destaque para o número de fileira de grãos.

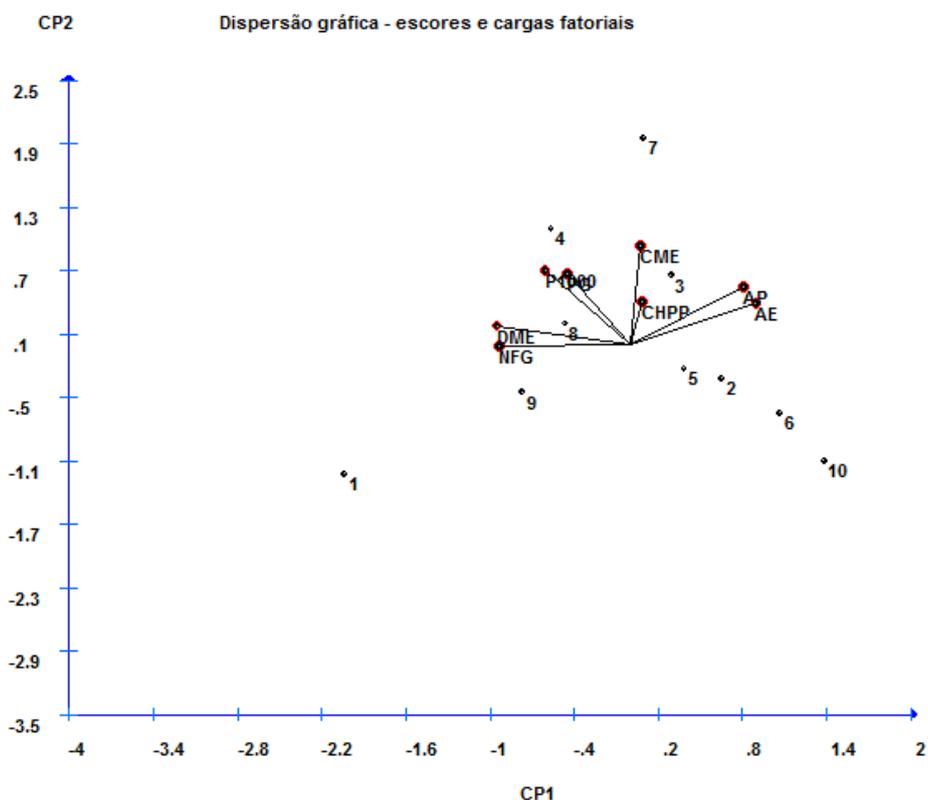
A diversidade genética, estimada por meio da distância de *Mahalanobis*, revelou uma maior dissimilaridade entre as variedades crioulas CA1 e CA 7, com magnitude de 319.276 e a menor dissimilaridade foi detectada entre CA2 e CA6 com magnitude de 6.524

A análise dos oito caracteres quantitativos por meio das variáveis canônicas revelou que as duas primeiras variáveis explicaram 78,56% da

variação total, possibilitando boa confiabilidade dos resultados no plano bidimensional, sendo que o primeiro componente explicou 47,77% da variação (Tabela 7 e Figura 6).

**Tabela 7.** Estimativas dos autovalores associados às variáveis canônicas (VC), importância relativa (Raiz %) e acumulada (%), referentes às oito características quantitativas das dez variedades locais de milho crioulo.

VC	AUTOVALOR	RELATIVA %	ACUMULADA %
VC1	3,82	47,77	47,77
VC2	2,46	30,78	78,56
VC3	0,99	12,40	90,96
VC4	0,40	5,055	96,0135
VC5	0,18	2,20	98,22
VC6	0,115	1,44	99,66
VC7	0,02	0,31	99,97
VC8	0,003	0,034	100,0



**Figura 6.** Dispersão gráfica formada pelas variáveis canônicas 1 e 2 representando a distribuição das dez variedades locais de milho crioulo para as oito características quantitativas.

