

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA - INPA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA NO TRÓPICO ÚMIDO –**  
**PPGATU**

**CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA E DIVERGÊNCIA GENÉTICA DE**  
**VARIETADES TRADICIONAIS DE MILHO DA REGIÃO DO ALTO SOLIMÕES,**  
**AMAZONAS**

**DIONES LIMA DE SOUZA**

**MANAUS, AMAZONAS**

**2022**

**DIONES LIMA DE SOUZA**

**CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA E DIVERGÊNCIA GENÉTICA DE  
VARIEDADES TRADICIONAIS DE MILHO DA REGIÃO DO ALTO SOLIMÕES,  
AMAZONAS**

ORIENTADOR: Dr. Danilo Fernandes da Silva Filho.

COORIENTADOR: Dr. Daniel Felipe de Oliveira Gentil.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura no Trópico Úmido do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), como parte da exigência para obtenção de título de Mestre em Agricultura no Trópico Úmido.

**MANAUS, AMAZONAS**

**2022**


## Folha de Aprovação

Banca Julgadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**TÍTULO: "CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA E  
DIVERGÊNCIA GENÉTICA DE  
VARIEDADES TRADICIONAIS DE MILHO DA REGIÃO DO ALTO  
SOLIMÕES, AMAZONAS"**


**AUTOR:**

**DIONES LIMA DE SOUZA**

**BANCA JULGADORA**  
Documento assinado digitalmente  
 **MARIA TERESA GOMES LOPES**  
Data: 02/10/2022 03:08:08-0300  
Verifique em <https://verificador.itl.br>


---

**Dra. MARIA TERESA GOMES LOPES (UFAM)**  
**(Membro)**

Documento assinado digitalmente  
 **PEDRO DE QUEIROZ COSTA NETO**  
Data: 28/09/2022 10:12:44-0300  
Verifique em <https://verificador.itl.br>

---

**Dr. PEDRO QUEIROZ COSTA NETO (UFAM)**  
**(Membro)**

Documento assinado digitalmente  
 **MARCELO DE ALMEIDA GUIMARÃES**  
Data: 27/09/2022 17:39:12-0300  
Verifique em <https://verificador.itl.br>

---

**Dr. MARCELO DE ALMEIDA GUIMARÃES (UFC)**  
**(Membro)**

Manaus, 27 de setembro de 2022

---

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA NO TRÓPICO ÚMIDO – PPG ATU  
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA  
Av. André Araújo, nº 2936 – Bairro: Petrópolis - Manaus/AM - CEP: 69.067-375  
Fone: (92) 3643-1844  
Site: <http://pg.inpa.gov.br> e-mail: [ppgatu@gmail.com](mailto:ppgatu@gmail.com)

---

S729c Souza, Diones Lima De

Caracterização morfoagronômica e divergência genética de variedades tradicionais de milho da região do Alto Solimões, Amazonas / Diones Lima de Souza; orientador Danilo Fernandes da Silva Filho; coorientador Daniel Felipe de Oliveira Gentil. - Manaus:[s. l.], 2022.

3.0 MB

104 p. : il. color.

Dissertação ( Programa de Pós-Graduação em Agricultura no Trópico Úmido – PPGATU ) - Coordenação do Programa de Pós-Graduação, INPA, 2022.

1. conservação de recursos genéticos. 2. agricultura familiar. 3. sementes crioulas. I. Filho, Danilo Fernandes da Silva. II. Gentil, Daniel Felipe de Oliveira. III. Título

CDD 600.633

---

**Sinopse:** Estudou-se a caracterização morfoagronômica e a divergência genética de 14 acessos de milho tradicional da região do Alto Solimões, Amazonas. Utilizou-se 42 descritores quali-quantitativos na mensuração das características agronômicas. O experimento foi conduzido na da Estação Experimental de Hortaliças Dr. Alejo von der Pahlen em ecossistema de terra firme. Os resultados demonstraram a presença a variabilidade existente, bem como a possibilidade de utilização das variedades em programas de melhoramento e na agricultura local.

**Palavras chave:** conservação, agricultura familiar, sementes, diversidade genética.

## AGRADECIMENTOS

A DEUS, por me conservar com saúde e ânimo para vencer todos os obstáculos nesse momento de enorme dificuldade.

Ao Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia e ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura no Trópico Úmido, por fortalecerem e capacitarem recursos humanos com perfil para atuar na Amazônia e pela oportunidade de realização deste trabalho.

Aos meus orientadores Dr. Danilo Fernandes da Silva Filho e Dr. Daniel Felipe de Oliveira Gentil, pela excepcional orientação e contribuições durante todo o percurso desta pesquisa.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM, pela concessão da bolsa, suporte necessário à minha subsistência e necessária na execução deste trabalho.

A minha família, pela orientação, dedicação e incentivo durante toda minha vida acadêmico-profissional, em especial nessa fase do meu curso.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM, que por meio do Projeto: “Compartilhamento de sementes: uma estratégia de conservação da diversidade agrícola na agricultura familiar”, Edital Nº 002/2018-Universal Amazonas/FAPEAM, possibilitou a excursão durante a realização do trabalho na região do Alto Solimões, Amazonas.

Aos Agricultores e Agricultoras Familiares do Alto Solimões, por compartilharem conhecimentos, em especial sobre a conservação e cultivo das variedades tradicionais de milho. Também sou grato pela atenção, respeito e confiança que depositaram na presente pesquisa.

Aos competentes profissionais e amigos da Estação Experimental de Hortaliças Dr. Alejo von der Pahlen, Ariel Dotto Blind, José Nilton Figueiredo, Manuel Ronaldo, Francisco Manoares, Luiz Aberto de Assis Guimarães e a Senhora Nilce, os quais fizeram-se presentes no processo de implantação, condução e avaliação do experimento.

À Secretaria Municipal de Agricultura, Abastecimento e Fomento a Micro e Pequenas Empresas – SEMAF de Benjamin Constant, pela parceria na coleta e envio das sementes de milho no traslado até Manaus.

Aos amigos e amigas do Programa de Desenvolvimento, Sustentabilidade e Assessoramento no Alto Solimões, pela oportunidade de uma formação diferenciada.

A toda equipe do Núcleo de Etnoecologia na Amazônia Brasileira - NETNO, por sua acolhida e pelas contribuições na construção do projeto de pesquisa e desta dissertação.

Aos meus amigos da turma 2019/2 do curso de Pós-Graduação em Agricultura no Trópico Úmido – ATU, pelo companheirismo e amizade que iniciou este trajeto.

As minhas amigas e pessoas maravilhosas Paulinha, Marluci, Lucineide e Elza que me acolheram com respeito, carinho e que sempre me motivaram a persistir nos mais diferentes momentos desta pesquisa.

Agradeço.

*Somos gente de maíz*

*De maíz amarillo y de maíz blanco se hizo su carne; de masa de maíz se hicieron los brazos e las piernas, unicamente masa de maíz entró en la carne de nuestros ancestros.*

*Popol Vuh*

## RESUMO

Estudos da variabilidade genética do milho tem sido importantes ferramentas no melhoramento genético da espécie. O conhecimento da diversidade existente tem propiciado a incorporação de genótipos superiores a programas de melhoramento, a fim de incrementar caracteres desejáveis para uso comercial, industrial e alimentar. Por outro lado, a pressão causada pela introdução de cultivares híbridas e transgênicas nos agroecossistemas, em especial aqueles tradicionais tem interferido na manutenção/conservação destes materiais, inclusive o resultado dessa introdução levou a erosão genética de diversas espécies locais. Nos agroecossistemas familiares, é sabido da existência de variedades tradicionais de milho, as quais são resultados da conservação e manejo praticado em ciclo de gerações e fazem parte da base econômica e alimentar das unidades familiares. As variedades tradicionais de milho são fontes importantes de genes que são mantidos ao longo do tempo, produto de intensos ciclos produtivos e da adaptação a diferentes ambientes. O conhecimento da variabilidade pode retratado, por meio do uso de métodos multivariados para mensuração da diversidade existente. Contudo, ainda são poucos os estudos sobre a variabilidade de milho tradicionais da região do Alto Solimões. Nesse sentido, o presente trabalho teve por objetivo avaliar e caracterizar variedades tradicionais de milho cultivadas por agricultores familiares da região do Alto Solimões, Amazonas. As amostras foram constituídas por sementes obtidas de plantas cultivadas por agricultores familiares do município de Benjamin Constant, totalizando 14 acessos de milho, oito variedades. A caracterização das variedades foi feita de acordo com 42 descritores quali-quantitativos indicados pelo *Internacional Plant Genetic Resources Institute* - IPGRI (2000) e Teixeira e Costa (2010). Foi feita a análise de variância das características e complementada pelo teste de Scott-Knott, em nível de 5% de probabilidade. A análise da divergência genética foi obtida por meio das distâncias generalizadas de Mahalanobis ( $D^2$ ). O agrupamento foi determinado pelos métodos hierárquicos (UPGMA), Tocher, elbow e K-means. A importância relativa dos caracteres foi submetida a análise componentes principais e metodologia de Singh (1981), utilizando o programa computacional Genes. Os resultados revelaram a existência de variabilidade genética entre os 14 acessos avaliados. A análise da divergência genética constatou a formação de grupos distintos, dependendo do método empregado e do conjunto de descritores associados à planta, à espiga e ao grão. Foram identificadas 21 variáveis que mais contribuíram para a dissimilaridade entre os acessos avaliados. Portanto conclui-se que a caracterização morfoagronômica e a análise da divergência genética utilizadas neste estudo foram capazes de determinar a existência de variabilidade entre os acessos de milho do Alto Solimões.

**Palavras chave:** conservação de recursos genéticos, sementes crioulas, agricultura familiar, análise multivariada, variabilidade genética.



## ABSTRACT

Studies of the genetic variability of corn have been important tools in the genetic improvement of the species. The knowledge of the existing diversity has provided the incorporation of superior genotypes to improvement programmes, in order to increase desirable characters for commercial, industrial and food use. On the other hand, the pressure caused by the introduction of hybrid and transgenic cultivars into agro-ecosystems, especially traditional ones, has interfered with the maintenance/conservation of these materials. In family agro-ecosystems, traditional varieties of maize are known to exist, which are the result of conservation and management practiced over a cycle of generations and form part of the economic and food base of family units. Traditional maize varieties are important sources of genes that are maintained over time, the product of intense production cycles and adaptation to different environments. Knowledge of the variability can be portrayed by using multivariate methods to measure the existing diversity. However, there are still few studies on the variability of traditional maize in the Alto Solimões region. In this sense, the present work aimed to evaluate and characterise traditional maize varieties cultivated by family farmers in the Alto Solimões region, Amazonas. The samples consisted of seeds obtained from plants cultivated by family farmers in the municipality of Benjamin Constant, totaling 14 corn accessions, eight varieties. The characterization of the varieties was made according to 42 quali-quantitative descriptors indicated by the International Plant Genetic Resources Institute - IPGRI (2000) and Teixeira and Costa (2010). Analysis of variance of the characteristics was performed and complemented by the Scott-Knott test at 5% probability level. The genetic divergence analysis was obtained by means of generalized Mahalanobis distances ( $D^2$ ). Clustering was determined by hierarchical methods (UPGMA), Tocher, elbow and K-means. The relative importance of characters was subjected to principal component analysis and Singh's (1981) methodology using Genes computer program. The results revealed the existence of genetic variability among the 14 accessions evaluated. The genetic divergence analysis verified the formation of distinct groups, depending on the method employed and the set of descriptors associated with the plant, the ear and the grain. There were identified 21 variables that contributed more to the dissimilarity among the accesses evaluated. Therefore, it is concluded that the morphogronomic characterisation and the genetic divergence analysis used in this study were able to determine the existence of variability among the maize accessions from Alto Solimões.

Key words: conservation of genetic resources, Creole seeds, family farming, multivariate analysis, genetic variability.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Lista dos acessos tradicionais de milho ( <i>Zea mays</i> ) e suas respectivas procedências e unidades de paisagem, município de Benjamin Constant, Amazonas, 2020. ....	26
<b>Tabela 2.</b> Caracteres morfoagronômicos de plantas de variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, AM, 2020. ....	34
<b>Tabela 3.</b> Quadrados médios e coeficientes de variação (CV) da análise de variância de caracteres quantitativos de plantas de variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, AM, 2020. ....	37
<b>Tabela 4.</b> Valores médios de características quantitativas associadas à planta de variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, AM, 2020. ....	38
<b>Tabela 5.</b> Contribuição relativa dos caracteres quantitativos associados à planta de variedades tradicionais de milho, para divergência – Singh (1981) baseada na distância generalizada de Mahalanobis. Benjamin Constant, AM, 2020. ....	44
<b>Tabela 6.</b> Contribuição relativas das variáveis associadas à planta para os cinco primeiros componentes principais e autovalores da contribuição de cada dimensão para a análise de componentes principais (PCA), em variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, AM, 2020. ....	47
<b>Tabela 7.</b> Caracteres morfoagronômicos de espigas de variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, AM, 2020. ....	49
<b>Tabela 8.</b> Quadrados médios e coeficientes de variação (CV) da análise de variância de caracteres quantitativos de espigas de variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, AM, 2020. ....	52
<b>Tabela 9.</b> Valores médios <sup>1</sup> de características quantitativas associadas à espiga de variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, AM, 2020. ....	53
<b>Tabela 10.</b> Contribuição relativa dos caracteres quantitativos associados à espiga de variedades tradicionais de milho, para divergência – Singh (1981) baseada na distância generalizada de Mahalanobis. Benjamin Constant, AM. ....	59
<b>Tabela 11.</b> Contribuição relativas das variáveis associadas à espiga para os cinco primeiros componentes principais e autovalores da contribuição de cada dimensão para a análise de componentes principais (PCA), em variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, AM, 2020. ....	63
<b>Tabela 12.</b> Caracteres morfoagronômicos de grãos de variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, AM, 2020. ....	65
<b>Tabela 13.</b> Quadrados médios e coeficientes de variação (CV) da análise de variância de caracteres quantitativos de grãos de variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, AM, 2020. ....	68
<b>Tabela 14.</b> Valores médios de características quantitativas associadas ao grão de variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, AM, 2020. ....	69
<b>Tabela 15.</b> Contribuição relativa dos caracteres quantitativos associados ao grão de variedades tradicionais de milho, para divergência – Singh (1981) baseada na distância generalizada de Mahalanobis. Benjamin Constant, AM. ....	74

**Tabela 16.** Contribuição relativa das variáveis associadas ao grão para os cinco primeiros componentes principais e autovalores da contribuição de cada dimensão para a análise de componentes principais (PCA), em variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, AM. 2020. ....77

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Local de origem do gênero <i>Zea</i> e distribuição de teosinto no México e América Central (Doebley, 1990). .....	20
<b>Figura 2.</b> Localização da área geográfica de estudo, município de Benjamin Constant, Amazonas. Fonte: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Organizado por Freitas (2021).....	25
<b>Figura 3.</b> Variedades tradicionais de milho utilizadas no estudo, procedentes do município de Benjamin Constant, Amazonas. Fonte: Dados de Campo, 2020. ....	27
<b>Figura 4.</b> (A) Preparo mecanizado do solo na áreas experimental e (B) vista frontal da áreas experimental, após o preparo do solo. Estação Experimental de Hortaliças Dr. Alejo von der Pahlen do INPA, Manaus, Amazonas. Fonte: Dados de Campo, 2020. ....	29
<b>Figura 5.</b> (A) Limpeza manual da área experimental; (B) inspeções fitossanitárias; e (C) sistema de irrigação por aspersão. Estação Experimental de Hortaliças Dr. Alejo von der Pahlen do INPA, Manaus, Amazonas. Fonte: Dados de Campo, 2020. ....	30
<b>Figura 6.</b> (A) Emergência de plântulas; (B) emissão do pendão; (C) deiscência do pendão; (D) emissão do estilo-estigma; (E) senescência de brácteas; e (F) maturação da espiga. Estação Experimental de Hortaliças Dr. Alejo von der Pahlen do INPA, Manaus, Amazonas, 2020. ....	31
<b>Figura 7.</b> Coloração do colmo em plantas de variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, AM. (A) Colmo com cor predominantemente verde; (B) Colmo com cor predominantemente púrpura; e (C) Colmo com cor predominantemente castanha. Fonte: Dado de Campo, 2020. ....	36
<b>Figura 8.</b> Acamamento em plantas de variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, AM. (A) Plantas acamadas pelo colmo; e (B) Plantas acamadas pela raiz. Fonte: Dados de Campo, 2020. ....	36
<b>Figura 9.</b> Dendograma de dissimilaridade genética pelo método UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean), a partir da matriz de Mahalanobis, com base em caracteres fenotípicos da planta de 14 variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, AM, 2020. ....	41
<b>Figura 10.</b> Número de grupos propostos pelo método elbow para o algoritmo K-means, considerando as características quantitativas associadas à planta de variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, AM, 2020. ....	44
<b>Figura 11.</b> Grupos de variedades tradicionais de milho, considerando algoritmo K-means. a partir de características quantitativas associadas à planta. Benjamin Constant, AM, 2020. ....	45
<b>Figura 12.</b> Médias de cada variável dos grupos formados pelo algoritmo K-means, a partir de características quantitativas associadas à planta, em variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, AM, 2020.....	46
<b>Figura 13.</b> Formato de espigas de variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, 2020. Fonte: Dados de Campo, 2020.....	50
<b>Figura 14.</b> Classificação de sanidade de espigas: (A) espiga sadia; (B) espiga apresentando comprometimento por patógenos. Estação Experimental de Hortaliças Dr. Alejo von der Pahlen do INPA, Manaus, Amazonas, 2020. Fonte: Dados de Campo, 2020. ....	50
<b>Figura 15.</b> Dendograma de dissimilaridade genética pelo método UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean), a partir da matriz de Mahalanobis, com base em caracteres	

fenotípicos da espiga de 14 variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, AM. 2020. ....	57
<b>Figura 16.</b> Número de grupos propostos pelo método elbow para o algoritmo K-means, considerando as características quantitativas associadas à espiga de 14 variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, AM. 2020. ....	60
<b>Figura 17.</b> Grupos de variedades tradicionais de milho, considerando algoritmo K-means. a partir de características quantitativas associadas à espiga. Benjamin Constant, AM. 2020. ....	61
<b>Figura 18.</b> Médias de cada variável dos grupos formados pelo algoritmo K-means, a partir de características quantitativas associadas à espiga, em variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, AM. 2020. ....	62
<b>Figura 19.</b> Aspectos visuais de classificação do arranjo de grãos das variedades tradicionais de milho do Alto Solimões. Estação Experimental de Hortaliças Dr. Alejo von der Pahlen do INPA, Manaus, Amazonas, 2020. Fonte: Dados de Campo, 2020. ....	66
<b>Figura 20.</b> Dendograma de dissimilaridade genética pelo método UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean), a partir da matriz de Mahalanobis, com base em caracteres fenotípicos do grão de 14 variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, AM. ....	72
<b>Figura 21.</b> Número de grupos propostos pelo método elbow para o algoritmo K-means, considerando as características quantitativas associadas ao grão de variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, AM. 2020. ....	75
<b>Figura 22.</b> Grupos de variedades tradicionais de milho, considerando algoritmo K-means. a partir de características quantitativas associadas ao grão. Benjamin Constant, AM. 2020. ....	76
<b>Figura 23.</b> Médias de cada variável dos grupos formados pelo algoritmo K-means, a partir de características quantitativas associadas ao grão, em variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, AM. 2020. ....	77

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
2.1 OBJETIVO GERAL.....	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	18
3.1 MILHO ( <i>Zea mays</i> L.).....	19
3.2 CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA DE ESPÉCIES VEGETAIS .....	21
3.3 DIVERGÊNCIA GENÉTICA DE RECURSOS VEGETAIS .....	23
4.1 PROCEDÊNCIA DAS SEMENTES .....	25
4.2 COLETA DAS SEMENTES.....	26
4.3 PROCEDIMENTOS ÉTICOS .....	28
4.4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL .....	28
4.5 IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	28
4.6 AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E AGRONÔMICAS DAS VARIEDADES .....	30
4.7 PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS .....	32
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
5.1 Características morfoagronômicas associadas à planta de 14 variedades tradicionais de milho da região do Alto Solimões, Amazonas .....	33
5.2 Características morfoagronômicas associadas à espiga de 14 variedades tradicionais de milho da região do Alto Solimões, Amazonas .....	48
5.3 Características morfoagronômicas associadas ao grão em 14 variedades tradicionais de milho da região do Alto Solimões, Amazonas .....	65
6. CONCLUSÕES.....	79
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81
APÊNDICE A – Carta de Anuência Prévia a ser entregue às lideranças das comunidades participantes da pesquisa, Manaus, AM, 2020.....	94
APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para assinatura dos sujeitos sociais da pesquisa, Manaus, AM, 2020.....	96
APÊNDICE C - Croqui dos blocos experimentais das variedades tradicionais de milho, Estação Experimental de Hortaliças Dr. Alejo von der Pahllem - INPA, Km 14 da Rodovia AM-010, Manaus-AM, 2020.....	99
APÊNDICE D - Descritores para plantas de milho, baseados em IPGRI (2000) e Teixeira e Costa (2010).....	
100	
APÊNDICE E - Descritores para espigas de milho, baseados em IPGRI (2000) e Teixeira e Costa (2010).....	101

APÊNDICE F - Descritores para grãos de milho, baseados em IPGRI (2000) e Teixeira e Costa (2010).....	103
---	-----

## 1 INTRODUÇÃO

O milho é uma gramínea pertencente ao reino *Plantae*, tribo *Maydeae*, família *Poaceae*, gênero *Zea* e espécie *Zea mays* L., monocotiledônea, de ciclo anual, considerada atualmente uma espécie de importante valor econômico no mundo, pela quantidade de usos para o consumo humano e animal, e processamento industrial de grãos para variados fins (FAO, 2002; Cunha Neto, 2017).

O processo de domesticação do milho, ocorrido a mais de 5.000 anos, beneficiou a sua difusão a ambientes e climas diversificados, tornando uma espécie amplamente conhecida. Estas condições adaptativas provavelmente resultaram da introgressão de genes de parentes selvagens, proporcionando o aumento da diversidade genética que pode ser considerada, entre outros fatores, a principal responsável pela sua distribuição territorial (Freitas, 2001).

Existem inúmeras variedades de milho no Brasil, incluindo aquelas tradicionais amplamente cultivadas por populações indígenas e não indígenas. Essa prática é fundamental para a conservação da variabilidade genética desses recursos. O saber acumulado sobre a espécie, o ambiente e as práticas de manejo empregadas pelos agricultores, promoveu ciclos de seleção que resultam em variedades adaptadas às condições ambientais locais (Araújo, 2013).

No Brasil, o cultivo do milho está presente em todas as unidades da federação, destacando-se como maiores produtores os estados do Mato Grosso e o Paraná (IBGE, 2021). Na safra 2020/2021, a produção nacional atingiu volumes superiores a 85,75 milhões de toneladas. A estimativa nacional de produção do milho de primeira, segunda e terceira safras, em 2021/22, foi projetada em 115,9 milhões de toneladas (CONAB, 2021).