O resultado aproxima-se dos valores citados por Dias (1998), em que 75% a 85% da variância total deve ser explicada pelos dois ou três primeiros componentes principais. Veasey et al. (2001) encontraram uma variância acumulada nos dois primeiros componentes principais de 74,38%, utilizando 17 caracteres morfoagronômicos em 19 acessos de *Sesbania* spp.

De acordo com Cruz et al. (2012) a análise por variáveis canônicas se torna viável para estudos de divergência genética por meio de projeções em gráficos de dispersão apenas quando as duas ou três primeiras variáveis canônicas concentram proporção da variância total acima de 80%. Neste estudo obteve-se uma variação de 78,56% na segunda variável. O resultado aproxima-se dos valores citados por Dias (1998), em que 75% a 85% da variância total deve ser explicada pelos dois ou três primeiros componentes principais.

A análise de contribuição relativa dos oito caracteres entre as dez variedades locais de milho crioulo, possibilitou a identificação dos caracteres de maior importância (Tabela 6) 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 altura da espiga (41,07%), número de fileira de grãos (23,66%), diâmetro médio da espiga (14,84%) e comprimento médio da espiga (9,53%) (Figura 7). Por outro lado, os descritores que menos contribuíram foram comprimento da haste principal do pendão (3,86%), peso de mil grãos (3,75%), peso dos grãos em kg/há (3,28%) e altura da planta (0,01%) (Tabela8).



**Figura 7.** Características que mais contribuíram para distinção a divergência genética das variedades crioulas (A) Altura da espiga; (B) Número de fileira de grãos e diâmetro médio da espiga; (C) Comprimento médio da espiga.

O método de Singh (1981), baseado na distância de Mahalanobis, considera de menor importância características que expressam menor variabilidade. Sugere-se, portanto, que seja descartada neste caso, a variável altura da planta que apresentou menor contribuição para a divergência (Tabela 8). Conforme Alves et al. (2003), o grande interesse na avaliação da importância relativa dos caracteres reside na possibilidade de se descartarem características que contribuem pouco para a discriminação do material avaliado, reduzindo dessa forma, mão-de-obra, tempo e custo despendidos na experimentação.

A prática de descarte de variáveis também foi usada por Santos et al. (1995) para selecionar descritores de germoplasma de guandu e por Veasey et al. (2001) ao caracterizar acessos de *Sesbania*, Netto et al.(2004).

**Tabela 8.** Contribuição relativa (%) das oito características quantitativas para divergência genética em dez variedades locais de milho crioulo estimado pelo método proposto por Singh (1981).

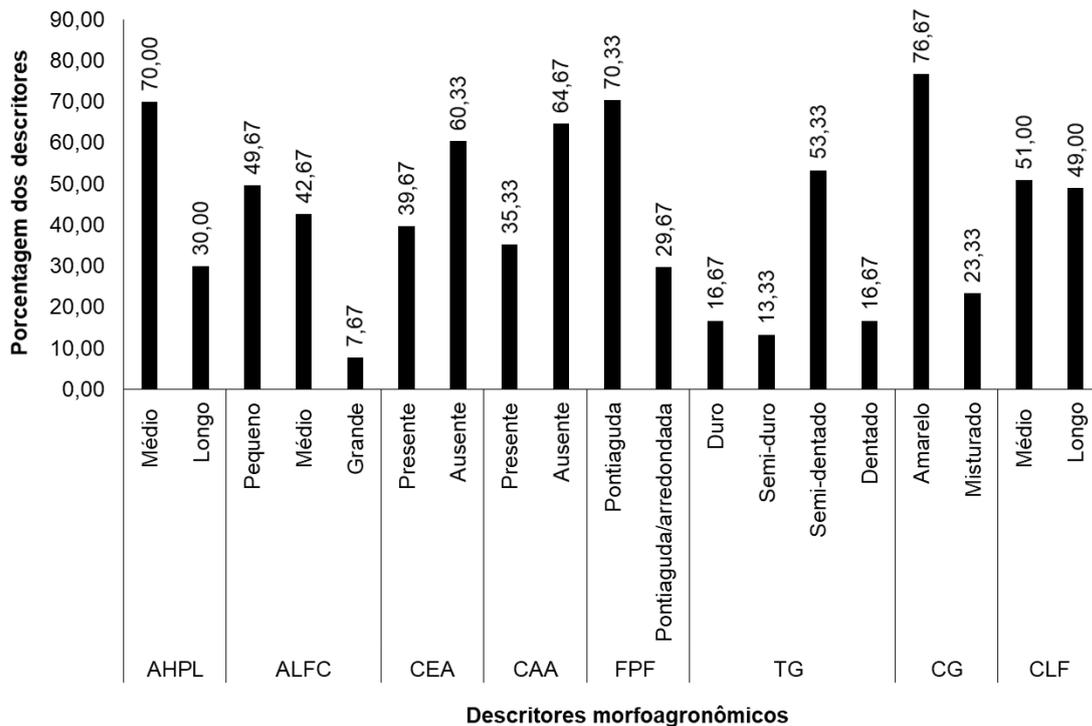
<b>VARIÁVEIS QUANTITATIVAS</b>	<b>S.j (%)</b>
Altura da espiga (AE)	41,07
Número de fileira de grãos (NFG)	23,66
Diâmetro médio da espiga (DME)	14,84
Comprimento médio de espiga (CME)	9,53
Comprimento da haste principal do pendão (CHPP)	3,86
Peso mil grãos (P1000)	3,75
Peso de grãos em kg/ha (PG)	3,28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