A região do Alto Solimões, no estado do Amazonas, destaca-se pela grande diversificação sociocultural e ambiental, onde os agroecossistemas familiares apresentam alto nível de diversidade biológica, destacando-se as espécies agrícolas, as quais incluem variedades adaptadas aos diferentes ambientes, resultado das estratégias e práticas de manejo e conservação empregadas ao longo do tempo pelos agricultores (Leão, 2018). A região congrega imenso patrimônio ambiental e cultural, com alta biodiversidade em diferentes ecossistemas e abriga a população no espaço urbano e rural, composta predominantemente por indígenas e caboclos. Na convivência e nas relações sociais, envolve ainda duas nacionalidades vizinhas, a peruana e a colombiana, formando a Tríplice Fronteira (SUSAM, 2019).

No município de Benjamin Constant, as comunidades rurais ainda possuem variedades de milho tradicional, podendo existir em certas localidades, aproximadamente, três variedades (Martins, 2016).



A conservação desses recursos comprova-se, histórica e cientificamente, como capazes de garantir a resiliência dos sistemas agrícolas familiares, a estabilidade da produção e minimização dos riscos frente à perda da biodiversidade (Veiga *et al.*, 2012; Noda *et al.*, 2013a). Portanto, necessita-se pensar em estratégias para a manutenção dessas variedades, *in situ* (no local) ou *ex situ* (fora do local), levando em consideração critérios necessários para avaliação da qualidade e composição dos recursos genéticos disponíveis (Noda *et al.*, 2013<sup>a</sup>).

A caracterização morfoagronômica de espécies vegetais é um instrumento utilizado por curadores e melhoristas, na avaliação de banco de germoplasma ou seleção de materiais de interesse. Esta prática é uma atividade fundamental para o manejo de qualquer coleção que se pretenda avaliar por meio da tomada de dados, os quais servirão para a descrição, identificação e diferenciação dos acessos de determinada espécie (Burl e Oliveira, 2010).

Temas de diferentes pesquisas com milho tradicional, a caracterização e a divergência genética foi estudada por autores. Coimbra *et al.* (2010) utilizaram 26 caracteres morfológicos para avaliar a divergência genética em doze populações de milho de polinização aberta, sendo cinco de milho crioulo no estado de Minas Gerais. Souza (2015) avaliou a diversidade de 36 variedades de milho crioulo nos municípios de Anchieta e Guaraciaba, em Santa Catarina. Silveira *et al.* (2015) fizeram a caracterização de 16 variedades crioulas de milho no estado do Rio Grande do Sul, com base em 17 caracteres específicos. Silva *et al.* (2015) verificaram a divergência por meio da caracterização morfoagronômica de variedades de milho de polinização aberta e seis linhagens S<sub>5</sub>, no estado do Tocantins.

O sucesso na conservação das variedades locais de milho, a disponibilidade e a qualidade dos materiais genéticos, depende do constante processo de seleção exercido pelos agricultores familiares da região. Contudo, necessita-se de maiores informações sobre o potencial dessas variedades. A caracterização e o estudo da divergência podem fornecer um conjunto de informações que servirão para auxiliar os agricultores na tomada de decisão, gestão e manejo da espécie, bem como dispor materiais com potencial para compor programas de melhoramento da espécie.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

- ✓ Avaliar e caracterizar variedades tradicionais de milho cultivadas por agricultores familiares da Região do Alto Solimões, Amazonas.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ✓ Identificar os descritores morfoagronômicos que contribuem para a variabilidade genética das variedades tradicionais de milho.
- ✓ Analisar a divergência genética das variedades tradicionais de milho, por meio de descritores morfológicos e agronômicos.

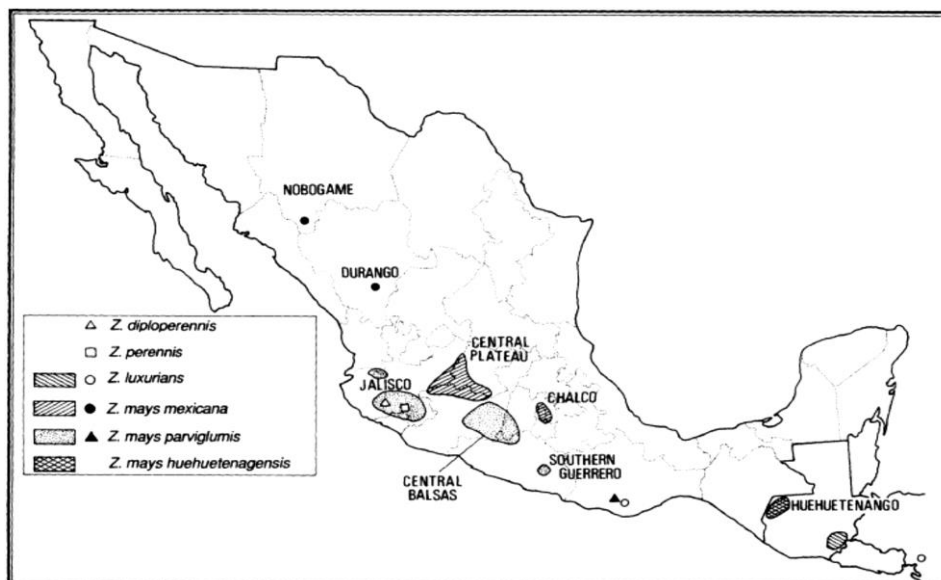
### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 MILHO (*Zea mays* L.)

O milho é uma monocotiledônea anual pertencente à tribo *Maydeae*, família *Poaceae*, gênero *Zea* e espécie *Zea mays* L. A planta é ereta, cespitosa, de afilamento baixo e monoica, apresenta protandria e diferentes estádios de desenvolvimento vegetativo (V) e reprodutivo (R) (Spehar, 2012; Bergamaschi e Matzenauer, 2014; Ribeiro, 2014; Magalhães *et al.*, 2020). O estádio vegetativo subdivide-se em fases que iniciam em (VE= emergência) e que perduram até (Vn= representado pela última folha emitida antes do pendoamento), por outro lado, a subdivisão do estádio reprodutivo inicia-se em (R1= embonecamento) e termina em (R6= maturidade fisiológica) (Magalhães e Durães, 2006).

O grão é o principal produto da espécie, apresenta pericarpo unido ao tegumento da semente (cariopse), de importante valor econômico no mundo, pela quantidade de usos para o consumo humano e animal, e processamento industrial (Oliveira, 2014; Cunha Neto, 2017).

Nativa das Américas, a espécie tem seu centro de origem, domesticação e diversidade no México (Figura 1), difundindo-se para o continente americano por intermédio de tribos indígenas e, posteriormente, de colonizadores. Pesquisas identificaram seus parentes selvagens mais próximos teosinto (*Zea diploperennis* (Iltis, Doebley & Guzmán), *Z. perennis* (Hitch.), *Z. luxurians* (Durieu & Ascherson) Bird, *Z. mays mexicana* a (Schrad) Kuntze, *Z. mays parviglumis* (Iltis & Doebley), *Z. mays huehuetenangensis* (Iltis & Doebley)) e *Tripsacum* L. (*Tripsacum* spp.), não havendo evidências em outros locais, fato que sugeriu três teorias para a sua origem: a primeira baseia-se na descendência do teosinto e do milho de um ancestral comum (Weatherwax, 1954); a segunda apoia-se na origem do teosinto a partir do milho; e a terceira sugere que o milho descende diretamente do teosinto, resultado do processo de seleção exercido por populações humanas, está última tem se mostrado como a mais adequada, uma vez que estudos moleculares tem comprovado alta proximidade de aspectos biológicos e genéticos entre estes indivíduos (Doebley, 1990; Cunha, 2010).



**Figura 1.** Local de origem do gênero *Zea* e distribuição de teosinto no México e América Central (Doebley, 1990).

Pesquisadores consideram a última teoria mais aceitável, por apoiar-se em evidências genéticas para expressar a relação de parentesco entre as espécies (Beadle, 1980; Hernández *et al.*, 2012). Contudo, são perceptíveis as diferenças no desenvolvimento da espécie, exercidos em função da interação com os fatores ambientais e resultantes da seleção humana ao longo dos tempos (Souza, 2015; Magalhães *et al.*, 2020).

O processo de domesticação da espécie, ocorrido há mais de 5000 anos, beneficiou a sua difusão à ambientes e climas diversificados, tornando-a amplamente conhecida. As características adaptativas provavelmente resultaram da introgressão de genes de parentes selvagens, proporcionando aumento da diversidade genética como a principal responsável distribuição territorial (Freitas, 2001). De acordo com (Freitas, 2001), a diversidade pode explicar a importância econômica, sociocultural e alimentar da espécie.

A partir da década de 1960, os programas de melhoramento de milho têm tido por finalidade disponibilizar ao mercado linhagens com alto potencial produtivo, resistência a pragas, doenças e intempéries ambientais, e características desejáveis ao cultivo, como precocidade, arquitetura ideal à colheita e melhor uso do solo, aliado à alta tecnologia aplicada à agricultura (Varela, 2020).

Relatórios da FIESP (2021) indicam que as primeiras previsões para a safra 2021/22 para as exportações de milho brasileiro aumentaram para 43 milhões de toneladas, aumento de 22% em relação à safra 2020/21, colocando o Brasil como o segundo maior exportador do mundo, atrás somente dos Estados Unidos, maior produtor e exportador mundial. O milho também é a base alimentar de grande parcela de pequenos agricultores, que cultivam com menores índices de

produtividade, em pequenas faixas de terra, com baixo investimento de capital e tecnológico, e produção destinada ao sustento familiar (FAO, 2019).

As populações tradicionais cultivam ao longo dos tempos extensa variedade de milho, conferindo-lhes a denominação de fitomelhoradores. Estes germoplasmas são fontes de variabilidade genética, constituindo-se em recursos importantes para alimentação humana e animal, bem como para o melhoramento da espécie, por apresentarem características de adaptação às condições ambientais, de resistência e produtividade, com potencial a ser explorado em programas de melhoramento (Paterniani *et al.*, 2000; Araújo e Nass, 2002).

Nos agroecossistemas do Alto Solimões, onde existe significativa diversidade de espécies vegetais, o milho configura-se como importante componente dos sistemas locais, resultado de prática de manejo empregados pelos agricultores. Nas comunidades, as estratégias associadas à interação com o ambiente resultam em um complexo processo de seleção e adaptação, no compartilhamento de saberes e de materiais genéticos associados à ocorrência de hibridização e recombinações, favorecendo a ampliação da variabilidade genética (Noda e Noda, 2006; Noda, 2007; Martins, 2015; Martins, 2016; Dácio, 2017). Nesse sentido, a conservação de variedades deve-se em grande parte ao melhoramento praticado pelos agricultores familiares (Noda e Noda, 2006; Noda, 2007).

### **3.2 CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA DE ESPÉCIES VEGETAIS**

Os recursos vegetais constituem-se pela diversidade genética como um conjunto de propágulos diferentes denominados de germoplasma, que poderão servir para programas de melhoramento, com a finalidade de conservação, manutenção e obtenção de indivíduos com características de interesse. A avaliação ocorre por meio de técnicas de caracterização agrônômica, entomológica, fitopatológica, bioquímica e molecular, para posterior inclusão em bancos de germoplasmas (Silva, 2015, Valois, 2015).

Na década de 1970 houve a necessidade de conservação dos recursos genéticos, principalmente aqueles de interesse alimentar (Burle e Oliveira, 2010). Segundo esses autores, a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) estimulou a criação de uma rede mundial para a implantação de centros de conservação em locais de alta variabilidade genética; posteriormente, o *Biodiversity Internacional* assumiu as estratégias para essa finalidade.

No Brasil, o primeiro trabalho voltado para a manutenção do germoplasma de milho foi realizado, em 1952, pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ). Em 1970, formou-se o banco de germoplasma de milho (BAG) pela Embrapa Milho e Sorgo, com mais de

4000 acessos, sendo (82,1%) de sua composição constituída por variedades crioulas oriundas de coleta e doações de pequenos agricultores (Teixeira e Costa, 2010).

No estado do Amazonas, a Embrapa Amazônia Ocidental tem testado e avaliado materiais genéticos de milho, e disponibilizado cultivares melhoradas como a BRS Caimbé, BRS 4103, BRS Sertanejo e BRS 1055, as quais apresentam características adaptadas às condições edafoclimáticas do estado (EMBRAPA, 2015). Destacam-se também as pesquisas desenvolvidas pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA no melhoramento de olerícolas, fruteiras e grãos, especificamente das espécies regionais. Dentre inúmeros trabalhos relevantes destacam-se o de Noda e Machado (1992) que avaliou progênies de tomateiro para cultivo em condições tropicais; Silva filho *et al.*, (2005) que caracterizaram o potencial agrônomo e nutricional 28 etnoviedades de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) procedentes da Amazonia brasileira, peruana e colombiana e Martel & Clement (1986) os quais acessos de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) da Amazônia.

O milho atualmente pode ser considerado como uma espécie amplamente cultivada e com alto nível de diversidade genética. Inúmeras variedades são mantidas por populações tradicionais, recebendo denominações de variedades locais, tradicionais, crioulas, caboclas, indígenas ou *landrace*, que são resultados de um intenso processo de manejo, seleção, modificação e conservação da variabilidade intraespecífica, aumentando a diversidade de variedades de milho ao longo dos tempos (Coimbra *et al.*, 2010. Costa *et al.*, 2020). Para esses autores, a diversidade nessas populações configura-se como importante fonte de genes, e pode servir como base para obtenção de materiais com características interessantes ao melhoramento da espécie.

O sucesso de programas de conservação e melhoramento de recursos genéticos vegetais depende do conhecimento da quantidade e disponibilidade de variação presente na espécie, do estudo da diversidade genética, das atividades e procedimentos a serem adotados para a manutenção da coleção ativa do germoplasma (Souza, 2015). Para conhecer a diversidade em determinado local, se devem adotar técnicas como instrumentos indicadores de diversidade, utilizando a introdução, a nomenclatura local, o intercâmbio, as práticas de manejo e conservação, a regeneração, a multiplicação, a caracterização morfológica e agrônomo, a avaliação e sistematização dos dados (Teixeira e Costa, 2010).

Para a obtenção dessas informações, a caracterização morfológica e agrônomo tornou-se a atividade principal para o estudo da diversidade genética de determinada espécie, com a finalidade de identificação, diferenciação e seleção. Constitui-se em descrever, identificar e diferenciar acesso de uma mesma espécie, com base em variáveis qualitativas e quantitativas de caracteres

morfoagronômicos observáveis visualmente (Burle e Oliveira, 2010). Para o milho, a caracterização tem como objetivo a descrição dos acessos, considerando diversas características a partir de descritores específicos para a mensuração de atributos da planta, da espiga e do grão (IPGRI, 2000; Teixeira e Costa, 2010).

Tal atividade torna-se primordial na constituição de um banco de informações sobre o germoplasma conservado e, aliado à aplicação adequada do manejo dos acessos, constitui-se importante instrumento para a conservação, preservação e a utilização em programas de melhoramento (Dantas *et al.*, 2012). Portanto, a caracterização é fundamental ao conhecimento da diversidade genética da espécie, favorecendo a identificação de genitores com características superiores que podem ser incorporados a programas de conservação e melhoramento genético do milho.

### **3.3 DIVERGÊNCIA GENÉTICA DE RECURSOS VEGETAIS**

Os recursos genéticos podem ser definidos como a fração da biodiversidade que tem previsão de uso atual ou potencial, podendo também ser entendido como todo material biológico (alimentos, animais, plantas e microrganismo) com valor econômico, social e cultural aos seres humanos (Queiróz, 1999; Costa e Spehar, 2012; Pádua, 2018). Estes recursos são importantes fontes de matéria-prima utilizadas como base nas atividades humanas ao longo dos tempos.

O estudo da variabilidade de espécies de importância econômica, social ou cultural, constitui fator determinante para o sucesso de qualquer programa de melhoramento e, conseqüentemente, reflete na conservação *in situ* ou *ex situ* desses materiais (Santonieri e Bustamante, 2016; Veiga e Siqueira, 2020). Ao tratar dos recursos vegetais observa-se a necessidade para a conservação em função da constante pressão de seleção exercida. Atualmente, a alta especialização tem reduzido significativamente as combinações gênicas, interferindo na adaptação diante às mudanças ambientais e tem aumentado a vulnerabilidade de muitas espécies (Costa e Spehar, 2012). Para os autores, a diversidade intra e interespecífica ainda possibilita aos vegetais condições adaptativas nos diferentes ambientes e suas variações.

Na agricultura nota-se a acelerada substituição das variedades tradicionais em função da introdução de cultivares comerciais de alta produtividade e geneticamente modificadas, o que tem alterado os processos produtivos, adaptativos e de conservação. É evidente que muitos materiais genéticos tradicionais são substituídos por sistemas altamente produtivos, uniformes e tecnificados, porém altamente frágeis às mudanças naturais (Costa e Spehar, 2012). O cultivo de milho passa por intensa substituição de materiais tradicionais, o que implica em alto custo de

produção, insumos e tecnologias, inviabilizando a aquisição por pequenos agricultores (Abreu *et al.*, 2007). Contudo, o elevado índice de diversidade genética, a ampla distribuição territorial, a gestão praticadas pelos agricultores nos agroecossistemas e os programas de conservação e melhoramento, têm garantido a manutenção, continuidade e reintrodução das variedades tradicionais de milho (Silva, 2015; Costa *et al.*, 2020).

As pesquisas para o melhoramento genético do milho são feitas em todo o país. Para sua realização fazem-se necessários procedimentos que se iniciam na coleta dos propágulos e indo até a recomendação da cultivar, que deverá apresentar características desejáveis de produtividade, resistência a pragas, doenças, estresses ambientais e qualidade de uso (Silva *et al.*, 2021). Logo, o alcance dessas características torna-se possível ao conhecer a divergência genética dentro da espécie, pois constitui um importante parâmetro para seleção de materiais potencialmente interessantes à necessidade do melhoramento (Silva *et al.*, 2021).

A divergência genética representa o grau de distanciamento intra ou interespecífico de populações de indivíduos, ou seja, expressa o quanto são similares ou dissimilares geneticamente em função do conjunto de caracteres que lhes são peculiares (Campbell e Atchley, 1981; Oliboni, 2009). A análise de divergência genética tornou-se ferramenta importante na seleção e conservação de genitores de interesse socioeconômico e ambiental para o milho e outras espécies vegetais (Rotili *et al.*, 2012; Santos *et al.*, 2014; Lopes *et al.*, 2014; Silva, 2015; Costa *et al.*, 2016).

A divergência genética pode ser mensurada de forma quantitativa e de forma preditiva. A forma quantitativa é feita por meio de análises dialéticas, resultado de cruzamentos entre genitores para posterior avaliação destes materiais. A forma preditiva, tem como base a análise das diferenças entre os caracteres morfológicos, agrônômicos, nutricionais e moleculares, que serão quantificados por técnicas multivariadas de dissimilaridade genética, que permitirão demonstrar o grau de diversidade entre os genitores (Cruz *et al.*, 2012; Simon *et al.*, 2012; Lopes *et al.*, 2014; Costa *et al.*, 2016).

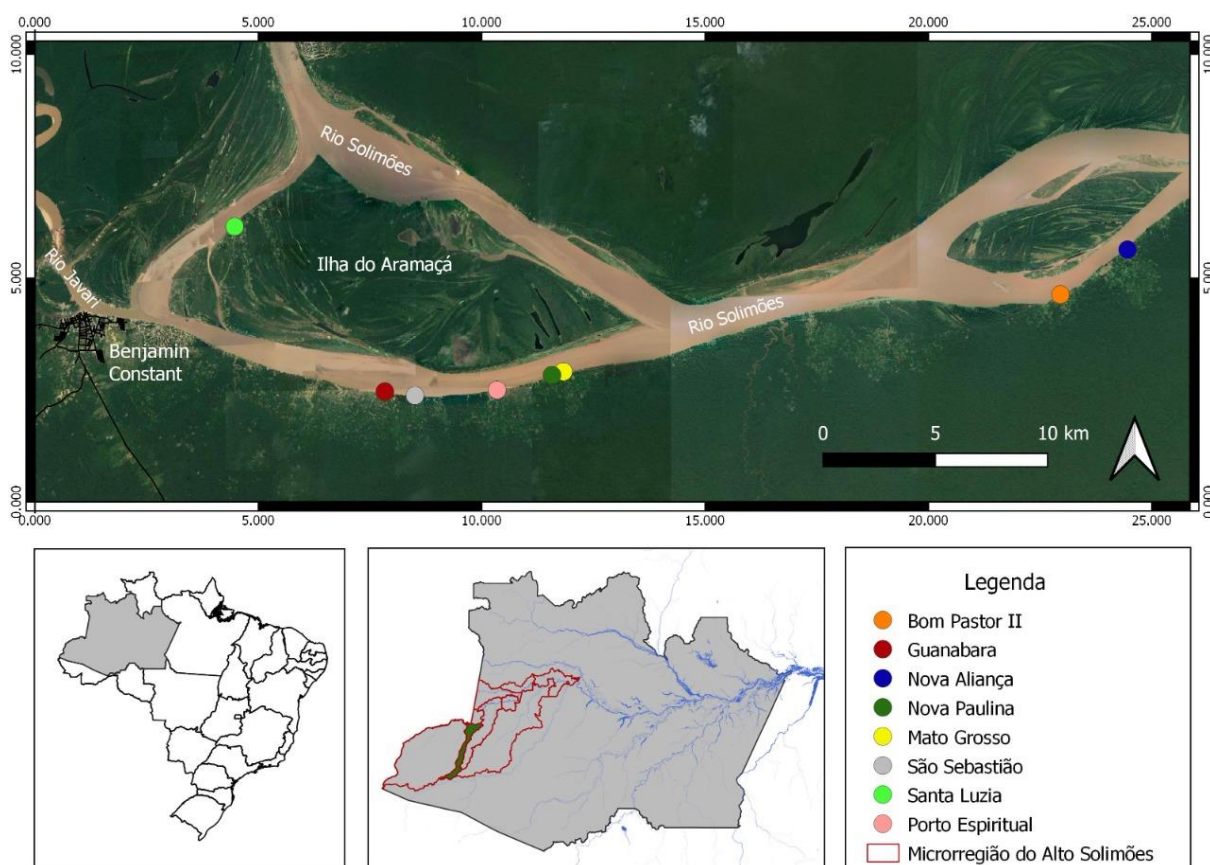
A necessidade de conhecer a variabilidade existente faz-se necessárias mediante a execução de estudos que possam quantificá-la para o uso e aproveitamento prático nos sistemas de produção vegetal (Faleiro, 2011). Para isso, as análises da divergência tornaram-se aportes frequentes e necessários à pesquisa, constituindo-se num instrumento de compressão e mensuração da diversidade. Portanto, os esforços institucionais voltados para pesquisas têm gerado avanços no melhoramento de variedades, especificamente aquelas da Amazônia, com foco na seleção de materiais locais adaptados às condições ambientais da região (Araújo, 2013).



## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 PROCEDÊNCIA DAS SEMENTES

As amostras das sementes foram obtidas de plantas cultivadas em comunidades de agricultores familiares do município de Benjamin Constant, Amazonas, (Figura 2). O município de Benjamin Constant situa-se na microrregião do Alto Solimões, localizada no sudoeste amazonense, distante da capital Manaus cerca de 1.118 km em linha reta e 1.621 km por via fluvial, com coordenadas geográficas de 04° 23' 0" S e 70° 01' 53" W. A população do município é estimada em 42.984 habitantes, com 60,27% das pessoas residentes na área urbana, distribuídas em doze bairros, e 39,73% na área rural, distribuídas em 62 comunidades, sendo 40 ribeirinhas e 22 indígenas, incluindo dois Assentamentos do Instituto de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) - Projeto Assentamento Crajarí e Projeto Assentamento Ilha do Aramaçá (PTDRS, 201; IBGE, 2021; IBGE, 2021).



**Figura 2.** Localização da área geográfica de estudo, município de Benjamin Constant, Amazonas. Fonte: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Organizado por Freitas (2021).

## 4. 2 COLETA DAS SEMENTES

Foram avaliados 14 acessos de milho, contabilizando oito variedades e oito procedências (Tabela 1), adaptadas aos ecossistemas de terra firme e/ou de várzea da Amazônia. O termo acesso pode ser utilizado para determinar toda amostra de germoplasma capaz de representar um indivíduo ou um conjunto de indivíduos da população (Salomão, 2010).

Optou-se em coletar em comunidades e ecossistemas distintos com a finalidade de identificar se isolamento geográfico influencia na conservação e na variabilidade genética dessas variedades. As localidades foram identificadas e georreferenciadas, por meio do Sistema de Posicionamento Global- GPS e, posteriormente, elaborado mapa temático da área de estudo (Figura 2) no software *Quantun Gis*®.

**Tabela 1.** Lista dos acessos tradicionais de milho (*Zea mays*) e suas respectivas procedências e unidades de paisagem, município de Benjamin Constant, Amazonas, 2020.

<b>Variedade – Procedência (comunidade)</b>	<b>Código Experimental</b>	<b>Unidades de Paisagem</b>
Dente de cavalo - Bom Pastor II	DC-BP	Terra firme/ Várzea
Dente de cavalo - Guanabara	DC-GB	Terra firme/ Várzea
Dente de cavalo - Nova Aliança	DC-NA	Terra firme/ Várzea
Dente de cavalo - Santa Luzia	DC-SL	Várzea
Varudo - Mato Grosso	VD-MT	Terra firme/ Várzea
Varudo - Nova Paulina	VD-NP	Terra firme/ Várzea
Varudo - Bom Pastor II	VD-BP	Terra firme/ Várzea
Sabugo fino - Porto Espiritual	SF-PE	Terra firme/ Várzea
Sabugo fino - Nova Aliança	SF-NA	Terra firme/ Várzea
Mole roxo - Nova Aliança	MR-NA	Terra firme/ Várzea
Mole palha verde - São Sebastião	MPV-SB	Terra firme/ Várzea
Mole palha roxa - São Sebastião	MPR-SB	Terra firme/ Várzea
Cubano - Nova Aliança	CB-NA	Terra firme/ Várzea
Serrano - Nova Aliança	SE-NA	Terra firme/ Várzea

A escolha dos acessos foi baseada na definição de cultivar local, tradicional ou crioula do Sistema Nacional de Sementes e Mudas, Lei N° 10.711 de 5 de agosto de 2003, Artigo XVI do Capítulo I, “como a variedade desenvolvida, adaptada ou produzida por agricultores familiares,

com características fenotípicas bem determinadas e reconhecidas pelas respectivas comunidades e que, a critério do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, considerados também os descritores socioculturais e ambientais, não se caracterizam como semelhantes às cultivares comerciais” (Brasil, 2003).

A coleta das amostras deu-se nas unidades familiares, conforme a disponibilidade dos agricultores, na quantidade de 400 gramas de sementes por acesso, seguindo as recomendações de Nass *et al.* (2005). As sementes foram etiquetadas, acondicionadas em garrafas pet com tampa (Figura 3), visando garantir a conservação das amostras, sendo uma prática tradicional de armazenamento adotada pelos agricultores familiares do Alto Solimões.



**Figura 3.** Variedades tradicionais de milho utilizadas no estudo, procedentes do município de Benjamin Constant, Amazonas. Fonte: Dados de Campo, 2020.

Posteriormente, as amostras foram transportadas via fluvial do município de Benjamin Constant até a capital Manaus, e permaneceram em câmara fria ( $10\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3$ ) no Setor de Hortaliças e Plantas Ornamentais da Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Amazonas, até a implantação do experimento.

### 4.3 PROCEDIMENTOS ÉTICOS

Para atender as normas legais de pesquisas com pessoas, a proposta vinculou-se ao projeto “Compartilhamento de sementes: uma estratégia de conservação da diversidade agrícola na agricultura familiar” - Edital Nº. 002/2018 - Universal Amazonas. Este projeto foi aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Amazonas, com o registro CAAE Nº. 30662720.4.0000.5020, autorizado pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), com o parecer Nº. 3.987.973, atendendo as especificações da Resolução Nº. 510, de 07 de abril de 2016.

No ato da realização da pesquisa nas localidades foram entregues a Carta de Anuência Prévia (Apêndice A) e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice B) às lideranças e agricultores das comunidades, respectivamente, informando aos participantes os objetivos e os procedimentos metodológicos de execução e de coleta de informações da pesquisa.

### 4.4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido no período de março a julho de 2020, na Estação Experimental de Hortaliças Dr. Alejo von der Pahlen do INPA, localizada no Km 14 da Rodovia AM-010, Manaus-AM, com coordenadas geográficas de 1°56'00'' S e 60°01'45'' W, altitude de 72 m acima do nível do mar e área de 10 ha, em ambiente de terra firme.

O solo da área é do tipo Argissolo Vermelho-Amarelo, de textura arenosa e baixa fertilidade natural, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solo (SBCS, 2018). O clima da região, conforme a classificação de Köppen, é do tipo *Afi* – com período de seca nos meses de julho a outubro e estação chuvosa de novembro a junho (Alvares *et al.*, 2013).

### 4.5 IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

Na amostragem do solo, cada amostra foi coletada a 0 - 20 cm de profundidade com auxílio de trado agrícola manual, em *zigue-zague*, totalizando 20 amostras simples na área experimental, conforme as recomendações de Veloso *et al.* (2006) e Arruda *et al.* (2014). As amostras foram homogeneizadas, formando uma amostra composta de 500 g, que foi enviada ao Laboratório de Solos da Universidade Federal do Amazonas. A análise química do solo da área experimental apresentou os seguintes resultados: pH = 6,2; H+Al = 2350,40 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca = 3,70 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 0,40 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; K = 18 mg dm<sup>-3</sup>; P = 56 mg dm<sup>-3</sup>; MO = 1 dag kg<sup>-1</sup>; SB = 4,15 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; T = 2354,55 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; t = 4.15 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; V = 0,18%; S= 1,0 mg dm<sup>3</sup>. O preparo

do solo foi feito com enxada rotativa (Figura 4A e 4B). Com base na análise, foi verificado não haver necessidade de calagem. Para atender às necessidades nutricionais do cultivo foi adotada a adubação, conforme recomendações de Oliveira *et al.* (2018): a) plantio - 20 kg ha<sup>-1</sup> de N; 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 70 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 30 kg ha<sup>-1</sup> de S; b) adubação de cobertura - 100 kg ha<sup>-1</sup> de N e 2 kg ha<sup>-1</sup> de Zn, dividida em duas aplicações, sendo a primeira no estágio de quatro folhas completas e a segunda no estágio sete folhas completas.



**Figura 4.** (A) Preparo mecanizado do solo na áreas experimental e (B) vista frontal da áreas experimental, após o preparo do solo. Estação Experimental de Hortaliças Dr. Alejo von der Pahlen do INPA, Manaus, Amazonas. Fonte: Dados de Campo, 2020.

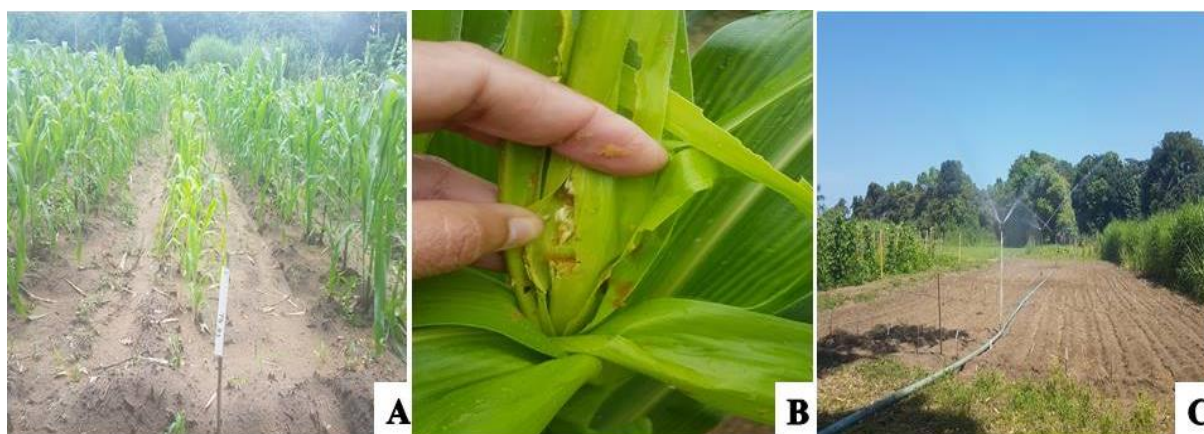
A semeadura foi feita diretamente no campo, na quantidade de cinco sementes por cova, deixando-se duas plantas por cova após o desbaste. Adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados com 14 tratamentos e quatro blocos, totalizando 56 parcelas experimentais. Cada tratamento foi representado por 16 plantas em cada bloco, distribuídas em linhas, no espaçamento 0,90 x 0,40 m, reunindo 224 plantas por bloco e 896 plantas no experimento, fora as plantas da bordadura (Apêndice C). A parcela útil de cada tratamento consistiu das dez plantas centrais da linha, enquanto a bordadura foi formada por uma fileira lateral no entorno de cada bloco, conforme as recomendações de Teixeira e Costa (2010). A casualização do experimento foi feita utilizando o programa estatístico Sisvar<sup>®</sup>, versão 5.6.

Durante a condução do experimento foram empregadas práticas culturais convencionais que possibilitaram às plantas expressarem todo o seu potencial. Nesse sentido, adotou-se as respectivas práticas culturais:

i) Capinas semanais nos primeiros 40 dias a contar da emergência, por meio do uso de enxada e terçado, evitando-se a proliferação de plantas espontâneas no cultivo (Figura 5A). Posteriormente, o manejo foi conduzido a cada 15 dias.

ii) Realização de inspeções fitossanitárias para a verificação de ocorrência de pragas e doenças. Por meio das inspeções periódicas no cultivo, constatou-se aos 30 DAE a presença de pragas, como a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) (Figura 5B), exigindo a aplicação do inseticida biológico da marca Dipel® à base de *Bacillus thuringiensis*.

iii) O sistema de irrigação adotado foi pelo método de aspersão convencional (Figura 5C), com fornecimento em dois períodos diário, quando necessário, no início da manhã (7:00 h) e no final da tarde (17:00 h), com tempo contínuo de aproximadamente 60 minutos, considerando as excepcionalidades do ciclo de cultivo que concentrou-se no período chuvoso da região.



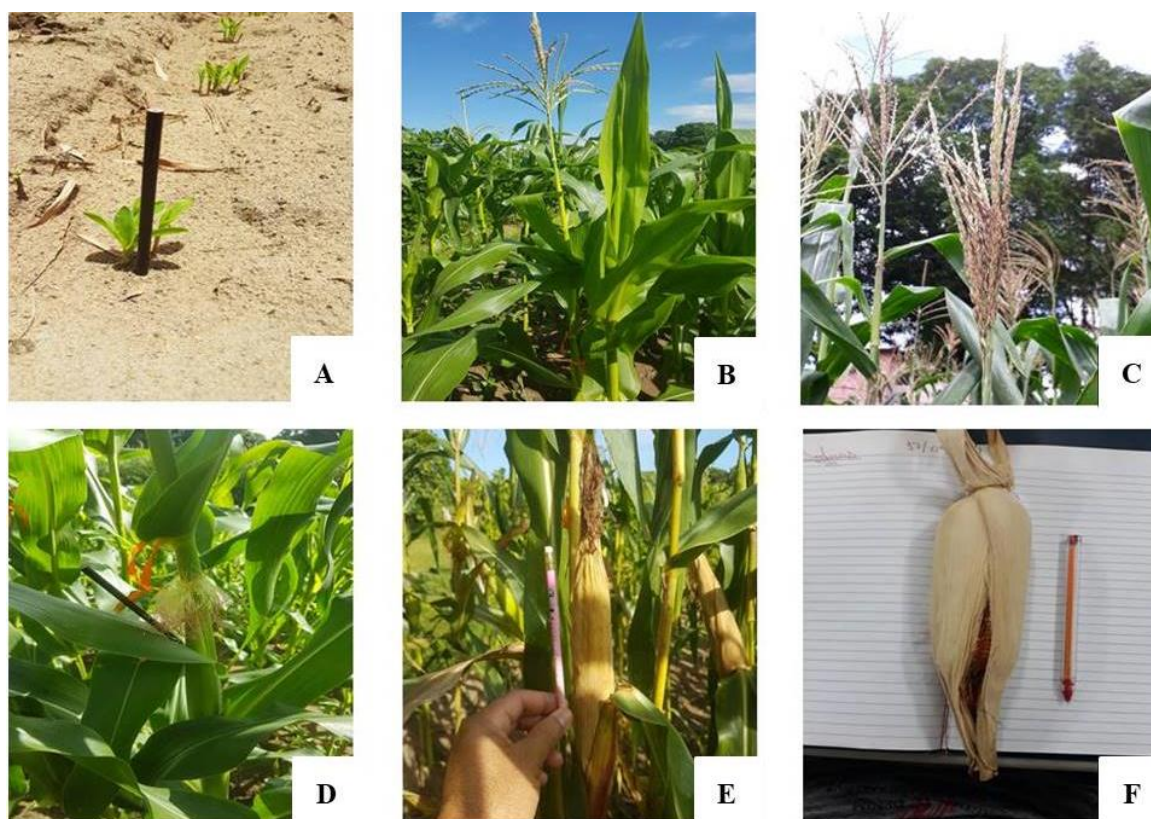
**Figura 5.** (A) Limpeza manual da área experimental; (B) inspeções fitossanitárias; e (C) sistema de irrigação por aspersão. Estação Experimental de Hortaliças Dr. Alejo von der Pahlen do INPA, Manaus, Amazonas. Fonte: Dados de Campo, 2020.

#### 4.6 AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E AGRONÔMICAS DAS VARIEDADES

A caracterização das variedades locais de milho foram feitas de acordo com descritores quali-quantitativos indicados pelo *Internacional Plant Genetic Resources Institute - IPGRI* (2000) e Teixeira e Costa (2010), relacionados à **planta** (Apêndice D) – emergência de plântulas (Figura 6A), floração masculina (Figura 6B e 6C), floração feminina (Figura 6D), orientação da folha, cor do colmo, acamamento pela raiz, acamamento pelo caule, altura da planta, altura da espiga principal, diâmetro do colmo, número de internódios, número total de folhas, número de folhas acima da espiga principal, número de ramificações do pendão, comprimento e largura da folha; **espiga** (Apêndice E) – senescência das brácteas (Figura 6E); posição da espiga, cobertura da espiga, formato da espiga, sanidade da espiga, qualidade da espiga, número de espigas por planta, comprimento da espiga empalhada, diâmetro da espiga empalhada, peso da espiga empalhada,

comprimento da espiga despalhada, diâmetro da espiga despalhada, peso da espiga despalhada, número de fileiras de grão na espiga, número de grão por fileira na espiga e diâmetro do sabugo; e **grãos** (Apêndice F) - maturação (Figura 6F), arranjo das carreiras de grãos, tipo de grão, cor dos grãos, forma dos grãos, tamanho do grão: comprimento, largura e espessura dos grãos, relação comprimento: largura, peso de grãos por espiga, peso de 1000 sementes e produtividade. A determinação do peso de 1000 sementes e produtividade foi mensurada considerando o grau de umidade das sementes ajustado para 11% pelo método de estufa a 105 °C por 24 horas, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

As análises pós-colheita das variedades foram realizadas no Laboratório de Melhoramento Genético de Hortaliças do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, no prazo de 72 duas horas, mantendo as espigas em ambiente com temperatura constante a 20 °C.



**Figura 6.** (A) Emergência de plântulas; (B) emissão do pendão; (C) deiscência do pendão; (D) emissão do estilo-estigma; (E) senescência de brácteas; e (F) maturação da espiga. Estação Experimental de Hortaliças Dr. Alejo von der Pahlen do INPA, Manaus, Amazonas, 2020.

## 4.7 PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS

Os dados dos caracteres quali-quantitativos foram descritos, enquanto os dados das características quantitativas foram submetidos a análises uni e multivariadas. A análise de variância das características foi realizada para verificar a existência de diferenças entre as 14 variedades tradicionais de milho, sendo complementada pelo teste de Scott-Knott, em nível de 5% de probabilidade.

Na análise da divergência genética, a estimativa das medidas de dissimilaridade entre as variedades tradicionais de milho foi obtida por meio das distâncias generalizadas de Mahalanobis ( $D^2$ ) (Mahalanobis, 1936). A partir desses resultados, os grupos similares foram agrupados pelo método hierárquico da média das distâncias (UPGMA - *Unweighted Pair Group Mean Average*) e pelo método hierárquico aglomerativo de otimização de Tocher.

Outro método de agrupamento adotado foi o K-means, com intuito de demonstrar a estrutura das populações em função das características associadas a planta, espiga e grão. Utilizou-se o método K-means com o algoritmo soma de quadrado dentro do cluster (WSS), a partir de conjunto de dados de médias padronizadas com média = 0 e variância = 1 (Kassambara e Mundt, 2015). O algoritmo K-means é classificado como um método não hierárquico rígido que, obedecendo a um número determinado de partições, divide o espaço de dados, associando cada amostra a um único agrupamento a partir da minimização da distância destas em relação ao centro dos grupos (Jain, 2010).

A posteriori, os dados quantitativos foram submetidos as técnicas multivariadas de componentes principais, onde os autovalores (variância associada a cada componente principal) foram estimados pelas raízes características de covariância e os autovetores (conjunto dos coeficientes de ponderação dos componentes principais) estimados pelos elementos dos vetores característicos correspondentes (Cruz e Carneiro, 2006). A importância relativa dos caracteres conforme descrito por Singh (1981) foi estimada quanto a dissimilaridade genética das variedades. As análises estatísticas foram elaboradas utilizando o programa computacional Genes, desenvolvido por Cruz (2004).



## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Características morfoagronômicas associadas à planta de 14 variedades tradicionais de milho da região do Alto Solimões, Amazonas

A caracterização, encontra-se entre as mais importantes fases da identificação de recursos vegetais, sendo instrumento fundamental para selecionar materiais com características desejáveis para a agricultura e, conseqüentemente, incorporá-los às práticas de melhoramento genético. O conhecimento acerca do potencial uso de caracteres morfoagronômicos, altamente herdáveis, permite que vegetais pouco conhecidos possam servir como fonte de genes e, por conseguinte, produzir um portfólio de informações prévias importantes acerca dos recursos disponíveis (Burle e Oliveira, 2010).

Com as referências das características quali-quantitativas apresentadas (Tabela 2), verificou-se diferenças entre as 14 variedades de milho avaliadas em relação às características fenotípicas das plantas. A emergência de plântulas ocorreu entre 4 e 5 dias, dentro do tempo médio comum na espécie, quando as condições de temperatura e umidade são adequadas (Magalhães *et al.*, 2002). No México, Contés *et al.* (2016), ao avaliarem 12 acessos de milho Guascaliente, observaram entre os acessos avaliados alto potencial de germinação, variando de 81 a 100%, além da presença de variedades precoces e aquelas com emergência mais tardia.

Na floração masculina, as variedades (DC-BP, DC-GB, DC-SL, SF-PE, SF-NA, CB-NA e SE-NA) apresentaram início floral mais precoce, com a deiscência do pendão aos 54 dias após a emergência (DAE); enquanto as variedades (MR-NA e MPR-SB) apresentaram a deiscência do pendão mais tardiamente, aos 62 DAE (Tabela 2).

Na floração feminina, a emissão do estilo-estigma deu-se aos 58 DAE para as variedades mais precoces (DC-BP, DC-GB, SF-PE e SF-NA), e aos 70 DAE para a mais tardia (MR-NA) (Tabela 2). O florescimento feminino tardio é uma característica predominante em populações de milho autóctones existentes no Brasil (Araújo e Nass, 2002). Assim, a sincronização entre floração masculina e feminina deverá ser constantemente observada durante toda a fase reprodutiva, uma vez que o seu comprometimento poderá provocar sérios problemas na fecundação e, posteriormente, no enchimento e na produção de grãos.

**Tabela 2.** Caracteres morfoagronômicos de plantas de variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, AM, 2020.

<b>Variedade - procedência</b>	<b>Emergência de plântulas (dias)</b>	<b>Floração masculina (dias)</b>	<b>Floração feminina (dias)</b>	<b>Orientação da folha</b>	<b>Cor do colmo</b>	<b>Acamamento pela raiz (%)</b>	<b>Acamamento pelo caule (%)</b>
DC-BP	5	54	58	Curvada	Verde	0,0	0,0
DC-GB	5	54	58	Curvada	Verde	0,0	0,0
DC-NA	5	60	68	Curvada	Verde	0,0	0,0
DC-SL	5	54	59	Curvada	Verde	0,0	0,0
VD-MT	5	56	60	Curvada	Verde	0,0	0,0
VD-NP	5	56	62	Curvada	Verde	0,0	0,0
VD-BP	5	56	60	Curvada	Verde	0,0	5,0
SF-PE	4	54	58	Curvada	Verde	0,0	7,5
SF-NA	4	54	58	Curvada	Verde	0,0	7,7
MR-NA	5	62	70	Curvada	Púrpura	7,5	10,0
MPV-SB	5	56	62	Curvada	Púrpura	10,0	0,0
MPR-SB	5	62	68	Curvada	Castanho	10,0	2,5
CB-NA	5	54	62	Curvada	Verde	0,0	0,0
SE-NA	4	54	59	Curvada	Verde	0,0	7,5

Variedade - procedência: Dente de cavalo - Bom Pastor II (DC-BP); Dente de cavalo - Guanabara (DC-GB); Dente de cavalo - Nova Aliança (DC-NA); Dente de cavalo - Santa Luzia (DC-SL); Varudo - Mato Grosso (VD-MT); Varudo - Nova Paulina (VD-NP); Varudo - Bom Pastor II (VD-BP); Sabugo fino - Porto Espiritual (SF-PE); Sabugo fino - Nova Aliança (SF-NA); Mole roxo - Nova Aliança (MR-NA); Mole palha verde - São Sebastião (MPV-SB); Mole palha roxa - São Sebastião (MPR-SB); Cubano - Nova Aliança (CB-NA); Serrano - Nova Aliança (SE-NA).