### **Dados Qualitativos**

Os oito descritores morfológicos qualitativos avaliados para as dez variedades de milho crioulo apresentaram polimorfismo, variando de duas a quatro categorias (Figura 8), revelando a existência de divergência morfológica e eficiência dessas estimativas na análise de dissimilaridade entre os materiais avaliados.

Dentre os caracteres morfoagronômicos qualitativos analisados no experimento alguns mostraram uma maior variação onde podemos destacar: tipo de grãos que apresentou quatro variações, entre as dez variedades testadas, sobressaindo o tipo semi dentado com uma porcentagem de 53,33%. Para ALFC tivemos três variações para o caráter testado, com a variação pequeno e médio se sobressaindo em relação a grande, com 49,67% e 42,67% respectivamente para essas variações (Figura 8).

Os caracteres que apresentaram menor variação foi FPF, AHPL, CG e CEA, com duas classes (Figura 8).



**Figura 8.** Características qualitativas encontradas em dez variedades locais de milho crioulo, Carlinda-MT, 2019. 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 anthera 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.

Para as características que indicam a presença de coloração pela antocianina, tanto a CEA quanto a CEE apresentaram porcentagens parecidas sobressaindo as plantas que não apresentaram antocianina, sendo de 60,33% para a ausência no CEA e de 64,67% para ausência no CAA. As antocianinas são as principais responsáveis por inúmeras tonalidades de cores encontradas em flores, frutas e folhas (BOBBIO & BOBBIO, 1995 e MAZZA & MINIATI, 1993). Após a clorofila, as antocianinas são o mais importante grupo de pigmentos de origem vegetal (HARBORNE & GRAYER, 1988). Compõem o maior grupo de pigmentos solúveis em água do reino vegetal e são encontradas em maior quantidade nas angiospermas (BRIDLE & TIMBERLAKE, 1997). As funções desempenhadas pelas antocianinas nas plantas são variadas: antioxidantes, proteção à ação da luz, mecanismo de

defesa e função biológica. As cores vivas e intensas que elas produzem têm um papel importante em vários mecanismos reprodutores das plantas, tais como a polinização e a dispersão de sementes, e suas tonalidades de cor está relacionada com o índice de pH, em meios com o pH mais baixo a cor vai intensificar nas partes vegetais onde é comum a presença desses pigmentos.

Quanto ao caráter cor do grão, as variedades crioulas de milho apresentaram duas categorias, a cor amarela e a cor misturada, sendo que 66,67% das variedades apresentaram cor amarela e 23,36% a cor misturada (Figura 6).

## **Conclusão**

Os resultados das 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 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, tendo algumas características relacionadas as variedades híbridas e, portanto, desejadas pelos melhoristas. 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 dos recursos genéticos da espécie.

Conclui-se que há possibilidade de discriminação das variedades locais de milho e que essas podem ser fontes de germoplasma para a busca de alelos favoráveis e adaptados à região, bem como fazer parte de futuros programas tanto de melhoramento genético convencional quanto participativo, como também serem utilizadas pelos pequenos produtores para o cultivo de variedades que sobressaem em relação as que são normalmente cultivadas.

## Referências

ALBUQUERQUE, C. J.B. ; PINHO, R. G.V. ; SILVA, R. Produtividade de híbrido de milho verde experimentais e comerciais. Bioscience Journal, v.24, n.2, p.60-76, 2008.

ALVESR. M.et al. Seleção de descritores botânico-agronômicos para caracterização de germoplasma de cupuaçuzeiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 38, n. 07, p. 807-818, 2003.

ARAÚJO, P. M.; NASS, L. L. Caracterização e avaliação de milho crioulo. Scientia Agrícola, v. 59, n. 03, p. 589-593, 2002.

ARGENTA, Gilber; SILVA, Paulo Regis Ferreira da; SANGOI, Luis. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. Ciência Rural, Santa Maria, v.31, n. 6, p. 1075-1084, jan. 2001. Disponível em:<  
<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/22384/000304769.pdf?sequence=1>>. Acesso em 17 set. 2014.

BIANCHETTO, R., FONTANIVE, D. E., CEZIMBRA, J. C. G., KRYNSKI, Ângelo M., RAMIRES, M. F., ANTONIOLLI, Z. I., & SOUZA, E. L. (2017). Desempenho agrônômico de milho crioulo em diferentes níveis de adubação no Sul do Brasil. Revista Eletrônica Científica Da UERGS , 3(3), 528-545.  
<https://doi.org/10.21674/2448-0479.33.528-545>

BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F.O. Química do processamento de alimentos: pigmentos. 2ª ed.,Campinas: Varela, 1995, p 105-120.

BRITO, M.C. et al. Teste de germinação para avaliar o vigor de sementes de milho crioulo coletadas na região Cariri. In: ENCONTRO UNIVERSITÁRIO DA UFC NO CARIRI, 3, 2011, Juazeiro do Norte. Anais... Juazeiro do Norte: Universidade Federal do Ceará, 2011. p. 14

BOEF, W. S. Biodiversidade e agrobiodiversidade. In: BOEF, W. S. et al. (Org.) Biodiversidade e agricultores: fortalecendo o manejo comunitário. Porto Alegre: L&PM, 2007. cap. 2, p. 36-40.

BRIDLE, P.; TIMBERLAKE, C.F. Anthocyanins as natural food colours – selected aspects. Food Chemistry, v.58, n.1-2, p.103-109, 1997.

CANDIDO, L.S.; ANDRADE, J.A.C. Breeding potential of maize composite Isanão VF1 in small spacing in the second growing season *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 8: 56-64, 2008 Brazilian Society of Plant Breeding. Printed in Brazil

CARPENTIERE-PÍPOLO, V.; SOUZA, A.; SILVA, D. A.; BARRETO, T. P.; GARBUGLIO, D. D.; FERREIRA, J. M. Avaliação de cultivares de milho crioulo em sistema de baixo nível tecnológico. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 32, n. 2, p. 229-233, 2010.

COIMBRA, R. R. et al. Caracterização e divergência genética de populações de milho resgatadas do Sudeste de Minas Gerais. *Revista Ciência Agronômica*, v. 41, n. 01, p. 159-166, 2010.

DOEBLEY, J. Molecular evidence and the evolution of maize. *Economic Botany*, v. 44, p. 6-27, 1990.

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

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 2. ed. Viçosa-MG: UFV, 2003. 585 p.