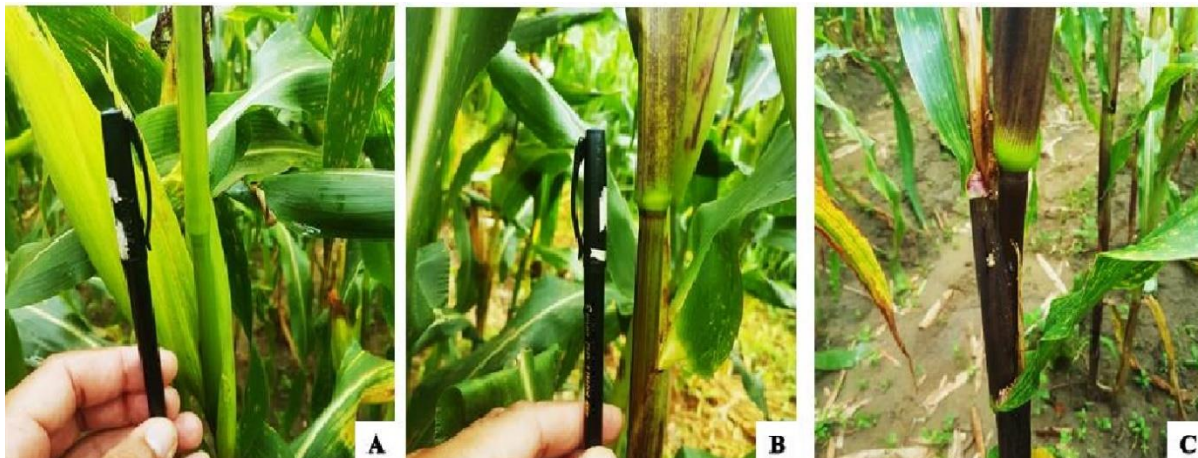
Valentine *et al.* (2018) observaram resultados em variedade crioula de milho mais próximos ao do presente estudo, ao constarem início da floração masculina e feminina de 56 e 59 DAE, respectivamente. Silveira *et al.* (2015) também encontraram variedades com florescimentos masculino e feminino precoces, em torno de 61 DAE. Em geral, em genótipos de milho de ciclo normal, a floração acontece aos 65 dias DAE (Magalhães *et al.*, 2002).

Na região do Alto Solimões, a seleção exercida pelos agricultores familiares vem priorizando variedades com características mais precoces para agricultura local. Este processo de escolha baseia-se, principalmente, em função das áreas agricultáveis serem em sua maioria em ecossistema de várzea, sendo influenciadas pela sazonalidade do Rio Solimões. Nesses ambientes complexos, nas diferentes paisagens cultiváveis, a agricultura familiar tem prosperado, considerando as técnicas de manejo empregadas, a seleção de espécies/variedades precoces e a versatilidade de conhecimentos acumulados ao longo de gerações (Noda *et al.*, 2013b).

Em relação à orientação da folha, correspondendo à angulação da lâmina foliar após o florescimento, todas as variedades tradicionais de milho apresentaram folhas curvadas. Essa característica tem implicações na fotossíntese por influenciar na interceptação da radiação solar, sendo que folhas mais ereta contribuem para maior infiltração de luz no dossel, além de possibilitar alterações no arranjo de plantas (espaçamento e densidade) para aumentar a produtividade (Argenta *et al.*, 2001).

As variedades tradicionais apresentaram particularidades distintas quanto ao atributo cor do colmo (Tabela 2), expressando fenótipos com colmo verde (79%, Figura 7A), púrpuro (14%, Figura 7B) e castanho (7%, Figura 7C). A predominância da coloração verde no colmo é muito comum nas variedades em diferentes sistemas agrícolas, sejam eles altamente ou pouco tecnificados. Já as cores púrpura e castanha podem ser encontradas em algumas variedades locais, reforçando a presença de variabilidade na espécie, o que refuta a ideia de homogeneização/padronização nos cultivos tradicionais. Ressalta-se também que a presença das cores púrpura e castanha é decorrente de maiores concentrações de antocianinas (Paes e Brito, 2016).

Além disso, a coloração do colmo confere às variedades denominações locais, concebidas pelos agricultores e resultantes das relações socioculturais estabelecidas entre esses e o sistema ambiental. A agricultura na Amazônia decorre de um longo processo, em que as diferentes espécies cultivadas são produtos da domesticação e do melhoramento praticado conscientemente e ou inconscientemente pelos amazônidas (Clement *et al.*, 2015).



**Figura 7.** Coloração do colmo em plantas de variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, AM. (A) Colmo com cor predominantemente verde; (B) Colmo com cor predominantemente púrpura; e (C) Colmo com cor predominantemente castanha. Fonte: Dado de Campo, 2020.

Quanto ao acamamento (Tabela 2), as variedades MR-NA e MPR-SB apresentaram plantas acamadas tanto pelo colmo (Figura 8A) quanto pela raiz (Figura 8A), antes da colheita. A (MPV-SB) apresentou apenas acamamento pela raiz, enquanto as variedades (VD-BP, SF-PE, SF-NA e SE-NA) demonstraram suscetibilidade ao acamamento pelo colmo. Vale ressaltar que houve uma maior frequência de variedades comprometidas pelo acamamento pelo caule do que pela raiz, muito embora as percentagens tenham sido baixas em ambos os casos.



**Figura 8.** Acamamento em plantas de variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, AM. (A) Plantas acamadas pelo colmo; e (B) Plantas acamadas pela raiz. Fonte: Dados de Campo, 2020.

Outros estudos com variedades tradicionais de milho também encontraram perdas mínimas por acamamento em diferentes genótipos cultivados em diferentes ambientes (Silveira *et al.*, 2015;

Gomes *et al.*, 2019; Saraiva *et al.*, 2019). Para os autores, são informações fundamentais para a identificação de materiais genéticos com qualidades importantes ao melhoramento, principalmente para aqueles com potencial de uso em pequenas propriedades, com baixo custo e características de interesse ao agricultor. Contudo, faz-se necessário avançar em estudos que tenham como objetivo avaliar detalhadamente esta característica, considerando também os aspectos fisiológicos, nutricionais e ambientais relacionados.

A Tabela 3 mostra os valores dos quadrados médios obtidos para blocos, variedades e resíduo, e o coeficiente de variação experimental para cada característica quantitativa associada à planta. A análise de variância detectou que todas as variáveis foram significativas ( $p < 0,05$ ), indicando que houve diferença estatística entre as 14 variedades tradicionais de milho. Nesse sentido, é possível afirmar que há variabilidade genética entre os genótipos avaliados, indicando que as populações tradicionais de milho podem ser fontes de materiais com características importantes ao melhoramento da espécie. Os coeficientes de variação variaram de 2,72% a 10,48%, indicando que houve controle experimental significativo, uma vez que, em experimentos agrônômicos, os CV com percentuais nessa faixa de valores indicam boa a ótima precisão experimental (Ferreira, 1991).

**Tabela 3.** Quadrados médios e coeficientes de variação (CV) da análise de variância de caracteres quantitativos de plantas de variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, AM, 2020.

FV	GL	ALP	AEP	DC	NI	NTF	NFAEP	NRAMP	CF	LARGF
Blocos	3	575,32	104,84	1,22	0,15	0,41	0,36	8,28	560,18	0,24
Variedades	13	2133,66**	636,97**	6,96**	6,33**	8,85**	0,42**	43,35**	204,64**	1,11**
Resíduo	39	453,69	62,37	1,9	0,16	0,19	0,06	3,72	9,24	0,25
CV (%)		10,48	7,4	9,95	3,10	2,72	4,18	9,56	3,01	5,83

FV – Fontes de variação. GL – Graus de liberdade. \*\* Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste t. Variáveis: ALP - altura da planta (cm); AEA – altura da espiga principal (cm); DC – diâmetro do colmo (mm); NI - número de internódios; NTF - número total de folhas; NFAEP - número de folhas acima da espiga principal; NRAMP – número de ramificações do pendão; CF = comprimento de folha (cm); e LARGF - largura de folha (cm).

As pesquisas desenvolvidas com variedades locais de milho têm demonstrado a existência de materiais com potencial de seleção para o melhoramento e possibilidade de uso, principalmente na agricultura familiar, que, dentre outras características, destaca-se pela quantidade e qualidade de materiais genéticos disponíveis nos agroecossistemas (Coimbra *et al.*, 2010).

Na região do Alto Solimões, as variedades locais milho de são selecionadas constantemente pelos agricultores, sendo o resultado desses ciclos de seleção representado, de

certo modo, nas características genótípicas e fenotípicas das variedades analisadas nesse estudo. O constante resgate, a manutenção e a multiplicação das sementes de variedades locais de milho, feito por agricultores e agricultoras nas diferentes regiões do país, tem se mostrado elo eficiente no processo de adaptação, fixação, manutenção e diversificação, presentes nas principais características morfológicas e agrônômicas que diferenciam os genótipos resgatados ao longo do tempo (Silveira *et al.*, 2015).

No teste de médias, considerando as características quantitativas associadas à planta (Tabela 4), observaram-se diferenças significativas entre as 14 variedades tradicionais de milho, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

**Tabela 4.** Valores médios de características quantitativas associadas à planta de variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, AM, 2020.

Variedade - Procedência	ALP	AEP	DC	NI	NTF	NFAEP	NRAMP	CF	LARGF
DC-BP	225,70	a 106,88	b 14,28	a 14,33	b 17,83	a 5,98	a 20,78	b 109,08	a 8,61
DC-GB	210,25	a 96,25	c 13,98	a 14,80	a 17,78	a 6,03	a 18,70	c 99,08	c 8,89
DC-NA	215,23	a 116,55	b 14,28	a 14,05	b 17,83	a 6,20	a 16,78	c 112,68	a 8,66
DC-SL	229,70	a 114,75	b 15,30	a 14,03	b 17,83	a 5,70	a 18,33	c 97,35	c 8,73
VD-MT	201,95	a 111,65	b 13,58	a 12,28	d 15,45	c 5,45	b 19,73	b 96,78	c 8,71
VD-NP	217,55	a 120,38	a 14,68	a 12,68	c 15,50	c 5,45	b 17,43	c 103,88	b 9,10
VD-BP	189,00	b 95,63	c 13,70	a 13,08	c 15,98	c 5,50	b 20,45	b 105,45	b 8,30
SF-PE	187,35	b 110,88	b 14,30	a 12,60	c 15,00	d 5,95	a 21,40	b 102,10	b 8,48
SF-NA	193,48	b 103,15	b 13,78	a 11,53	e 14,75	d 5,15	b 20,50	b 101,05	b 8,86
MR-NA	226,03	a 131,05	a 14,38	a 12,93	c 17,33	a 5,40	b 30,45	a 99,13	c 8,78
MPV-SB	157,30	c 88,65	c 11,40	b 10,65	f 13,65	e 5,23	b 21,15	b 88,10	d 7,85
MPR-SB	160,45	c 84,05	c 10,83	b 10,73	f 13,73	e 5,53	b 17,68	c 87,43	d 7,33
CB-NA	213,78	a 106,10	b 13,78	a 13,25	c 16,18	b 5,95	a 20,28	b 104,45	b 9,18
SE-NA	217,68	a 108,38	b 15,78	a 13,03	c 16,35	b 5,85	a 19,10	c 106,78	b 9,33

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Scott-Knott, em nível de 5% de probabilidade.

Variáveis: ALP - altura da planta (cm); AEP – altura da espiga principal (cm); DC – diâmetro do colmo (mm); NI - número de internódios; NTF - número total de folhas; NFAEP - número de folhas acima da espiga principal; NRAMP – número de ramificações do pendão; CF = comprimento da folha (cm); e LARGF - largura da folha (cm).

Variedade - procedência: Dente de cavalo - Bom Pastor II (DC-BP); Dente de cavalo – Guanabara (DC-GB); Dente de cavalo - Nova Aliança (DC-NA); Dente de cavalo - Santa Luzia (DC-SL); Varudo - Mato Grosso (VD-MT); Varudo - Nova Paulina (VD-NP); Varudo - Bom Pastor II (VD-BP); Sabugo fino - Porto Espiritual (SF-PE); Sabugo fino - Nova Aliança (SF-NA); Mole roxo - Nova Aliança (MR-NA); Mole palha verde - São Sebastião (MPV-SB); Mole palha roxa - São Sebastião (MPR-SB); Cubano - Nova Aliança (CB-NA); Serrano - Nova Aliança (SE-NA).

As variedades (DC-BP, DC-GB, DC-NA, DC-SL, VD-MT, VD-NP, MR-NA, CB-NA e SE-NA) apresentaram médias superiores para a característica altura de plantas, com valores acima de 200 cm. Enquanto, para a altura da espiga principal, as variedades (DC-GB, VD-BP, MPV-SB e MPR-SB) apresentaram as menores médias para a característica, ficando abaixo de 100 cm. Verificou-se que, em geral, as variedades com plantas mais altas apresentaram maiores alturas da

espiga principal. Valores elevados têm sido observados para altura de plantas e de inserção da espiga principal em estudos com milhos tradicionais (Araújo e Nass, 2002; Silveira *et al.* 2015; Carneiro *et al.*, 2020).

As pesquisas em melhoramento genético da espécie têm buscado a padronização de plantas com porte baixo, visando a maior densidade de plantas e produtividade. Em milhos híbridos, características como menor porte, menor ciclo, menor número de folhas e a menor elevação da inserção de espigas, diminuem o auto-sombreamento, diminuem a competição intraespecífica e resultam em plantas eficientes (Cruz *et al.*, 2010; Pinotti *et al.*, 2014).

De acordo com Cunha *et al.* (2017) a altura elevada de plantas e de espigas são características esperadas em milhos crioulos, o que está intimamente relacionado com fatores genéticos. Essas características, muitas vezes descartadas em programas de melhoramento, poderão ter outra finalidade, como a produção de silagem para forragem animal e como cobertura morta para o solo. A produção de silagem, por exemplo, exige a escolha de plantas com boa produção de matéria verde, alta estabilidade, resistência ao acamamento, resistência a pragas e doenças (Miranda *et al.*, 2002). As variedades crioulas apresentam essa aptidão, sendo viável o potencial uso para essa finalidade (Matos *et al.*, 2020). Além disso, para os agricultores do Alto Solimões, essas características peculiares fazem parte de um conjunto de informações importantes para identificação das variedades locais.

No diâmetro do colmo (Tabela 4), as variedades com as menores médias foram (MPV-SB) (11,40mm) e (MPR-SB) (10,83mm). Estes genótipos, embora com menor altura da planta e menor altura da espiga principal, apresentaram porcentagens mais elevadas de acamamento pelo caule, entre as variedades avaliadas (Tabela 3). No melhoramento genético do milho, as características relacionadas ao colmo seguramente vêm sendo trabalhadas, o que indica a importância dessa estrutura para na sustentação a planta (Cunha *et al.*, 2017).

O número de internódios variou entre as variedades (Tabela 4), sendo que a ‘Dente de cavalo’ se destacou com maiores médias para essa característica. Esta variedade é, possivelmente, a mais abundante na região do Alto Solimões, sendo encontrada na maioria dos agroecossistemas familiares. Por outro lado, as variedades da comunidade de São Sebastião (MPV-SB e MPR-SB) apresentaram menor número de internódios, refletindo no menor porte das plantas dessas variedades. Em milho, entende-se que quanto maiores os diâmetros de colmo e o número de internódios, mais a planta destinará reservas nutritivas para o crescimento vegetativo em detrimento da formação das estruturas reprodutivas. Vale ressaltar que os resultados do presente

estudo para essa característica foram menores quando comparados ao trabalho de Cunha *et al.* (2017), cujos valores variaram entre 22,79 mm e 23,28 mm nas variedades avaliadas.

Nas características número total de folhas, número de folhas acima da espiga principal e largura de folha (Tabela 4), os acessos de ‘Dente de cavalo’ apresentaram valores superiores, enquanto as variedades da comunidade de São Sebastião (MPV-SB e MPR-SB) mostraram valores significativamente inferiores. No comprimento de folha somente os acessos (DC-NA e DC-BP) mostraram médias superiores em relação às demais, enquanto as variedades da comunidade de São Sebastião (MPV-SB e MPR-SB) apresentaram folhas mais curtas (comprimentos inferiores a 90 cm). Esses resultados demonstraram que a variedade Dente de cavalo se sobressai no crescimento vegetativo quando comparada com as demais. As características de maior número de folhas por planta, maior número de folhas acima da espiga, maior comprimento e maior largura da folha, indicam que, em geral, o crescimento vegetativo é marcadamente vigoroso nas variedades tradicionais, estando também relacionadas às plantas com porte elevado (Silveira *et al.*, 2015).

Em relação ao número de ramificações do pendão (Tabela 4), o acesso (MR-NA) apresentou a maior média (30,45). Em cultivares comerciais, aparentemente, pendões menores são desejáveis por reduzirem a competição por fotoassimilados entre espiga e pendão, pois este é um forte dreno que demanda grande quantidade de fotoassimilados para a sua formação e manutenção (Dovale *et al.*, 2011). Portanto, pendões menores são benéficos para maiores produções.

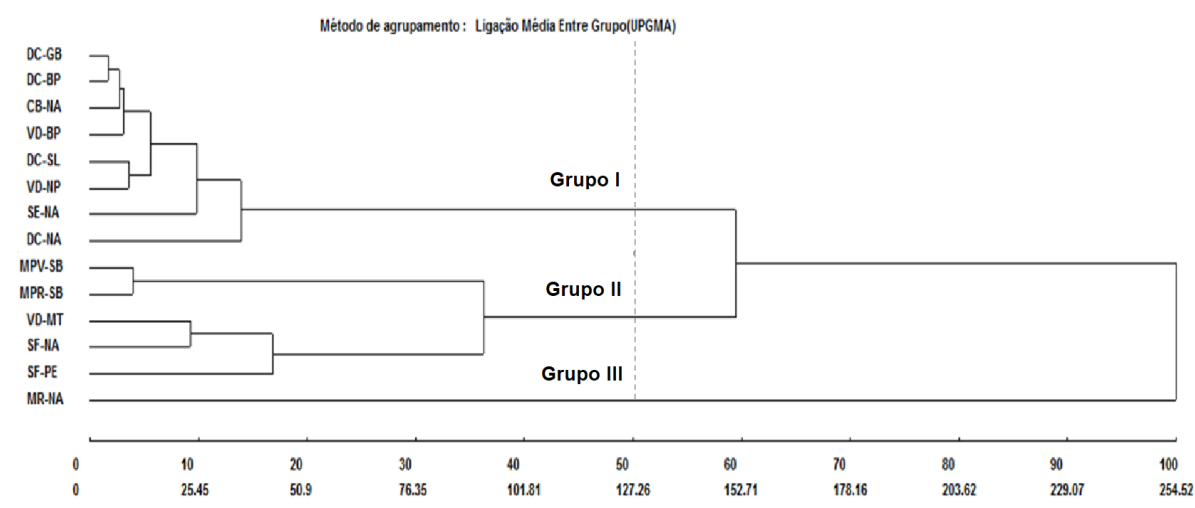
Pelo método UPGMA, fazendo um corte no eixo x a 50% das distâncias relativas entre as variedades tradicionais de milho (Figura 9), foi possível notar a formação de três grupos: grupo I, composto pelas variedades (DC-BP, DC-GB, DC-NA, DC-SL, VD-NP, VD-BP, CB-NA e SE-NA); grupo II, por (VD-MT, SF-PE, SF-NA, MPV-SB e MPR-SB); e grupo III, por (MR-NA). É importante destacar que a correlação entre a matriz de distância e a matriz final do agrupamento foi significativa pelo teste t e com  $r = 0,7038$ , o que demonstrou fidelidade da matriz de dissimilaridade apresentada no dendograma. Eicholz e Oliveira Filho (2017), avaliando variedades de milho crioulo do banco de germoplasma da Embrapa Clima Temperado, observaram que, por meio das características associadas a planta, ocorreu a formação de grupos distintos entre as variedades avaliadas, existindo a presença de variabilidade intraespecífica entre os grupos.

A análise do dendrograma permitiu inferir que no grupo I há uma relação forte entre os acessos da variedade Dente de Cavalo, o que sugere proximidade genética a partir de suas características morfoagronômicas associadas à planta. Estes acessos possuem plantas altas, colmos grossos, elevado número de folhas, folhas compridas e largas. Vale destacar que tal relação entre



esses acessos seja explicada pela proximidade entre as comunidades, principalmente entre Nova Aliança e Bom Pastor, sendo comum haver trocas de sementes entre os agricultores.

As características fenotípicas, presentes nesses materiais, pode ser o resultado do manejo, da seleção e pelas relações de reciprocidade exercidas entre os agricultores familiares do Alto Solimões, na medida em que muitos materiais genéticos são compartilhados entre as famílias e as comunidades. De acordo com Martins (2016), as variedades tradicionais se adaptaram aos agroecossistemas locais, sendo incorporadas ao conjunto de espécies que são cultivadas, conservadas e usadas pelas famílias de agricultores e de consumidores dessa região.



**Figura 9.** Dendrograma de dissimilaridade genética pelo método UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean), a partir da matriz de Mahalanobis, com base em caracteres fenotípicos da planta de 14 variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, AM, 2020.

Variedade - procedência: Dente de cavalo – Guanabara (DC-GB); Dente de cavalo - Bom Pastor II (DC-BP); Cubano - Nova Aliança (CB-NA); Varudo - Bom Pastor II (VD-BP); Dente de cavalo - Santa Luzia (DC-SL); Varudo - Nova Paulina (VD-NP); Serrano - Nova Aliança (SE-NA); Dente de cavalo - Nova Aliança (DC-NA); Mole palha verde - São Sebastião (MPV-SB); Mole palha roxa - São Sebastião (MPR-SB); Varudo - Mato Grosso (VD-MT); Sabugo fino - Nova Aliança (SF-NA); Sabugo fino - Porto Espiritual (SF-PE); Mole roxo - Nova Aliança (MR-NA).

Isso demonstra que, no processo de conservação das populações locais de milho, as características fenotípicas associadas à planta são determinantes na seleção exercida constantemente pelos agricultores familiares do Alto Solimões. Portanto, a inclusão ou exclusão de uma variedade nos agroecossistemas tradicionais são determinadas, entre outros fatores, pela seleção de caracteres fenotípicos importantes, associados à planta, espiga e ao grão, sendo que nestes dois últimos podem também ser influenciados pela preferência dos consumidores.

No grupo II, os acessos (MPR-SB e MPV-SB) são oriundos da Comunidade São Sebastião, apresentando plantas baixas e colmos finos. Apesar do relato dos agricultores de que são variedades diferentes, observou-se características fenotípicas semelhantes nas plantas, o que

evidencia a ocorrência de cruzamentos favorecidos pela proximidade de cultivos e/ou inexistência de barreiras físicas que previnam a polinização indesejada entre as variedades.

A única variedade tradicional que ficou alocada em dois grupos foi a VD (Varudo), sendo (VD-MT) no grupo II e (VD-NP e VD-BP) no grupo I. O que pode significar a existência de materiais distintos com a mesma denominação por parte dos agricultores.

A variedade (MR-NA) ficou isolada no grupo III, demonstrando a existência de características fenotípicas distintas dos demais grupos, notadamente quanto a altura da espiga principal e ao número de ramificações do pendão. A variedade (MR-NA) é oriunda de comunidades peruanas que fazem fronteira com o Brasil e foi introduzida recentemente na comunidade Nova Aliança, mediante compartilhamento de sementes entre os agricultores dessas localidades. O uso destina-se majoritariamente para a composição da Chicha, uma bebida fermentada comum nas festas e reuniões importantes da comunidade. Cabe ressaltar que os moradores da comunidade Nova Aliança são indígenas da etnia Kokama e seus anciãos migraram para o Brasil, mas muitos ainda possuem relações familiares e de amizade no país vizinho.

Uma estratégia importante existente em Nova Aliança é a autonomia dos agricultores familiares em relação a disponibilidade de sementes, as quais são produzidas na própria unidade produtiva ou resultado da aquisição por meio das relações de reciprocidade na localidade e na vizinhança (Dácio, 2017). Esse conjunto de estratégias associadas às relações sociais nas comunidades do Alto Solimões tem garantido a variabilidade, a manutenção e disponibilidade de um banco germoplasma próprio dos agricultores dessa região.

Pelo método de Tocher foi detectada a formação de quatro grupos distintos, considerando os dados biométricos associados à planta: grupo I, formado por oito variedades (CB-NA, SE-NA, VD-BP, VD-NP, SF-PE, VD-MT, SF-NA e DC-SL); grupo II, pelas variedades (MPV-SB e MPR-SB), oriundas da Comunidade São Sebastião; grupo III, por três acessos da variedade “Dente de cavalo” (DC-NA, DC-BP e DC-GB); e grupo IV, por apenas uma variedade (MR-NA), procedente da Comunidade Nova Aliança. A correlação cofenética entre a matriz de similaridade original (matriz S) e a matriz resultante da simplificação, proporcionada pelo método de agrupamento (matriz C) de Tocher, foi significativa pelo teste t e com CCC = 70,38%.

O método de agrupamento por otimização ou método de Tocher, apresentado em Cruz e Carneiro (2006), constitui um método de agrupamento simultâneo, o qual realiza a separação dos genótipos em grupos de uma só vez. Esse método utiliza critério único de agrupamento e possui a particularidade de apresentar a distância média dentro dos grupos sempre menor que a distância média entre os grupos.

A partir das características fenotípicas avaliadas nas plantas, evidenciou-se a presença de grupos distintos, com destaque para as variedades do grupo II (MPV-SB e MPR-SB) e do grupo IV (MR-NA), as quais possuem caracteres morfoagronômicos distintos dos demais acessos. A dissimilaridade genética presente entre os genótipos é resultado do manejo adotado pelos agricultores locais, bem como pela influência dos ambientes onde essas variedades são cultivadas ao longo de constantes ciclos de seleção, o que implica diretamente nas suas características morfoagronômicas.

Pode-se afirmar que a maior formação de grupo entre acessos distintos, implica na elevada dissimilaridade existente entre esses indivíduos. No caso do milho, a elevada dissimilaridade explica-se pela origem e composição genética das linhagens endogâmicas utilizadas, pertencentes aos grupos heteróticos distintos (Nardino *et al.*, 2017). Essas características próprias às identificam de acordo com as peculiaridades de cada região e pelas estratégias de conservação adotadas, e que garantem a manutenção da variabilidade da espécie, sendo necessário conservar esses genótipos, bem como evitar a contaminação (introgressão) com cultivares comerciais ou transgênicos, comprometendo a soberania dos diferentes sujeitos sociais que cultivam essa espécie (Coimbra *et al.* 2010).

O grupo I foi aquele que comportou maior número de acessos, aproximadamente 57,14% do total. A presença de um maior número de acessos no grupo reforça a ideia de similaridade entre eles, o que implica na aproximação gênica entre os indivíduos, ou seja, estes materiais em algum momento compartilham de características semelhantes. A formação de grupos mais uniformes, homogêneos e com maiores concentrações de indivíduos, acabam por dificultar a análise de divergência entre acessos, visto que na maioria das vezes há volumes maiores destes em um único grupo (Faria *et al.*, 2012).

A (Tabela 5) apresenta o resultado da contribuição da variável ranqueada da maior contribuição para a menor. As variáveis: número de internódios, comprimento da folha e número total de folhas foram responsáveis por 82,47% da contribuição relativa da matriz de distância gerada, demonstrando que qualquer agrupamento gerado a partir dessa matriz, no que se refere aos genótipos testados, são mais relacionadas a essas características da planta.

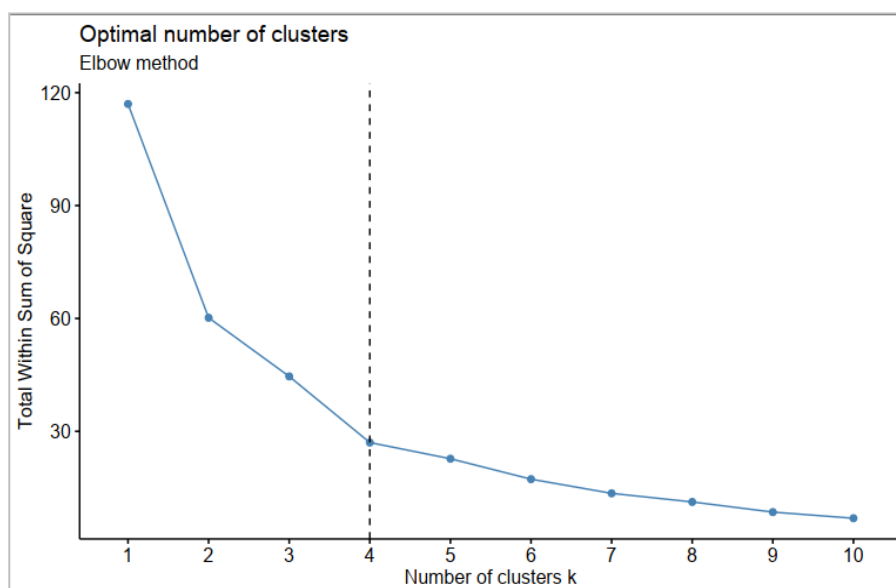
**Tabela 5.** Contribuição relativa dos caracteres quantitativos associados à planta de variedades tradicionais de milho, para divergência – Singh (1981) baseada na distância generalizada de Mahalanobis. Benjamin Constant, AM, 2020.

VARIÁVEL	S.j(1)	VALOR (%)	S.j(2)	VALOR (%)
NI	3371,2	34,2	3371,18	33,22
CF	2631,5	26,7	2631,46	25,93
NTF	2366,0	24,0	2365,97	23,32
NRAMP	751,2	7,6	751,19	7,40
ALP	436,0	4,4	436,02	4,30
NFAEP	339,7	3,4	339,73	3,35
AEP	233,4	2,4	233,37	2,30
LARGF	18,8	0,2	18,8	0,19
DC	-298,0	-3,0	0,00	0,00
	9849,72		10147,76	

Variáveis: NI - número de internódios; CF = comprimento da folha (cm); NTF - número total de folhas; NRAMP – número de ramificações do pendão; ALP - altura da planta (cm); NFAEP - número de folhas acima da espiga principal; AEP – altura da espiga principal (cm); LARGF - largura da folha (cm); e DC – diâmetro do colmo (mm).

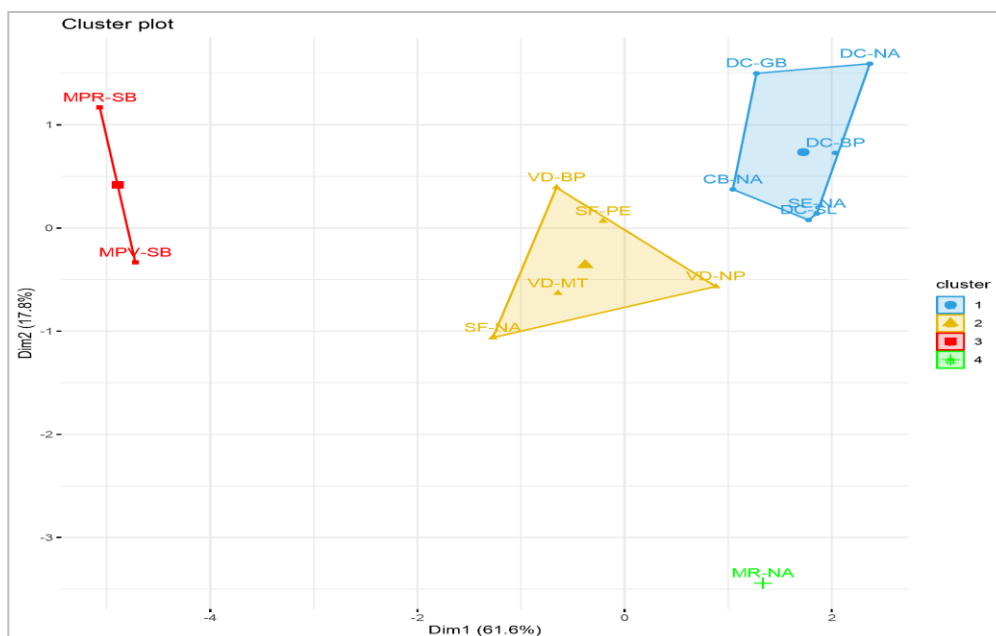
O método de Sing (1981) demonstra o “peso” que uma variável tem na composição da matriz da distância generalizada de Mahalanobis.

O método elbow (ou cotovelo) testa a variância dos dados em relação ao número de clusters. É considerado um valor ideal de k, quando o aumento no número de clusters não representa um valor significativo de ganho. Para as características avaliadas nas plantas o método elbow (ou cotovelo) indicou que quatro grupos seriam ideais para representar os resultados do presente estudo (Figura 10).



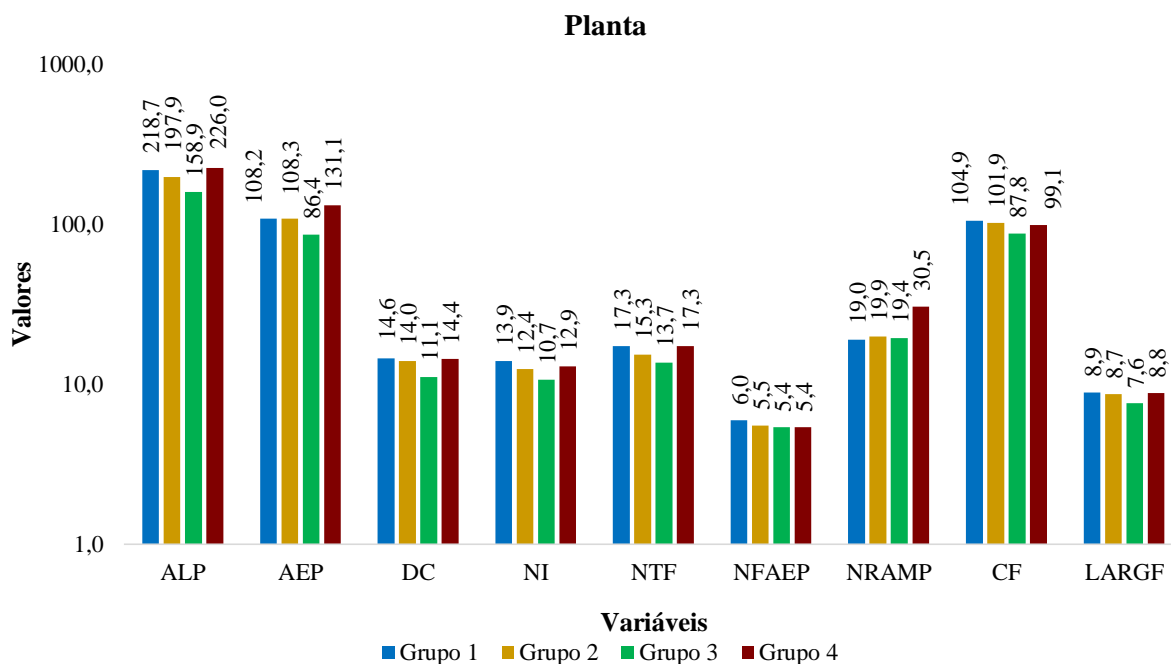
**Figura 10.** Número de grupos propostos pelo método elbow para o algoritmo K-means, considerando as características quantitativas associadas à planta de variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, AM, 2020.

O gráfico do K-means (Figura 11), plotados nos dois primeiros componentes principais (Dim1 e Dim2), explicou  $61,6 + 17,8 = 79,4\%$  da variabilidade dos dados. No cluster 1, ficaram alocados as variedades (DC-BP, DC-GB, DC-NA, DC-SL, CB-NA e SE-NA); no cluster 2, as variedades (VD-MT, VD-NP, VD-BP, SF-PE e SF-NA); no cluster 3, as variedades (MPR-SB e MPV-SB); e, por fim, no cluster, 4 isoladamente, a variedade (MR-NA).



**Figura 11.** Grupos de variedades tradicionais de milho, considerando algoritmo K-means. a partir de características quantitativas associadas à planta. Benjamin Constant, AM, 2020.

Variedade - procedência: Dente de cavalo - Bom Pastor II (DC-BP); Dente de cavalo – Guanabara (DC-GB); Dente de cavalo - Nova Aliança (DC-NA); Dente de cavalo - Santa Luzia (DC-SL); Varudo - Mato Grosso (VD-MT); Varudo - Nova Paulina (VD-NP); Varudo - Bom Pastor II (VD-BP); Sabugo fino - Porto Espiritual (SF-PE); Sabugo fino - Nova Aliança (SF-NA); Mole roxo - Nova Aliança (MR-NA); Mole palha verde - São Sebastião (MPV-SB); Mole palha roxa - São Sebastião (MPR-SB); Cubano - Nova Aliança (CB-NA); Serrano - Nova Aliança (SE-NA).



**Figura 12.** Médias de cada variável dos grupos formados pelo algoritmo K-means, a partir de características quantitativas associadas à planta, em variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, AM, 2020. Variáveis: ALP - altura da planta (cm); AEP – altura da espiga principal (cm); DC – diâmetro do colmo (mm); NI - número de internódios; NTF - número total de folhas; NFAEP - número de folhas acima da espiga principal; NRAMP – número de ramificações do pendão; CF = comprimento da folha (cm); e LARGF - largura da folha (cm).

A Figura 12 apresenta as médias de cada variável alocada nos clusters do K-means. O grupo 1 mostrou maiores valores de diâmetro do colmo, número de internódios, número total de folhas (similar ao grupo 4), número de folhas acima da espiga principal, comprimento e largura da folha. O grupo 4 apresentou maiores valores de altura da planta, altura da espiga principal e número de ramificações do pendão, além de número total de folhas. Por outro lado, o grupo 3 mostrou menores valores de altura da planta, altura da espiga principal, diâmetro do colmo, número de internódios, número total de folhas, número de folhas acima da espiga principal (similar ao grupo 4), comprimento e largura da folha, ou seja, em geral oposto ao grupo 1.

Na análise de componentes principais das características avaliadas nas plantas (Tabela 6), as variáveis com maiores “pesos” no primeiro componente principal Dim.1 foram altura da planta, diâmetro do colmo, número de internódios e número total de folhas, que juntas somam 59,5%. No componente principal 2, as variáveis que mais contribuíram para tal variabilidade foram altura da espiga principal, número de folhas acima da espiga principal e, principalmente, número de ramificações do pendão, somando 86,2%. Conforme mostrado no gráfico do K-means, as duas primeiras dimensões da análise que sempre captam maior parte da variabilidade foram responsáveis por explicar 79,4% da variabilidade total dos resultados.

**Tabela 6.** Contribuição relativas das variáveis associadas à planta para os cinco primeiros componentes principais e autovalores da contribuição de cada dimensão para a análise de componentes principais (PCA), em variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, AM, 2020.

Variável	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.4	Dim.5
ALP	16,2	1,7	0,0	9,9	0,9
AEP	9,4	19,0	0,4	0,8	56,4
DC	14,9	1,4	8,2	0,5	0,5
NI	14,2	5,4	9,3	4,7	3,9
NTF	14,2	0,7	17,1	9,0	0,2
NFAEP	6,9	25,3	8,6	12,4	4,3
NRAMP	0,0	41,9	30,6	11,9	11,8
CF	12,0	2,0	4,2	50,5	1,3
LARGF	12,1	2,5	21,5	0,5	20,7
Total	100	100	100	100	100
Autovalores	5,5	1,6	0,8	0,4	0,3
Autovalores (%)	61,6	17,8	8,7	4,4	3,1

Variáveis: ALP - altura da planta (cm); AEP – altura da espiga principal (cm); DC – diâmetro do colmo (mm); NI - número de internódios; NTF - número total de folhas; NFAEP - número de folhas acima da espiga principal; NRAMP – número de ramificações do pendão; CF = comprimento da folha (cm); e LARGF - largura da folha (cm).

A variabilidade existente nos sistemas tradicionais de cultivo de milho nas diferentes zonas de distribuição ao redor do mundo, tem como suas principais características, a presença de alta diversidade genética, alta capacidade de adaptação aos diferentes ambientes e constante evolução (Silva *et al.*, 2020). Nesse aspecto, a intervenção humana e o conhecimento acumulado têm consequência direta nas características evolutivas iniciada desde sua domesticação. Os agricultores familiares são considerados guardiões das variedades tradicionais de milho, pois são os principais mantenedores da variabilidade existente, resultado da seleção, classificação, multiplicação e troca de sementes entre diferentes comunidades, o que garante a manutenção e o surgimento de novas variedades (Eicholz, *et al.*, 2017).

Contudo, de acordo com Valenzuela *et al.* (2019), com o avanço da biotecnologia de seleção na cultura do milho, observa-se redução na variabilidade intraespecífica, influenciada pelos poucos investimentos técnico-científicos e pela negligência das variedades locais, aumentando a fragilidade na proteção do patrimônio genético mantido pelos agricultores.

Portanto, as análises dos aspectos descritivos e quantitativos a partir da planta evidenciaram características distintas entre os acessos avaliados. Além disso, a estatística multivariada e as técnicas de agrupamento expressaram a existência de dissimilaridade genética, evidenciando o “peso” das variáveis que mais contribuíram na mensuração da diversidade genética destes materiais.

## **5.2 Características morfoagronômicas associadas à espiga de 14 variedades tradicionais de milho da região do Alto Solimões, Amazonas**

A análise dos resultados quali-quantitativos associados à espiga (Tabela 7), demonstrou a presença de características fenotípicas distintas entre os 14 acessos de milho avaliados.

Constatou-se variação para a senescência das brácteas, ocorrendo aos 89 dias na variedade mais precoce (SE-NA) e aos 101 dias na variedade considerada mais tardia (MPR-SB). Tal característica no milho torna-se perceptível a partir do final do estágio R4 e início do estágio R5, momento em que os grãos apresentam menor grau de umidade e encontram-se na transição de estado pastoso para farináceo (Weismann, 2008). Ressalta-se que, na região do Alto Solimões, o consumo do milho-verde ocorre no estágio R3 (grão leitoso), sendo comercializado e utilizado em inúmeros pratos da culinária local. O agricultor, em sua prática cotidiana na agricultura, conhece as várias fases de desenvolvimento (estádios fenológicos) do milho, o que facilita as práticas de manejo, seleção e colheita nos agroecossistemas familiares e garante melhor gestão do ciclo da cultura (Costa *et al.*, 2018).

Em relação à posição da espiga superior foi predominante a posição ereta em todas as variedades avaliadas. A presença de espigas com essa característica é um fator importante a considerar no melhoramento e cultivo desta espécie, uma vez que está associada possibilidade de maior adensamento de plantas por hectare, facilidade na colheita, bem como para qualidade/sanidade das espigas e grão, na medida em que, espigas eretas e com alto potencial de cobertura estão sujeitas ao menor encharcamento pela chuva, reduzindo a umidade nas espigas e grãos. Em sua maioria, as doenças que comprometem a qualidade das espigas se proliferam em períodos de maior precipitação, podendo comprometer drasticamente cultivos inteiros (Sabato e Fernandes, 2014).

Outra característica avaliada foi a cobertura das espigas, sendo que foram observadas espigas com grau de empalhamento considerado alto para todas as variedades avaliadas. Na região do Alto Solimões, os agricultores familiares têm priorizado aquelas variedades com maior grau de cobertura (empalhamento), pois, além de proteger melhor as espigas e grão, posteriormente as palhas das espigas são usadas na elaboração de pratos da gastronomia local. A variedade “dente de cavalo”, por exemplo, apresenta palhas em maior volume e mais compridas e, essa característica, favorece o processo de produção da pamonha, a qual requer folhas de qualidade, uma exigência necessária na confecção desse alimento, que é consumido e comercializado nas feiras e mercados locais (Martins, 2016).

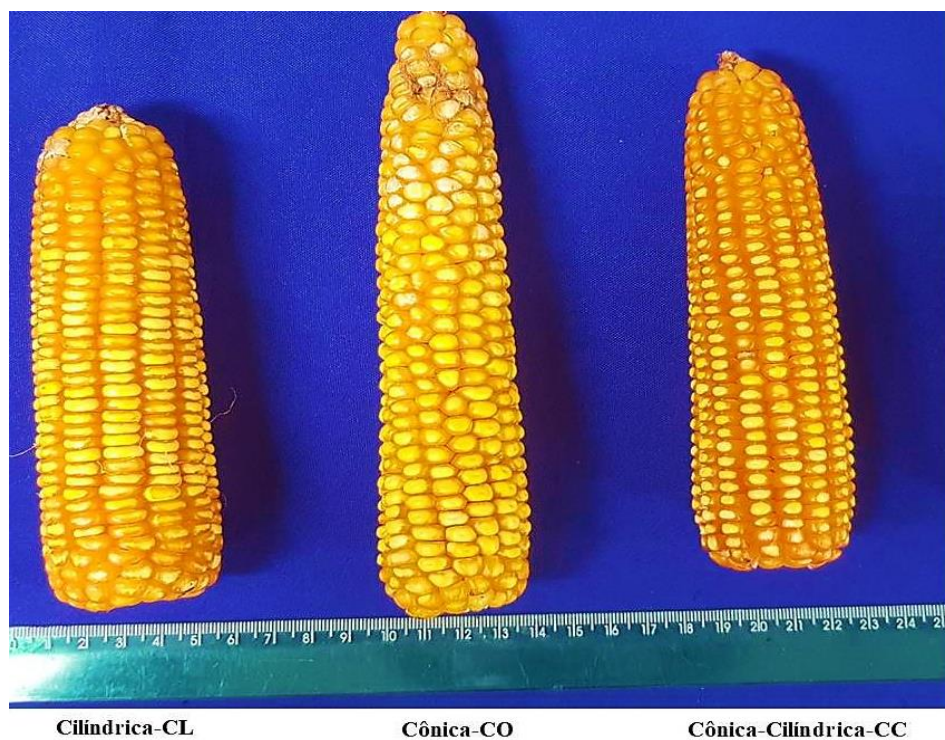


**Tabela 7.** Caracteres morfoagronômicos de espigas de variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, AM, 2020.