CRUZ, Cosme Damião. Programa Genes: Análise multivariada e simulação. Viçosa: UFV, 2006. 175p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. Modelo biométrico aplicado ao melhoramento genético. 4 ed. Viçosa: UFV, 2012. V.1, 514 p.

CRUZ, Cosme Damião. GENES: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Sci., Agron Maringá* , v. 35, n. 3, p. 271-276, Sept. 2013. Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S18078621201300030001&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S18078621201300030001&lng=en&nrm=iso)>.access on 09 Dec.2019. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v35i3.21251>.

CUNHA, A. S. S.; JESUS, J. M. I.; BUSO, W. H. D. Desempenho de milho crioulo e híbrido sob a aplicação de doses de nitrogênio em cobertura no

cerrado. *Tecnologia & Ciência Agropecuária*, João Pessoa, v.11, n.1, p.45-51, mar. 2017.

DIAS, L. A. S. Análises multidimensionais. In: ALFENAS, A. C. Eletroforese de isoenzimas e proteínas afins. Viçosa: UFV, 1998. p. 405-475.

DOURADO NETO, D. PALHARES, M. VIEIRA, P. A. MANFRON, P. A. MEDEIROS, S. L. P. ROMANO, M. R. Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.2, n.3, p.63-77, 2003.

FERNANDES, F. H. et al. Avaliação da produtividade de milho crioulo (var. pixurum roxo) em função do arranjo populacional de plantas. Goiás: Universidade Estadual de Goiás, 2007. Disponível em: <<http://www.prp2.ueg.br/06v1/conteudo/pesquisa/inicccien/eventos/sic2007/flashsi c2007/arquivos/resumos/resumo94.pdf>>.

FREITAS, F. O.; BENDEL, G.; ALLABY, R. G.; BROWN, T. A. DNA from primitive maize landraces and archaeological remains: implications for the domestication of maize and its expansion into South America. *Journal of Archaeological Science*, v. 30, p. 901–908, 2003.

FREITAS, F. C. L. et al. Comportamento de cultivares de milho no consórcio com *Brachiaria brizantha* na presença e ausência de foransulfuron + iodosulfuron-methyl para o manejo da forrageira. *Planta Daninha*, v. 26, n. 1, p. 215-221, 2008.

GOODMAN, M. M. The races of maize IV: Tentative grouping of 219 Latin American races. *Economic Botany* 31: 204-221.1977.

HARBORNE, J.B.; GRAYER, R.J., The anthocyanins. In: *The flavonoids: advances in research since 1980*. Chapman & Hall, London, 1988, p. 1-20.

LI, Y. et al. The genetics relationships among plant-height traits found using multiple trait QTL mapping of a dent corn and popcorn cross. *Genome*;

Toronto, v.50, n.4, p.357-364, 2007. MAHALANOBIS, P.C. On the generalized distance in statistics. *Proceedings of the National Institute of Science of India*. New Delhi, v.2, p. 49-55, 1936.

MATSUOKA, Y.; VIGOUROUX, Y.; GOODMAN, M.M.; SANCHEZ, J.; BUCKLER, G.E. (2002) A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. *Proceedure of National Academy Science*, 99:6080-6084.

MAZZA, G.; MINIATI, E., *Anthocyanins in fruits, vegetables, and grains*. CRC Press, London, 1993, 362 p.

MENEGUETTI, G. A.; GIRARDI, J. L.; REGINATTO, J. C. Milho crioulo: tecnologia viável e sustentável. In: \_\_ *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*. Porto Alegre, v. 3, n. 1, Jan/mar. 2002.

NETTO, D.A.M. et al. Avaliação agronômica e molecular de acessos da coleção núcleo de milho, subgrupo endosperma duro. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.3, n.1, p.92-107, 2004.

PAIXÃO, S. L. et al. Divergência genética e avaliação de populações de milho em diferentes ambientes no estado de Alagoas. *Revista Caatinga*, v. 21, n. 04, p. 191-195, 2008.