<b>Variedade - procedência</b>	<b>Senescência das brácteas (dias)</b>	<b>Posição da espiga</b>	<b>Cobertura da espiga</b>	<b>Formato da espiga</b>	<b>Sanidade da espiga</b>	<b>Qualidade da espiga</b>
DC-BP	97	Ereta	Alto	Cônico-cilíndrico	Sadia	Ótima
DC-GB	97	Ereta	Alto	Cilíndrico	Sadia	Ótima
DC-NA	97	Ereta	Alto	Cilíndrico	Sadia	Ótima
DC-SL	97	Ereta	Alto	Cônico-cilíndrico	Sadia	Ótima
VD-MT	97	Ereta	Alto	Cônico-cilíndrico	Sadia	Ótima
VD-NP	97	Ereta	Alto	Cilíndrico	Sadia	Ótima
VD-BP	97	Ereta	Alto	Cônico-cilíndrico	Sadia	Ótima
SF-PE	97	Ereta	Alto	Cônico	Sadia	Ótima
SF-NA	97	Ereta	Alto	Cilíndrico	Sadia	Ótima
MR-NA	101	Ereta	Alto	Cônico	Sadia	Boa
MPV-SB	100	Ereta	Alto	Cônico	Levemente atacada	Boa
MPR-SB	101	Ereta	Alto	Cônico	Levemente atacada	Boa
CB-NA	97	Ereta	Alto	Cilíndrico	Sadia	Ótima
SE-NA	89	Ereta	Alto	Cilíndrico	Sadia	Ótima

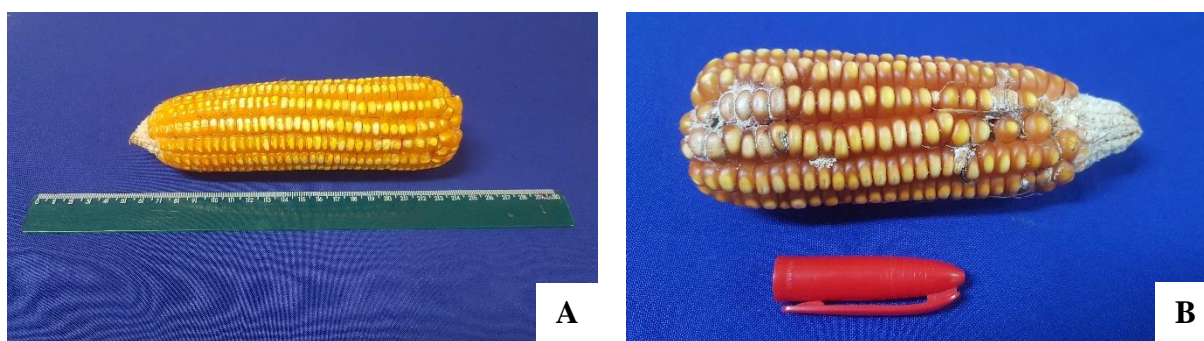
Variedade - procedência: Dente de cavalo - Bom Pastor II (DC-BP); Dente de cavalo - Guanabara (DC-GB); Dente de cavalo - Nova Aliança (DC-NA); Dente de cavalo - Santa Luzia (DC-SL); Varudo - Mato Grosso (VD-MT); Varudo - Nova Paulina (VD-NP); Varudo - Bom Pastor II (VD-BP); Sabugo fino - Porto Espiritual (SF-PE); Sabugo fino - Nova Aliança (SF-NA); Mole roxo - Nova Aliança (MR-NA); Mole palha verde - São Sebastião (MPV-SB); Mole palha roxa - São Sebastião (MPR-SB); Cubano - Nova Aliança (CB-NA); Serrano - Nova Aliança (SE-NA).

Em relação ao formato da espiga superior, seis variedades apresentaram espigas cilíndricas, quatro com espigas cônicas e quatro com espigas de forma cônica-cilíndrica (Figura 13). Ao avaliar as características agromorfológicas de variedades de milho crioulo oriundos do noroeste do Rio Grande do Sul, Silveira *et al.* (2015) verificou quanto à forma das espigas a presença de quatro características distintas, sendo que em sua maioria as variedades expressaram espigas do tipo cônica e cônica-cilíndrica. Nesse sentido, a existência de aspectos relacionados a forma da espiga torna-se um caráter relevante, pois espigas mais curvadas ou mais achatadas podem afetar significativamente à comercialização, devido a exigência do mercado por espigas com formas cilíndricas (Vieira *et al.*, 2010).



**Figura 13.** Formato de espigas de variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, 2020. Fonte: Dados de Campo, 2020.

Na avaliação da sanidade das espigas foi levada em consideração a manifestação de patógenos que causaram danos aos grãos. Assim, notou-se que doze variedades apresentaram espigas saudas e, apenas, duas tiveram leve comprometimento ocasionado pela presença de patógenos na espiga (Figura 14).



**Figura 14.** Classificação de sanidade de espigas: (A) espiga sadia; (B) espiga apresentando comprometimento por patógenos. Estação Experimental de Hortaliças Dr. Alejo von der Pahlen do INPA, Manaus, Amazonas, 2020. Fonte: Dados de Campo, 2020.

Durante todo o ciclo, a cultura do milho estará sujeita ao ataque de pragas e doenças, que podem comprometer todo o desenvolvimento do cultivo e, conseqüentemente, afetar negativamente a produtividade (Wordell Filho *et al.*, 2016). As características ambientais do Alto Solimões são favoráveis ao aparecimento de pragas e doenças nas diversas culturas

agrícolas, o que exige a preferência e escolha de variedades que estejam adaptadas às condições locais. Além disso, a ocorrência de eventos extremos com mais frequência nessa região, reforça o pressuposto de que os materiais genéticos locais são elementos importantes para a manutenção da agricultura e dos sistemas locais de produção (Martins, 2016; Lago, 2019).

A qualidade das espigas foi estimada, dentre outros aspectos, pela presença de falha de grãos, presença de patógenos, alinhamento das fileiras e o enchimento de grãos. A qualidade foi considerada ótima em onze variedades, enquanto três apresentaram qualidade boa.

Essas características são importantes considerar nas avaliações desses materiais genéticos, pois aqueles que apresentam características desejáveis para a espiga podem ter preferência no cultivo, na comercialização e no consumo. Nesse sentido, quando consumida no estágio R3 (milho-verde), torna-se essencial levar em consideração os caracteres relacionados à qualidade das espigas, uma vez que tais atributos tem maior influência na aceitação comercial do milho (Teixeira *et al.*, 2009).

Ressalta-se necessário considerar que a qualidade de espigas deve estar associada as demais características avaliadas e mencionadas anteriormente, tais como, senescência das brácteas, posição da espiga em relação a planta, cobertura da espiga e a sanidade, uma vez que, geralmente, esses caracteres morfoagronômicos refletem nos aspectos de qualidade da espiga e dos grãos. Tais características, associadas à época de plantio, ao clima e à disponibilidade de nutrientes, são fundamentais na produção de espigas e grãos de alta qualidade, resultando em maior rendimento para consumo ou processamento industrial (Souza *et al.*, 2016).

A Tabela 8 apresenta os valores dos quadrados médios obtidos para blocos, variedades e resíduo, e o coeficiente de variação experimental para cada característica quantitativa associada à espiga. A análise de variância detectou diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ) entre as 14 variedades tradicionais de milho em todas as variáveis, com exceção do número de espigas por planta (NESP), reforçando a existência de variabilidade genética entre os genótipos avaliados neste trabalho. Os coeficientes de variação variaram de 4,58% a 19,85%, indicando que houve controle experimental significativo, uma vez que, em experimentos agrônômicos, os CV com percentuais nessa faixa de valores indicam regular a ótima precisão experimental (Ferreira, 1991).

A prolificidade expressa pelo número de espigas por planta não apresentou diferenças entre as variedades estudadas, com média geral de 1,16 espigas planta<sup>-1</sup>. Essa característica é

importante para o agricultor, pois infere-se que quanto maior for o número de espigas viáveis por planta, melhor será o rendimento por hectare. Essa habilidade da planta de produzir mais de uma espiga viavelmente comercial, é um importante parâmetro observado no rendimento do milho, bem como vem sendo estudado nos programas de melhoramento da espécie (Duraes, 1999).

Resultados semelhantes foram observados por Saraiva *et al.* (2019) que, ao avaliarem a prolificidade em variedades crioulas de milhos oriundos do Vale do Jequitinhonha, observaram média geral de 1,29 espigas planta<sup>-1</sup>, sem diferir estatisticamente das testemunhas comerciais. Diferentemente, Seledes *et al.* (2019) encontraram oito variedades com médias superiores, sendo que a maior média foi de 2,28 espigas planta<sup>-1</sup>, o que corrobora para a importância dos materiais crioulos como fonte de genes altamente herdáveis, com potencial uso em programas de melhoramento.

**Tabela 8.** Quadrados médios e coeficientes de variação (CV) da análise de variância de caracteres quantitativos de espigas de variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, AM, 2020.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>NESP</b>	<b>CEEMP</b>	<b>DEEMP</b>	<b>PEEMP</b>	<b>CEDES</b>	<b>DEDES</b>	<b>PEDES</b>	<b>NFG</b>	<b>NGF</b>	<b>DSAB</b>
Blocos	3	0,07	2,79	7,2	2288,88	10,71	2,03	1374,07	1,05	34,88	1,44
Tratamento	13	0,03ns	31,28**	79,61**	8380,67**	34,29**	123,06**	7847,78**	5,36**	105,09**	94,35**
Resíduo	39	0,02	1,72	4,49	927,67	1,79	3,17	783,89	0,44	15,51	2,15
CV (%)		13,54	4,62	4,81	18,27	7,8	4,58	19,85	5,27	13,89	7,61

FV – Fontes de variação. GL – Graus de liberdade. \*\* Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste t. Variáveis: NESP - número de espigas por planta; CEEMP - comprimento da espiga empalhada; DEEMP - diâmetro da espiga empalhada; PEEMP - peso da espiga empalhada; CEDES - comprimento da espiga despalhada; DEDES - diâmetro da espiga despalhada; PEDES - peso da espiga despalhada; NFG - número de fileiras de grão na espiga; NGF - número de grão por fileira na espiga; DSAB - diâmetro do sabugo.

A variância fenotípica para as variáveis da espiga neste ensaio, indica que entre os genótipos avaliados há um conjunto de caracteres que podem ser trabalhados por melhoristas, no intuito de aprofundar o melhoramento dessas variedades, seja *in situ* ou *ex situ*. As estratégias a serem adotadas, durante o processo de melhoramento, devem considerar, entre outros fatores, a manutenção do recurso em ambientes favoráveis. Além disso, a ideia de melhoramento participativo é uma recomendação que atende aos princípios da conservação de recursos fitogenéticos, amplamente debatidos e referendados em conferências internacionais (Machado *et al.*, 2008).

Nesse sentido, na Amazônia, o conhecimento ecológico local e as práticas de manejo contribuem sistematicamente no processo de evolução das espécies e, soma-se a isto, o pertencimento e direito sobre os diferentes territórios da região, como meio eficiente de

garantir a conservação e perpetuação dos recursos locais (Calle *et al.*, 2013). O milho certamente tem papel de destaque para as populações dessa região, visto que é uma cultura importante nos agroecossistemas locais. E o conhecimento acerca de sua diversidade faz-se necessário para promover a conservação desses genótipos locais (Rodríguez *et al.*, 2016). Cabe ressaltar que as comunidades, doadoras dos materiais avaliados nesse estudo, são de agricultores familiares e estes, ao longo de sua existência, vêm conservando inúmeras espécies vegetais pela importância alimentar, econômica, cultural e/ou ambiental.

Pelo teste de médias de Scott-Knott, foram constatadas diferenças estatísticas significativas a 5% de probabilidade para todas as variáveis quantitativas associadas à espiga (Tabela 9).

**Tabela 9.** Valores médios<sup>1</sup> de características quantitativas associadas à espiga de variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, AM, 2020.

Variedade - procedência	CEEMP	DEEMP	PEEMP	CEDES	DEDES	PEDES	NFG	NGF	DSAB
DC-BP	27,21 c	48,30 a	219,30 a	18,03 b	43,45 b	189,64 a	12,70 b	32,80 a	22,98 b
DC-GB	25,67 d	45,30 b	179,78 b	16,63 b	41,08 b	156,93 b	12,70 b	29,88 a	21,33 b
DC-NA	28,67 c	51,10 a	217,45 a	17,78 b	47,53 a	190,73 a	13,55 a	29,31 a	27,63 a
DC-SL	25,32 d	47,05 b	154,90 b	14,77 c	42,15 b	131,40 b	12,85 b	28,19 a	21,98 b
VD-MT	25,63 d	41,85 c	159,88 b	17,30 b	36,65 c	134,57 b	12,98 b	30,95 a	14,25 c
VD-NP	27,35 c	46,50 b	180,53 b	16,29 b	42,05 b	154,83 b	12,20 b	29,62 a	21,53 b
VD-BP	25,73 d	46,40 b	182,17 b	16,78 b	42,68 b	166,08 a	13,50 a	29,73 a	22,78 b
SF-PE	28,08 c	37,48 c	131,78 c	17,73 b	31,45 d	107,47 c	12,83 b	32,92 a	10,15 d
SF-NA	28,65 c	40,58 c	152,71 b	18,23 b	35,08 c	131,93 b	13,75 a	29,63 a	14,60 c
MR-NA	35,13 a	37,83 c	166,63 b	24,76 a	34,00 c	137,25 b	9,25 d	30,00 a	15,38 c
MPV-SB	31,20 b	39,20 c	86,40 d	12,84 d	31,73 d	62,22 d	12,20 b	17,57 b	16,43 c
MPR-SB	32,14 b	39,68 c	73,91 d	12,36 d	30,03 d	47,75 d	11,15 c	15,72 b	15,25 c
CB-NA	28,21 c	46,63 b	208,71 a	18,16 b	43,28 b	185,02 a	12,75 b	30,13 a	22,70 b
SE-NA	28,26 c	48,60 a	220,28 a	18,39 b	43,00 b	178,39 a	13,30 a	30,36 a	22,85 b

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Scott-Knott, em nível de 5% de probabilidade. Variáveis: CEEMP - comprimento da espiga empalhada (cm); DEEMP - diâmetro da espiga empalhada (mm); PEEMP - peso da espiga empalhada (g); CEDES - comprimento da espiga despalhada (cm); DEDES - diâmetro da espiga despalhada (mm); PEDES - peso da espiga despalhada (g); NFG - número de fileiras de grão na espiga; NGF - número de grão por fileira na espiga; DSAB - diâmetro do sabugo (mm). Variedades - procedências: Dente de cavalo - Bom Pastor II (DC-BP); Dente de cavalo - Guanabara (DC-GB); Dente de cavalo - Nova Aliança (DC-NA); Dente de cavalo - Santa Luzia (DC-SL); Varudo - Mato Grosso (VD-MT); Varudo - Nova Paulina (VD-NP); Varudo - Bom Pastor II (VD-BP); Sabugo fino - Porto Espiritual (SF-PE); Sabugo fino - Nova Aliança (SF-NA); Mole roxo - Nova Aliança (MR-NA); Mole palha verde - São Sebastião (MPV-SB); Mole palha roxa - São Sebastião (MPR-SB); Cubano - Nova Aliança (CB-NA); Serrano - Nova Aliança (SE-NA).

Na variável comprimento da espiga empalhada, a variedade (MR-NA) se destacou com o maior valor para a variável (35,13 cm), enquanto as variedades (VD-BP, DC-GB, VD-

MT e DC-SL) apresentaram valores inferiores ao das demais (25,73 cm, 25,67 cm, 25,63 cm e 25,32 cm), respectivamente. Entretanto, os resultados obtidos neste estudo foram, de certo modo, superiores aos encontrados por Vieira *et al.* (2010), que variaram entre (22,85 e 32,44 cm).

Para o diâmetro da espiga empalhada, as maiores médias foram verificadas nas variedades (DC-NA 51,10 mm), (SE-NA 48,60 mm) e (DC-BP 48,30 mm). Evidentemente que, em geral, os acessos “Dente de cavalo” destacaram-se com médias elevadas para essa variável.

No peso da espiga empalhada, os acessos (SE-NA 220,28 g), (DC-BP 219,30 g), (DC-NA 217,45 g) e (CB-NA 208,71 g), apresentaram os maiores valores. O milho consumido verde tem se destacado nos diversos seguimentos de alimentação humana, o que requer pré-requisitos importantes para comercialização da espiga, tais como, o bom empalhamento e o peso das espigas (Cardoso *et al.*, 2011). Os aspectos visuais são fundamentais para o consumidor na hora da compra e, conseqüentemente, tais características valorizam comercialmente o produto (Cardoso *et al.*, 2011).

A variedade (MR-NA) apresentou a maior média para o comprimento de espigas despilhada (24,76 cm), enquanto as variedades (MPV-SB 12,84 cm) e (MPR-SB 12,36 cm) apresentaram os menores comprimentos. Na avaliação do diâmetro da espiga despilhada verificou-se maior média na variedade (DC-NA 47,53 mm) e as menores nas variedades (MPV-SB (31,73 mm) e (MPR-SB 30,03 mm). No peso da espiga despilhada destacaram-se as variedades (DC-NA 190,73 g), (DC-BP 189,64 g), (CB-NA 185,02 g), (SE-NA 178,39 g) e (VD-BP 166,08 g), sendo três oriundas da comunidade Nova Aliança (NA) e duas da Bom Pastor II (BP).

Para a característica comprimento da espiga, Nascimento *et al.* (2018) encontraram valores máximos de comprimento para espigas variando de (18,1 cm a 18,6 cm). Essas características são importantes para o agricultor, que prioriza oferecer produtos de qualidade ao mercado. Isso também vale para o consumidor, que está mais exigente na hora da compra.

Dessa maneira, os dados biométricos associados ao comprimento, diâmetro e peso de espigas das variedades avaliadas mostram-se dentro dos padrões comerciais, as quais devem apresentar tamanhos iguais ou superiores a 15 cm de comprimento e valores iguais ou maiores que 3 cm para o diâmetro (Colombo *et al.*, 2012). Essas informações são importantes no cultivo da espécie, uma vez que estudos, tais como de Cardoso *et al.* (2009), Dovale *et al.*

(2011) e Nascimento *et al.* (2017), demonstraram como esses dados quantitativos são determinantes na avaliação da produtividade por hectare.

O número médio de fileiras de grão na espiga variou de 9,25 a 13,75 carreiras, sendo as variedades (SF-NA 13,75), (DC-NA 13,55), (VD-BP 13,50) e (SE-NA 13,30) aquelas que apresentaram as maiores médias. Diferentemente, a variedade (MR-NA 9,25) mostrou menor valor para essa característica.

Esses valores foram próximos aos encontrados por Rodríguez *et al.* (2016) que, caracterizando acessos de milho orindos do departamento Madalena na Colômbia, encontrou 14 fileiras por espigas. Os avanços nas técnicas de seleção e melhoramento da espécie propiciou o incremento em materiais híbridos com números superiores a 18 fileiras por espiga; porém, cabe ressaltar que a base deste portfólio de genes promissores é procedente da diversidade de raças de milhos nativos que são conservadas por sociedades de agricultores ao redor do mundo (Hernández *et al.*, 2015; Guerreño *et al.*, 2019).

O número de grãos por fileira foi menor nas variedades (MPR-SB 15,72) e (MPV-SB 17,57). As demais variedades apresentaram médias superiores para essa característica, com valores em torno de 30 grãos por fileira. Neste trabalho não foi possível associar o número de fileiras de grãos ao número de grãos na fileira, mas observou-se que esta última característica tem relação com o comprimento da espiga. Nesse sentido, deve-se considerar que, quanto maior o comprimento médio da espiga, supostamente haverá uma maior média de grãos por fileira (Vilela *et al.*, 2012). Contudo, esse caráter poderá ser influenciado positivamente e/ou negativamente por aspectos genéticos de cada variedade, tais como, apresentar elevado potencial de alogamia, a expressão fenotípica resultado de cruzamentos entre meios-irmãos, aspectos nutricionais e ambientais (Souza *et al.*, 2008). Além disso, o estágio fenológico da espécie merece fundamental atenção, pois nas fases V4 (quando a planta apresenta quatro folhas expandidas) e V9 (quando apresenta nove folhas expandidas) serão definidos os componentes de rendimento intrínsecos às espigas, tais como, o número de fileiras de grãos e o número de grãos por fileira (Olivoto *et al.*, 2018).

No diâmetro do sabugo, as variedades (SF-PE 10,15 mm), (VD-MT 14,25 mm), (SF-NA 14,60 mm), (MPR-SB 15,25 mm), (MR-NA 15,38 mm) e (MPV-SB 16,43 mm), apresentaram os menores valores. Nesse sentido, as variedades (SF-PE e SF-NA), procedentes respectivamente das comunidades Porto Espiritual e Nova Aliança, fazem jus à denominação “sabugo fino” dada pelos agricultores familiares. A presença de sabugos mais finos, bem como sua relação com a profundidade de grãos, em milhos crioulos, é um indicativo da

constante pressão de seleção que vem sendo praticada pelos agricultores nos mais diversificados ambientes ao longo do tempo (Teixeira *et al.*, 2021).

Distintamente, observou-se a que a variedade (DC-NA 27,63mm) foi aquela que apresentou a maior média para essa característica. Resultados superiores foram descritos por Teixeira *et al.* (2021), ao avaliar a diversidade genética das raças de milho para envio ao Banco Mundial de Sementes em Svalbard, verificando materiais de origem indígena com diâmetros de sabugo variando de 17 mm a 37 mm.

Neste estudo, ressalta-se o bom desempenho da variedade “Dente de Cavalo” oriundo da comunidade Nova Aliança, pois apresentou características importantes associadas à espiga, com espigas grandes, com bom empalhamento e diâmetro, sendo possível afirmar que tal localidade merece atenção em possíveis trabalhos que pretendam investigar os sistemas tradicionais de cultivo do milho, especificamente aqueles do Alto Solimões.

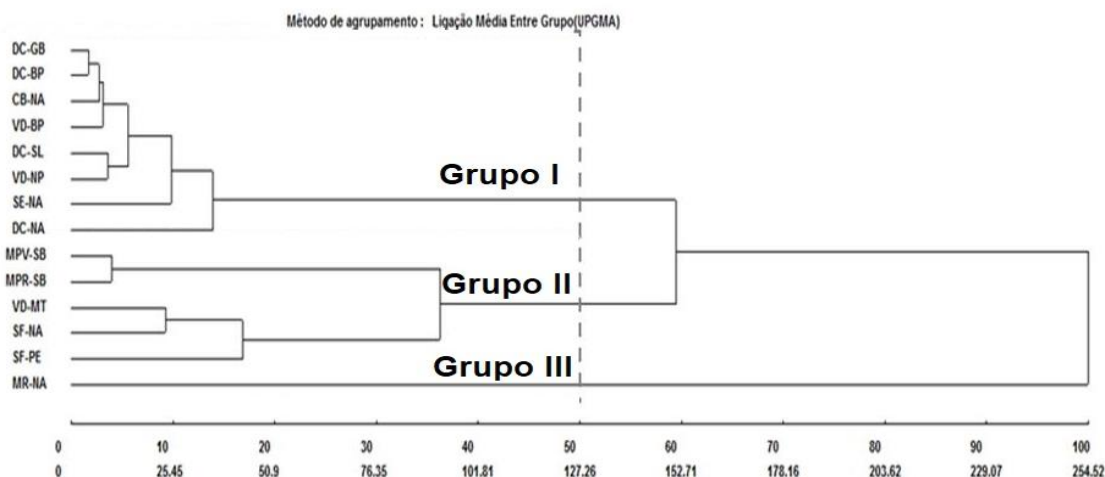
Pelo método UPGMA, fazendo um corte no eixo x a 50% das distâncias relativas entre as variedades tradicionais no dendrograma, foi possível constatar a formação de três grupos distintos (Figura 15): grupo I, composto pelas variedades (DC-GB, DC-PB, CB-NA, VD-BP, DC-SL, VD-NP, SE-NA e DC-NA); o grupo II, pelos acessos (MPV-SB, MPR-SB, VD-MT, SF-NA e SF-PE); e o grupo III, por (MR-NA). Observou-se que a correlação entre a matriz de distância e a matriz final do agrupamento foi altamente significativa pelo teste t e com  $r = 0,8492$ . Isso representa fidelidade da matriz de similaridade do dendrograma. Outros estudos, como Cancellier *et al.* (2011), Olivoto *et al.* (2018), Rizzardo *et al.* (2019) e Teixeira *et al.* (2021), também encontraram altas correlações durante a caracterização morfoagronômica associada a espigas de milho.

Evidenciou-se similaridade entre os resultados obtidos na espiga com aqueles relacionados à planta, com o agrupamento das variedades “Dente de Cavalo” no Grupo I, “Mole Palha Roxa” e “Mole Palha Verde” no grupo II, e a variedade “Mole Roxo” no grupo III. A menor distância verificou-se entre as variedades tradicionais (DC-GB e DC-BP), representando indivíduos semelhantes.

Nos últimos 10 anos, a frequência de eventos climáticos na região e a presença de sementes híbridas, têm provocado perdas de materiais genéticos diversos nos agrossistemas. Mediante essa nova conjuntura, os agricultores adotaram estratégias de manutenção das espécies cultivadas. Nas comunidades do Alto Solimões, a existência das relações sociais e de reciprocidade, são aspectos marcantes do modo de vida e do cotidiano de trabalho dos agricultores familiares (Lopes e Noda, 2021). Evidentemente, a troca e o resgate sementes e



mudas entre as comunidades são algumas das estratégias encontradas e que tem prosperado entre os agricultores, isso pode explicar a existências de similaridade entre os acessos oriundos de Guanabara (GB) e Bom Pastor (BP).



**Figura 15.** Dendrograma de dissimilaridade genética pelo método UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean), a partir da matriz de Mahalanobis, com base em caracteres fenotípicos da espiga de 14 variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, AM. 2020.

Variedades - procedências: Dente de cavalo - Bom Pastor II (DC-BP); Dente de cavalo – Guanabara (DC-GB); Dente de cavalo - Nova Aliança (DC-NA); Dente de cavalo - Santa Luzia (DC-SL); Varudo - Mato Grosso (VD-MT); Varudo - Nova Paulina (VD-NP); Varudo - Bom Pastor II (VD-BP); Sabugo fino - Porto Espiritual (SF-PE); Sabugo fino - Nova Aliança (SF-NA); Mole roxo - Nova Aliança (MR-NA); Mole palha verde - São Sebastião (MPV-SB); Mole palha roxa - São Sebastião (MPR-SB); Cubano - Nova Aliança (CB-NA); Serrano - Nova Aliança (SE-NA).

O grupo II inclui as variedades (MPR-SB e MPV-SB), exclusivas da comunidade São Sebastião, sendo cultivadas e mantidas por famílias ao longo do tempo. Apresentaram espigas despalhadas e pequenas, baixo número médio de fileira de grão e de grãos por fileira. Dentre os critérios para a manutenção destas variedades, em especial a “Mole Palha Roxa”, está associada à característica de cobertura de sua espiga, pois a pigmentação arroxeadada nas palhas, durante a confecção e cozimento da pamonha garante a cor roxa ao alimento. Isso é um diferencial perante as outras variedades cultivadas e está diretamente ligada à tradição alimentar das pessoas desta localidade.

A variedade (MR-NA) também ficou isolada no grupo III. Manejada recentemente nos agroecossistemas da comunidade Nova Aliança, pouco se conhece sobre o cultivo dessa variedade nas demais comunidades do município de Benjamin Constant. A sua ocorrência ainda é restrita a esta localidade, o que pode ter determinado seu isolamento, quando comparada às demais variedades. A presença de cultivares alocadas em grupos mais distantes pode ser um importante indicativo para a dissimilaridade, o que poderá torná-la um material

promissor a ser utilizado em cruzamentos artificiais, garantindo alto efeito heterótico em processos de hibridação (Almeida *et al.*, 2011).

A formação de grupos distintos também foi encontrado por Coimbra *et al.* (2010), sendo determinante para a divergência entre os grupos os seguintes descritores quantitativos: número de fileiras de grãos e diâmetro de espigas. Tais descritores tendem a ser levados em consideração durante as práticas de manejo e seleção exercida pelos agricultores, uma vez que, para estes sujeitos sociais, prevalece o entendimento de que plantas com espigas e grãos maiores são mais produtivas (Coimbra *et al.*, 2010).

Pelo método de Tocher foi detectada a formação de três grupos, considerando os dados biométricos associados à espiga: grupo I, formado por onze variedades tradicionais (DC-GB, DC-BP CB-NA, VD-BP, VD-NP, DC-SL, SE-NA, DC-NA, VD-MT, SF-NA e MPV-SB); grupo II por duas variedades (SF-NA e MPV-SB); e grupo III por uma variedade (MR-NA), sendo esta isolada das demais. Observou também que a correlação cofenética entre a matriz de similaridade original (matriz S) e a matriz resultante da simplificação, proporcionada pelo método de agrupamento (matriz C) de Tocher, foi significativa pelo teste t e com CCC = 84,92%. Além disso, quanto maior CCC, menor distorção e menor estresse, ou seja, o grau de deformação dos dados.

A formação do grupo I contendo 78,6% dos acessos avaliados representa baixa magnitude a vista da dissimilaridade genética entre estes genótipos. A maior concentração de progênies em um único grupo pode indicar a presença de possíveis cruzamentos desses materiais entre si, diminuindo a possibilidade de obtenção de genótipos superiores (Dias *et al.*, 2018).

A comunidade Nova Aliança, por possuir uma maior concentração de variedades pode estar influenciando diretamente as expressões avaliadas nesse estudo, pois é sabido que muitos agricultores desconhecem a biologia reprodutiva da espécie e os efeitos de seus cruzamentos e, de forma involuntária acabam por provocar hibridações entre as variedades existentes nessa localidade. Devido sua localização em ecossistema de terra firme a comunidade Nova Aliança tem se destacado como doadora de sementes para as comunidades localizadas área de várzeas, as quais, anualmente tem perdido materiais genéticos importantes em decorrência dos impactos diretos de eventos extremos, seja pela maior magnitude de seca ou cheia do rio Solimões.

Os grupos II, que comportou duas variedades, e o grupo III, com uma variedade, foram os mais distintos, quando avaliados os caracteres da espiga. A presença de grupos com

variedades isoladas reforça a ideia da existência de variabilidade genética entre os materiais avaliados. Estes resultados corroboram com os descritos por Lima *et al.* (2020) que, ao avaliar diversidade genética de acessos de milho crioulo do banco de germoplasma da Universidade Federal do Paraná utilizando a metodologia de Tocher, detectou a existência de pelo menos quatro grupos que comportavam um acesso.

Por meio da utilização deste método, pode-se afirmar que a determinação de grupos diferentes é de fundamental importância nos programas de melhoramento durante processo de escolha dos progenitores, pois os cruzamentos a posteriori deverão ter por parâmetro a magnitude das dissimilaridades observadas, e que esses materiais alocados em grupos mais distantes indicam a existência de dissimilaridade, o que lhes dão os atributos promissores quando inseridos em cruzamentos artificiais (Dias *et al.*, 2018).

Pela metodologia de Sing (1981), a contribuição das variáveis ranqueadas mostrou que os caracteres diâmetro da espiga despalhada, peso da espiga despalhada, diâmetro do sabugo, comprimento da espiga despalhada e comprimento da espiga empalhada, foram responsáveis por 96% da contribuição relativa da matriz de distância gerada (Tabela 10). Dessa maneira, pode-se afirmar que qualquer agrupamento gerado a partir dessa matriz no que se refere aos genótipos testados são mais relacionadas a características da espiga despalhada e do diâmetro do sabugo.

**Tabela 10.** Contribuição relativa dos caracteres quantitativos associados à espiga de variedades tradicionais de milho, para divergência – Singh (1981) baseada na distância generalizada de Mahalanobis. Benjamin Constant, AM.

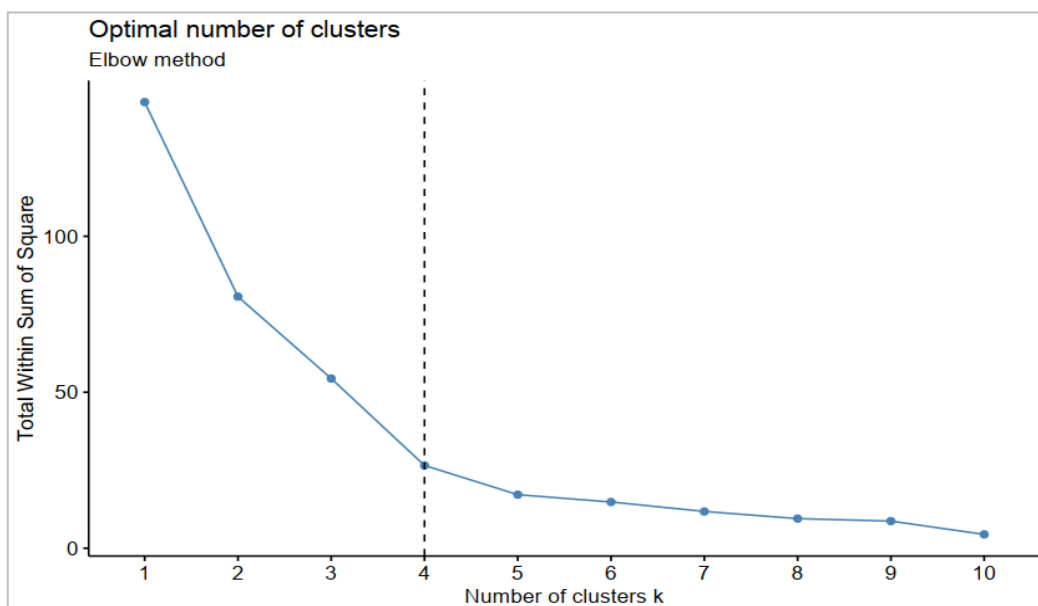
VARIÁVEL	S.j(1)	VALOR(%)	S.j(2)	VALOR(%)
DEDES	3617,5	34,1	3617,5	27,8
PEDES	3206,3	30,3	3206,3	24,6
DSAB	2184,6	20,6	2184,6	16,8
CEDES	2142,6	20,2	2142,6	16,5
CEEMP	1342,4	12,7	1342,4	10,3
NFG	377,6	3,6	377,6	2,9
DEEMP	105,9	1,0	105,9	0,8
NESP	26,2	0,2	26,2	0,2
NGF	1,0	0,0	1,0	0,0
PEEMP	-2417,9	-22,8	0,0	0,0
Total	10596,6		13014,4	

Variáveis: NESP - número de espigas por planta; CEEMP - comprimento da espiga empalhada; DEEMP - diâmetro da espiga empalhada; PEEMP - peso da espiga empalhada; CEDES - comprimento da espiga despalhada; DEDES - diâmetro da espiga despalhada; PEDES - peso da espiga despalhada; NFG - número de fileiras de grão na espiga; NGF - número de grão por fileira na espiga; DSAB - diâmetro do sabugo.

Nesse sentido, dentre os caracteres morfoagronômicos passíveis de avaliação e análise, o diâmetro do sabugo é um dos principais determinantes para quantificação da divergência genética entre genótipos da espécie (Nardino *et al.*, 2017). Além disso, sua determinação é dependente da variabilidade existente, do ambiente, da influência do espaçamento, da densidade populacional e das práticas de manejo adotadas no sistema de produção (Chaves *et al.*, 2020).

As demais características não apresentaram relevância significativa, sendo considerável descartá-las em futuros ensaios diante aos genótipos avaliados. Nesse sentido, em estudos de diversidade genética, convém desprezar aquelas características que são pouco representativas, reduzindo assim, investimento em a mão-de-obra, tempo e custos destinados ao experimento (Grigolo *et al.*, 2018).

Para as características avaliadas nas espigas o método elbow indicou que quatro grupos seriam ideais para representar os resultados do presente estudo (Figura 16). O emprego dessa metodologia reflete na melhor quantidade de grupos observados, os quais são agrupados em um número ótimo clusters para determinar a diversidade entre tais grupos (Crispim *et al.*, 2019). Tal determinação é apresentada pela curva acentuada no gráfico, o que representam o número ideal de grupos formados para as características associadas à espiga.



**Figura 16.** Número de grupos propostos pelo método elbow para o algoritmo K-means, considerando as características quantitativas associadas à espiga de 14 variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, AM. 2020.

Por meio da determinação do método elbow, o gráfico do K-means (Figura 17) plotado nos dois primeiros componentes principais (Dim1 e Dim2), explicou  $57,4 + 21,7 =$

79,1% da variabilidade dos dados. No cluster 1 ficaram alocados as variedades (DC- BP, DC-GB, DC-NA, DC-SL, VD-NP, VD-BP, SE-NA e CB-NA). No cluster 2, as variedades (VD-MT, SF-PE e SF-NA). No cluster 3, as variedades MPR-SB e MPV-SB. Por fim, no cluster 4, de forma isolada a variedade (MR-NA).



**Figura 17.** Grupos de variedades tradicionais de milho, considerando algoritmo K-means. a partir de características quantitativas associadas à espiga. Benjamin Constant, AM. 2020.

Variedade - procedência: Dente de cavalo - Bom Pastor II (DC-BP); Dente de cavalo – Guanabara (DC-GB); Dente de cavalo - Nova Aliança (DC-NA); Dente de cavalo - Santa Luzia (DC-SL); Varudo - Mato Grosso (VD-MT); Varudo - Nova Paulina (VD-NP); Varudo - Bom Pastor II (VD-BP); Sabugo fino - Porto Espiritual (SF-PE); Sabugo fino - Nova Aliança (SF-NA); Mole roxo - Nova Aliança (MR-NA); Mole palha verde - São Sebastião (MPV-SB); Mole palha roxa - São Sebastião (MPR-SB); Cubano - Nova Aliança (CB-NA); Serrano - Nova Aliança (SE-NA).

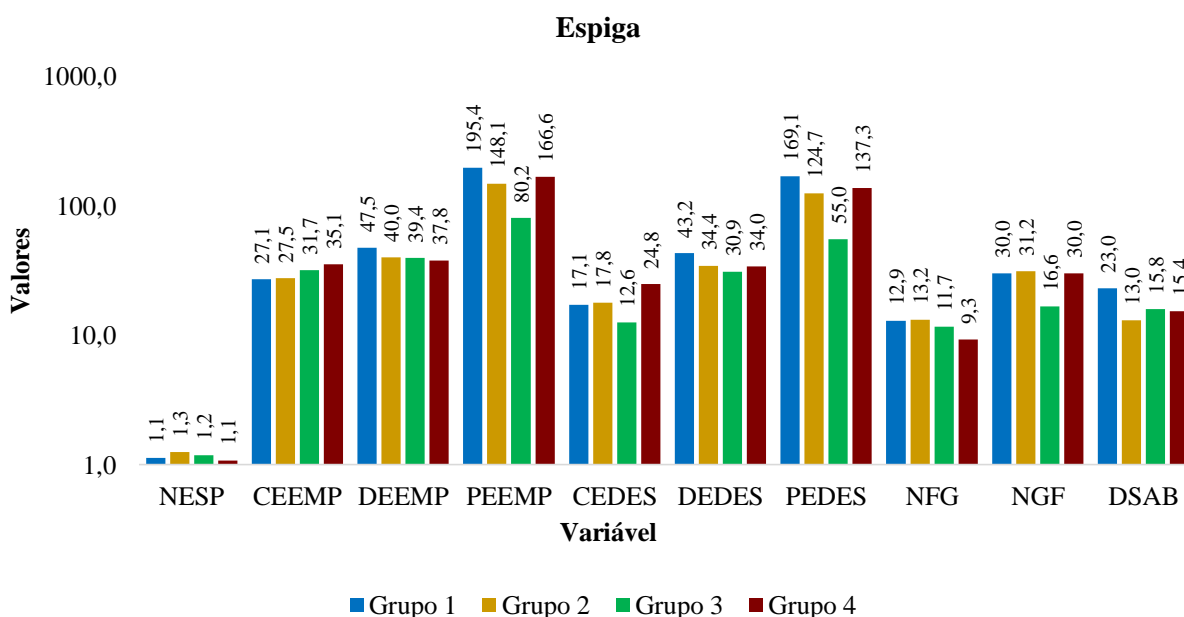
A presença de diferentes clusters reforça a já mencionada variabilidade existente entre as variedades de milho estudadas. Pode-se afirmar que há existência de particularidades entre os genótipos dos diferentes grupos, todavia, verificam-se maiores distancias de agrupamento entre as variedades “Mole Palha Verde” e “Mole Palha Roxa”, oriundas da comunidade São Sebastião, e “Mole Roxo”, oriundo da comunidade Nova Aliança.

Nesse sentido, por meio da análise de agrupamento pode-se observar a existência de expressões gênicas, isto é, a partir da utilização de tecnologias de microarranjos faz-se a distinção de grupos homogêneos dentro de si e heterogêneos entre si, o que se constitui uma etapa importante na análise da variabilidade genética (Higa *et al.*, 2010).

A Figura 18 apresenta as médias de cada variável alocada nos clusters do K-means. O cluster 1 apresenta maiores valores para diâmetro da espiga empalhada, peso da espiga

empalhada, diâmetro da espiga despalhada, peso da espiga despalhada e diâmetro do sabugo. O cluster 2 apresentou maiores valores para as variáveis número de espigas por planta, número de fileiras de grão na espiga e número de grão por fileira na espiga. O cluster 4 apresentou maiores valores comprimento da espiga empalhada e comprimento da espiga despalhada.

Na avaliação de grande quantidade de dados, como por exemplo, bancos de germoplasma de milho, o uso algoritmo K-means é um recurso eficiente, principalmente quando se pretende saber a formação de grupos, ou seja, determinar o número de clusters, afim de satisfazer a existencia da variação genotípica entre grupos com a menor variação dentro do genótipo (Oliveira *et al.*, 2016).



**Figura 18.** Médias de cada variável dos grupos formados pelo algoritmo K-means, a partir de características quantitativas associadas à espiga, em variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, AM. 2020.

Variáveis: NESP – número de espigas por planta; CEEMP - comprimento da espiga empalhada; DEEMP - diâmetro da espiga empalhada; PEEMP - peso da espiga empalhada; CEDES - comprimento da espiga despalhada; DEDES - diâmetro da espiga despalhada; PEDES - peso da espiga despalhada; NFG - número de fileiras de grão na espiga; NGF - número de grão por fileira na espiga; DSAB - diâmetro do sabugo.

As análises destas variáveis evidenciam a contribuição significativa de cada uma destas para a diversidade gênica do milho advindo do Alto Solimões. Essas informações iniciais podem ser importantes para futuros estudos desta espécie, em especial das variedades com potencial uso nos agroecossistemas familiares da região, uma vez que estão adaptadas as condições locais, os agricultores dominam e conhecem as práticas de cultivo e manejo: além

disso, o milho é indispensável fonte de alimento e renda das famílias, bem como, é consumido pelas populações urbanas e compõe a dieta de diferentes espécies animais.

Na análise de componentes principais das características avaliadas nas espigas, as variáveis como maiores “pesos” no primeiro componente principal Dim.1 foram: peso da espiga empalhada, diâmetro da espiga despalhada e peso da espiga despalhada, que juntas somam 44,8%. No componente principal 2, as variáveis que mais contribuíram para tal variabilidade foram: comprimento da espiga empalhada, comprimento da espiga despalhada e número de fileiras de grão na espiga, somando 71,9%. Conforme mostrado no gráfico do K-means, as duas primeiras dimensões da análise, que sempre captam maior parte da variabilidade, foram responsáveis por explicar 79,1% da variabilidade total dos resultados (Tabela 11).

**Tabela 11.** Contribuição relativas das variáveis associadas à espiga para os cinco primeiros componentes principais e autovalores da contribuição de cada dimensão para a análise de componentes principais (PCA), em variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, AM. 2020.

Variável	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.4	Dim.5
NESP	5,5	7,5	28,6	44,9	12,2
CEEMP	8,3	19,4	12,6	2,6	41,4
DEEMP	12,0	7,4	4,9	5,2	1,3
PEEMP	15,1	1,2	0,5	1,1	2,8
CEDES	2,5	31,8	3,8	1,6	2,0
DEDES	14,3	4,7	1,9	3,3	1,7
PEDES	15,4	1,9	0,9	0,1	1,1
NFG	7,4	20,7	4,5	35,4	30,6
NGF	9,2	3,0	25,3	0,8	4,7
DSAB	10,3	2,4	17,0	5,0	2,2
Total	100	100	100	100	100
Autovalores	6,3	2,4	1,5	0,5	0,2
Autovalores (%)	57,4	21,7	13,9	4,3	1,5

Variáveis: NESP – número de espigas por planta; CEEMP - comprimento da espiga empalhada; DEEMP - diâmetro da espiga empalhada; PEEMP - peso da espiga empalhada; CEDES - comprimento da espiga despalhada; DEDES - diâmetro da espiga despalhada; PEDES - peso da espiga despalhada; NFG - número de fileiras de grão na espiga; NGF - número de grão por fileira na espiga; DSAB - diâmetro do sabugo.

Rodríguez *et al.* (2016), caracterizando milho do departamento de Magdalena na Colômbia, observou a formação de cinco componentes principais, representando 82,8% da variabilidade avaliada, sendo que no quarto componente as variáveis que mais influenciaram estavam associadas a espiga e ao grão. Dovale *et al.* (2011), avaliando o índice de seleção para cultivares de milho com dupla aptidão, constataram que apenas três componentes

principais foram suficientes para explicar 82,48% a acurácia dos dados associados a produção de minimilho, sendo determinantes aqueles intrínsecos à espiga.

Por outro lado, Gaspar *et al.* (2010), caracterizando o rendimento de populações nativas de milho do município de Molcaxac, Puebla, México, verificaram por meio da análise de componentes principais que os três primeiros componentes explicaram 57,8% da variabilidade fenotípica das populações avaliadas naquele estudo, destacando-se como variáveis de maior importância o comprimento de espigas, o número de fileiras de grãos por espiga e o diâmetro da espiga.

Nesse sentido, a metodologia de componentes principais, comumente utilizada em estudos de diversidade genética, auxilia na identificação do conjunto de caracteres, ou seja, agrupa os indivíduos de uma população de acordo com a variação de suas características, o que serve para identificar genótipos com aptidão a interesse de diferentes áreas do conhecimento (Dovale *et al.*, 2011; Hongyu *et al.*, 2015).