PATERNIANI, E.; CAMPOS, M.S. Melhoramento de milho. In: BORÉM, A. *Melhoramento de espécies cultivadas*. Viçosa: UFV, 1999. 817p.

PATERNIANI, E. & CAMPOS, M.S. Melhoramento do Milho. In: BORÉM, A. *Melhoramento de espécies cultivadas*. Viçosa: UFV, pag. 491 – 552, 2005.

PATERNIANI, E.; NASS, L. L.; SANTOS, M. X. O valor dos recursos genéticos de milho para o Brasil: uma abordagem histórica da utilização do germoplasma. In: UDRY, C.W.; DUARTE, W. (Org.). *Uma história brasileira do milho: o valor dos recursos genéticos*. Brasília: Paralelo 15, 2000. p.11-41.

PATTO, M.C.V. et al. Assessing the genetic diversity of Portuguese maize germplasm using microsatellite markers. *Euphytica*, v.137, p.63-72, 2004.

PAZIANI, Solidete de Fátima et al. Características agronômicas e bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem. *R. Bras. Zootec.* Viçosa, v. 38, n. 3, p. 411-417, Mar. 2009 . Available from

<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-35982009000300002&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982009000300002&lng=en&nrm=iso)>. access on 08 Dec. 2019.  
<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009000300002>.

PIMENTEL-GOMES, F. Curso de estatística experimental. 13. ed. São Paulo: Nobel, 2000. 479 p.

KAPPES, C.; ARF, O.; ARF, M. V.; FERREIRA, J. P.; BEM, E. A. D.; PORTUGAL, J. R.; VILELA, R. G. Inoculação de sementes com bactéria diazotrófica e aplicação de nitrogênio em cobertura e foliar em milho. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 34, n. 2, p. 527-538, 2013.

RAO, R.C. *Advanced statistical methods in biometric research*. New York: John Willey and Sons, 1952. 390p.

REPKE, R.A. et al. Altura de planta, altura de inserção de espiga e número de plantas acamadas de cinco híbridos de milho. XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO - Águas de Lindóia - 26 a 30 de Agosto de 2012.

SANTOS, I.A.C. et al. Influência de portes de cultivares, números de capinas e épocas de colheita sobre a incidência de plantas daninhas e produção de grãos de milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 22, n. 5, p. 501-503, 1987.

SANTOS, C. A. F.; OLIVEIRA, C. A. V.; MENEZES, E. A. Seleção de descritores na caracterização e avaliação preliminar de germoplasma de guandu. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 30, n. 7, p. 971-975, 1995.

SILVA, Paulo Regis Ferreira da et al. Estratégias de manejo de coberturas de solo no inverno para cultivo do milho em sucessão no sistema semeadura direta. *Cienc. Rural*, Santa Maria, v. 36, n. 3, p. 1011-1020, jun. 2006 . Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782006000300049&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782006000300049&lng=pt&nrm=iso)>. Acessos em 08 dez. 2019.  
<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782006000300049>. SILVEIRA, D. C. et al. Caracterização agromorfológica de variedades de milho crioulo (*Zea mays* L.) Na região noroeste do Rio Grande do Sul. *Rev. Ciência e Tecnologia*, Rio Grande do Sul, v. 1, p. 01-11, n.1, 2015.

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, v. 41, n. 02 p. 237-245, 1981.

TEIXEIRA, F. F. et al. Diversidade no germoplasma de milho coletado na região Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 01, n. 03, p. 59-67, 2002

VEASEY, E. A.; SCHAMMASS, E. A.; VENCOVSKY, R.; MARTINS, P. S.; BANDEL, G. Germplasm characterization of *Sesbania* accessions based on multivariate analyses. *Genetic Resources and Crop Evolution*, Dordrecht, v. 48, p. 79-90, 2001.

VOGT, G. A.; JÚNIOR, A. A. B.; SOUZA, A. M. Divergência genética entre cultivares de girassol no Planalto Norte Catarinense. *Scientia Agraria*, v. 11, n. 4, p. 307-315, 2010.