Dessa forma, a caracterização de espigas demonstrou-se eficiente para a distinção das variedades avaliadas. No agrupamento das variedades, os atributos fenotípicos das espigas formam um conjunto de caracteres que são capazes de determinar a variabilidade existente, uma vez que evidenciou a existência de grupos que divergiram em função das características atribuídas à espiga.



### 5.3 Características morfoagronômicas associadas ao grão em 14 variedades tradicionais de milho da região do Alto Solimões, Amazonas

A caracterização de variedades tradicionais de milho é uma importante ferramenta nos estudos diversidade gênica da espécie. Tal atividade objetiva a ampliação do conhecimento acerca do material avaliado, por meio da descrição de cada acesso, ao considerar diversos atributos ou caracteres de fácil mensuração, associados à planta, espiga e grão, que permitem viabilizar futuramente a utilização do material avaliado em programas de pesquisa (Teixeira e Costa, 2010). Nesse sentido, em posse dos caracteres morfoagronômicos, o pesquisador pode determinar o grau de diversidade existente, por meio da coleta de dados quali-quantitativos.

A análise dos resultados qualitativos associados ao grão (Tabela 12) evidenciou a presença de características fenotípicas distintas entre as 14 variedades de milho avaliadas.

**Tabela 12.** Caracteres morfoagronômicos de grãos de variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, AM, 2020.

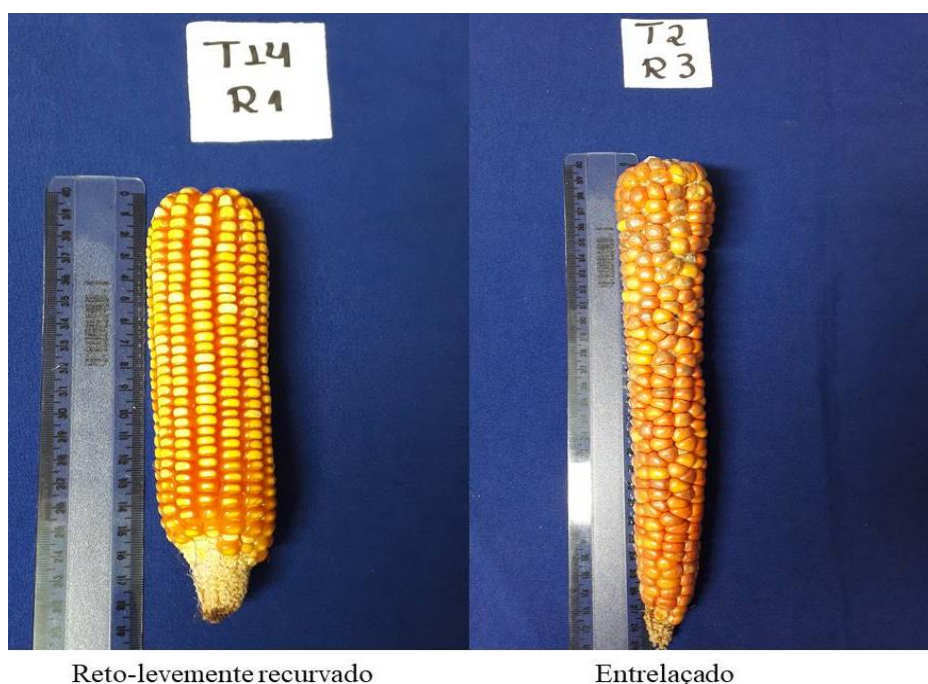
Variedade - procedência	Maturação (dias)	Arranjo de Grãos	Tipo de Grãos	Cor de Grãos	Forma de Grãos
DC-BP	105	Reto-levemente recurvado	Duro	Alaranjada	Plano
DC-GB	105	Reto-levemente recurvado	Duro	Alaranjada	Plano
DC-NA	105	Reto-levemente recurvado	Dentado	Amarela	Plano
DC-SL	105	Reto-levemente recurvado	Dentado	Amarela	Plano
VD-MT	105	Reto-levemente recurvado	Semiduro	Amarela	Dentado
VD-NP	105	Reto-levemente recurvado	Dentado	Alaranjada	Plano
VD-BP	105	Reto-levemente recurvado	Duro	Alaranjada	Plano
SF-PE	105	Reto-levemente recurvado	Semiduro	Amarela	Dentado
SF-NA	105	Reto-levemente recurvado	Semiduro	Amarela	Dentado
MR-NA	112	Entrelaçado	Farináceo	Vermelha	Redondo
MPV-SB	111	Entrelaçado	Farináceo	Amarela	Redondo
MPR-SB	111	Entrelaçado	Farináceo	Amarela	Redondo
CB-NA	105	Reto-levemente recurvado	Duro	Alaranjada	Plano
SE-NA	103	Reto-levemente recurvado	Duro	Alaranjada	Plano

Variedade - procedência: Dente de cavalo - Bom Pastor II (DC-BP); Dente de cavalo - Guanabara (DC-GB); Dente de cavalo - Nova Aliança (DC-NA); Dente de cavalo - Santa Luzia (DC-SL); Varudo - Mato Grosso (VD-MT); Varudo - Nova Paulina (VD-NP); Varudo - Bom Pastor II (VD-BP); Sabugo fino - Porto Espiritual (SF-PE); Sabugo fino - Nova Aliança (SF-NA); Mole roxo - Nova Aliança (MR-NA); Mole palha verde - São Sebastião (MPV-SB); Mole palha roxa - São Sebastião (MPR-SB); Cubano - Nova Aliança (CB-NA); Serrano - Nova Aliança (SE-NA).

Constatou-se variação para a maturação fisiológica aos 103 DAE para a variedade mais precoce (SE-NA) e 112 DAE para a mais tardia (MR-NA). A variabilidade existente

entre materiais crioulos é um fator determinante na maturação fisiológica, pois os mesmos acessos podem encontrar-se em diferentes estádios de maturação ao mesmo tempo (Noal *et al.*, 2014). Entender essa dinâmica torna-se importante na medida em que, na realização da colheita, o endosperma esteja totalmente solidificado em toda a lavoura, consistindo em ponto ideal de maturação fisiológica (Noal *et al.*, 2014).

As variedades analisadas apresentaram dois tipos distintos de arranjos de grãos (Figura 19), reto-levemente recurvado foi encontrado em (79%) das variedades, e entrelaçado (21%) presente nas demais. Esse aspecto tem certa relação com a caracterização de qualidade de espigas, pois arranjos reto ou reto-levemente recurvado apresentam melhor aspecto visual, bem como favorece a debulha dos grãos com mais eficiência e facilidade (Teixeira e Costa, 2010).



**Figura 19.** Aspectos visuais de classificação do arranjo de grãos das variedades tradicionais de milho do Alto Solimões. Estação Experimental de Hortaliças Dr. Alejo von der Pahlen do INPA, Manaus, Amazonas, 2020. Fonte: Dados de Campo, 2020.

Foi possível observar os seguintes tipos de grãos: duro (35,71%), dentado (21,43%), semiduro (21,43%) e farináceo (21,43%). De acordo com (Teixeira e Costa, 2010), em bancos de germoplasmas, é possível classificar por indicação qualitativa do tipo de endosperma ou tipo de grãos entorno de dez tipos diferentes, podendo ser classificados como do tipo duro, semiduro, dentado, semidentado, farináceo, enrugado/doce, opaco, pipoca, tunicata e ceroso. Nesse sentido, grãos do tipo duro apresentam no mínimo de 85% em peso de grãos com as

características de duro, ou seja, apresenta endosperma predominantemente córneo, aspecto vítreo, formato ovalado e com a coroa convexa e lisa; os grãos do tipo dentado apresentam o mínimo de 85% em peso de grãos com as características de dentado, ou seja, com consistência parcial ou totalmente farinácea e com uma reentrância acentuada na coroa; e grãos do tipo semiduro apresentam o mínimo de 85% em peso de grãos com consistência e formato intermediários entre duro e dentado (SENAR, 2017).

No Brasil, há acentuada predominância de cultivos de milhos com os grãos do tipo duro, semiduro e dentado, embora a maior preferência seja por milhos duros e semiduros, uma vez que são menos susceptíveis ao ataque de pragas e perdas durante o processamento (Piovesan *et al.*, 2011). Os grãos do tipo duro são amplamente destinados à fabricação alimentos, como canjicas, fubás, massas, cervejas e condimentos, enquanto grãos farináceos, por sua maciez e facilidade na moagem possibilita maior extração de amido, o que o torna é ideal para a produção de farinhas, comuns na fabricação de pães, bolos e alimentos sem glúten (Deon, 2021). Dessa maneira, nos agroecossistemas do Alto Solimões, grãos dos tipos duro, semiduros, dentado e farináceos são destinados preferencialmente à alimentação humana, consumidos nas unidades familiares rurais e urbanas dos municípios. Contudo, sabe-se da importante aplicação na nutrição animal, sobretudo de animais de pequeno porte.

Outra característica avaliada foi a cor dos grãos, havendo variações para as cores amarela (50%), alaranjada (42,86%) e vermelha (7,14). A presença de grãos com diferentes cores também foi descrita no estudo de Lima *et al.* (2022), com milhos crioulos oriundos do sudoeste do estado de São Paulo, sendo observadas a predominância de grãos amarelados, alaranjados, avermelhados e rajados.

A ampla diversidade genética e fenotípica do milho associados a cor de grãos estão relacionados a presença de antocianinas e outros pigmentos presentes na aleurona das diferentes raças existentes (Moreno *et al.*, 2013). Esses milhos pigmentados são produzidos e mantidos por agricultores familiares em pequenas áreas e a maior parte dessa produção destina-se ao autoconsumo (Trujillo *et al.*, 2009). Nos sistemas produtivos mexicanos, verifica-se que diversidade de cores estabelece a preferência e utilização do milho na confecção de diferentes alimentos, sendo, por exemplo, grãos vermelhos destinados ao preparo de tortillas e bebidas fermentadas, grãos brancos são utilizados na confecção de farinhas e massas, e grãos azuis são consumidos em formas de tortillas e chips (Vásquez *et al.*, 2018; Juárez *et al.*, 2020).

Em relação à forma, foi verificado a presença de grãos planos (57,14%), grãos dentados (21,43%) e grãos de formato redondo (21,43%). Resultados semelhantes foram descritos por Eicholz *et al.* (2015), que ao analisar as características físicas de milho crioulo do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Clima Temperado, constataram entre os acessos avaliados houve predominância de grãos com formato dentado ou plano.

Burg (2017), ao avaliar as estratégias de conservação *on farm* praticadas por agricultores familiares em variedades tradicionais de milho no município de Novo Horizonte em Santa Catarina, encontrou três tipos de formato diferentes. A presença de formatos de grãos distintos nessas populações são indicadores da diversidade existente e da conservação praticada pelos agricultores (Burg, 2017).

A Tabela 13 mostra os valores dos quadrados médios obtidos para blocos, variedades e resíduo, e o coeficiente de variação experimental para cada característica quantitativa associada ao grão. A análise de variância detectou que todas as variáveis foram significativas ( $p < 0,05$ ), indicando que houve diferença estatística entre as 14 variedades tradicionais de milho. Nesse sentido, é possível afirmar a existência de variabilidade genética entre os genótipos avaliados, considerando os dados biométricos dos grãos avaliados. Dessa maneira, as populações tradicionais de milho avaliadas nesse trabalho apresentam características que podem ser trabalhadas no melhoramento da espécie. Os coeficientes de variação variaram de 5,87% a 18,42%, indicando a existência de controle experimental significativo, uma vez que, em experimentos agrônômicos, os CV com percentuais nessa faixa de valores indicam precisão experimental regular a ótima (Ferreira, 1991).

**Tabela 13.** Quadrados médios e coeficientes de variação (CV) da análise de variância de caracteres quantitativos de grãos de variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, AM. 2020.

FV	GL	COMP	LARG	ESP	C: L	PGRAOS	P1000	PROD
Blocos	3	5,49	4,03	2,63	0,02	632,8	362,32	2,16
Tratamento	13	6,71**	3,91**	4,44**	0,19**	3685,93**	11636,36**	12,04**
Resíduo	39	0,38	0,32	0,12	0,01	345,89	291,35	1,1
CV (%)		7,73	9,06	12,36	6,89	18,42	5,87	18,31

FV – Fontes de variação. GL – Graus de liberdade. \*\* Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste t. Variáveis: COMP – comprimento do grão (mm); LARG – largura do grão (mm); ESP – espessura do grão (mm); C: L - relação comprimento: largura; PGRAOS – peso de grãos por espiga (g); P1000 - peso de 1000 sementes (g); PROD - produtividade ( $t\ ha^{-1}$ ).

A existência de diferença estatística entre os descritores associados ao grão, permite inferir que as práticas de manejo e conservação da espécie no Alto Solimões, tem assegurado a variabilidade destes materiais genéticos ao longo do tempo, uma vez que o saber acumulado

pelas populações tradicionais desta região implica, entre outras coisas, na manutenção de espécies de interesse alimentar, comercial e cultural. Nesse aspecto, a variabilidade, seja ela intra ou interespecífica é resultado da gestão praticada pelos agricultores nos agroecossistemas e pelas relações sociais de vizinhança, cordialidade e compartilhamento dos saberes e recursos manejados.

A capacidade de adaptação destes materiais em uma região dar-se-á via seleção contínua dos agricultores, pela facilidade de produção de sementes e pelo custo reduzido, o que se torna ideal para o cultivo em sistemas produtivos de baixo aporte tecnológico (Costa *et al.*, 2021). As variedades tradicionais de milho são uma alternativa indispensável e apresentam importante vantagem para uma produção considerável, sustentável e de baixo custo em agroecossistemas familiares, principalmente, pelo baixo investimento tecnológico, pela soberania na aquisição do material propagativo, pela geração de alimento e renda (Costa *et al.*, 2021).

Em relação as características quantitativas associada ao grão (Tabela 14), detectou-se contrastes significativos entre as 14 variedades tradicionais de milho, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

**Tabela 14.** Valores médios de características quantitativas associadas ao grão de variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, AM. 2020.

Variedade - procedência	COMP	LARG	ESP	C: L	PGRAOS	P1000	PROD
DC-BP	8,53 a	7,03 a	2,25 c	1,22 c	135,90 a	337,93 a	7,73 a
DC-GB	8,63 a	6,85 a	2,35 c	1,26 c	112,01 b	320,40 a	6,33 b
DC-NA	8,78 a	7,43 a	2,55 c	1,19 c	118,18 a	331,61 a	6,68 a
DC-SL	8,60 a	6,58 a	1,98 c	1,31 c	99,37 b	301,55 b	5,65 b
VD-MT	9,30 a	5,93 a	2,28 c	1,58 b	102,52 b	275,36 c	5,80 b
VD-NP	8,65 a	7,10 a	2,23 c	1,22 c	110,01 b	316,40 a	6,25 b
VD-BP	8,10 a	6,50 a	2,23 c	1,24 c	119,03 a	306,27 b	6,73 a
SF-PE	8,28 a	4,63 b	1,98 c	1,80 a	87,13 b	218,62 d	4,98 b
SF-NA	8,35 a	5,43 b	2,63 c	1,56 b	103,21 b	282,34 c	5,85 b
MR-NA	6,65 b	6,88 a	5,43 a	0,97 d	94,67 b	326,39 a	5,38 b
MPV-SB	5,30 c	4,78 b	4,45 b	1,11 d	42,20 c	191,30 e	2,35 c
MPR-SB	5,05 c	4,63 b	4,03 b	1,09 d	32,44 c	188,93 e	1,80 c
CB-NA	8,63 a	6,85 a	2,33 c	1,27 c	125,48 a	354,92 a	7,15 a
SE-NA	8,75 a	6,95 a	2,35 c	1,26 c	131,64 a	320,30 a	7,48 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade.

Variáveis: COMP – comprimento do grão (mm); LARG – largura do grão (mm); ESP – espessura do grão (mm); C: L - relação comprimento: largura; PGRAOS – peso de grãos por espiga (g); P1000 - peso de 1000 sementes (g); PROD - produtividade (t ha<sup>-1</sup>).

Variedade - procedência: Dente de cavalo - Bom Pastor II (DC-BP); Dente de cavalo – Guanabara (DC-GB); Dente de cavalo - Nova Aliança (DC-NA); Dente de cavalo - Santa Luzia (DC-SL); Varudo - Mato Grosso (VD-

MT); Varudo - Nova Paulina (VD-NP); Varudo - Bom Pastor II (VD-BP); Sabugo fino - Porto Espiritual (SF-PE); Sabugo fino - Nova Aliança (SF-NA); Mole roxo - Nova Aliança (MR-NA); Mole palha verde - São Sebastião (MPV-SB); Mole palha roxa - São Sebastião (MPR-SB); Cubano - Nova Aliança (CB-NA); Serrano - Nova Aliança (SE-NA).

No Alto Solimões, os agricultores não possuem critérios definidos de seleção para caracteres relacionados ao comprimento, largura ou espessura dos grãos de milho, embora sejam priorizadas variedades com grãos maiores, pois, conforme os resultados da Tabela 14, há uma prevalência de grãos compridos, largos e com maior relação de comprimento:largura, nos agroecossistemas. As variedades (-BP, DC-GB, DC-NA, DC-SL, VD-MT, VD-NP, VD-BP, SF-PE, SF-NA, CB-NA e SE-NA), apresentaram as maiores médias para a característica comprimento de grãos. Diferentemente, (MR-NA, MPV-SB e MPR-SB), foram aqueles que apresentaram as menores médias para esta variável. Verificou-se que os resultados foram semelhantes aos encontrados por Luqui *et al.* (2014) que, ao avaliarem grãos normais e a capacidade expansiva em linhagens de milho pipoca preto constataram que os grãos apresentaram 10,96 mm para as maiores e 5,21 mm para as menores médias.

As variedades (SF-PE, SF-NA, MPV-SB e MPR-SB) apresentaram as menores médias para a variável largura. Em relação à espessura, a variedade (MR-NA) apresentou grãos mais espessos que as demais. Na relação comprimento : largura dos grãos, a variedade (SF-PE, VD-MT e SF-NA) apresentaram as maiores médias para essa característica (1,80, 1,58 e 1,56, respectivamente), significando grãos mais alongados e da forma dentado (Tabela 12); enquanto as variedades (MR-NA, MPR-SB e MPV-SB) apresentaram médias inferiores quando comparadas aos demais tratamentos (0,97, 1,09 e 1,11, respectivamente), correspondendo a grãos de formato redondo. Os resultados de largura e de espessura foram inferiores aos encontrados por Coimbra *et al.* (2010) no sudeste de Minas Gerais, onde foram observadas médias de 9,27 mm para a largura e 4,1 mm para a espessura.

Para as características associadas aos grãos, nota-se a intensa busca por cultivares com grãos padronizados para comprimento, largura, espessura e relação C: L, que são classificados de acordo com as suas dimensões. Essa classificação é adotada a fim de uniformizar a semeadura e garantir a qualidade do grão na comercialização, baseada em classificação oficial do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (Zucareli *et al.*, 2014; AIBA, 2016).

É importante ressaltar que, até o momento, não há interesse para o melhoramento convencional destas variedades, embora se saiba da existência de cruzamentos com cultivares comerciais, a partir de sementes doadas por órgãos de extensão rural para cultivo nas unidades

familiares, o que pode interferir substancialmente na manutenção dessa variabilidade. Além disso, é crescente na região o discurso da padronização da agricultura, por meio de incentivos a monocultura e substituição de materiais locais por híbridos. Isto é o interesse econômico sobrepujando a autonomia dos agricultores locais.

Para o peso de grãos por espiga, notou-se que os acessos (DC-BP, SE-NA, CB-NA, VD-BP e DC-NA) apresentaram os maiores valores para essa variável. Logo, os materiais oriundos das comunidades Bom Pastor e Nova Aliança apresentaram os melhores desempenhos, sendo que as duas localidades são conhecidas localmente pela manutenção de variedades locais de milho. Além disso, ambas praticam o intercâmbio de sementes entre comunidades brasileiras e peruanas no Alto Solimões.

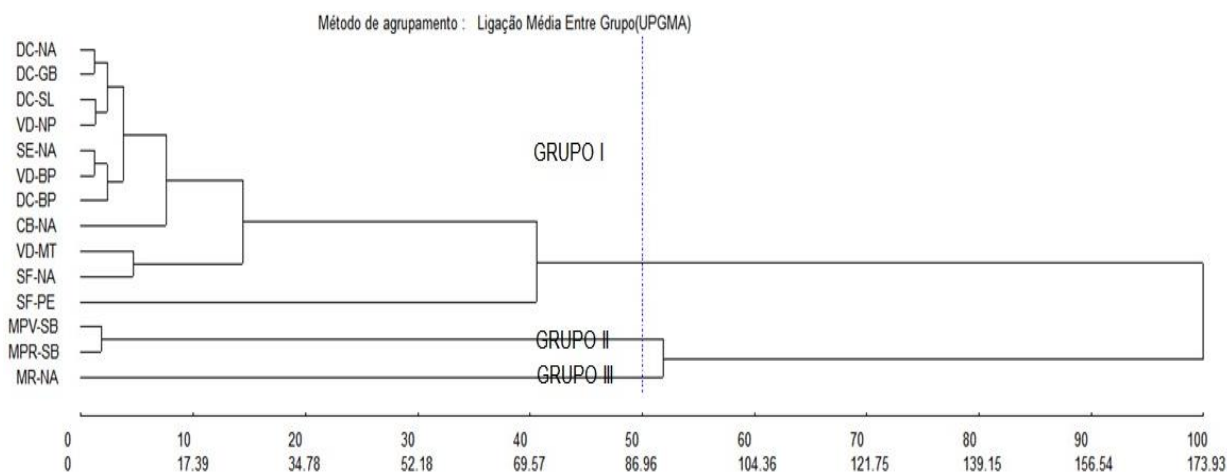
No peso de 1000 sementes, as variedades (MPV-SB, MPR-SB e SF-PE) foram as que apresentaram menores valores. De acordo com Rodrigues *et al.* (2005), o peso de grãos por espiga e o peso de 1000 sementes são componentes de produção comumente utilizados em métodos de estimativas de produtividade na cultura do milho, pois são úteis na avaliação de ensaios com materiais híbridos e com variedades.

Nesse sentido, a produtividade também foi contrastante entre as variedades, variando de 1,80 t ha<sup>-1</sup> (MPR-SB) e 7,73 t ha<sup>-1</sup> (DC-BP). De maneira geral, 85,7% dos acessos avaliados apresentaram produtividade superior a 5 t ha<sup>-1</sup>, o que sugere importante característica para estes materiais, embora seja ressaltado a necessidade de estudos mais aprofundados, afim de determinar maior lastro de informações possíveis para outros aspectos determinantes para produtividade. Esses resultados estão dentro do esperado quando comparado a cultivar BRS Caimbé desenvolvida pela Embrapa e recomendada para o estado do Amazonas, a qual em sistema de cultivo em ambiente de várzea e terra firme apresentou produtividade média de grãos 5,3 t ha<sup>-1</sup> e estão acima da produtividade média do estado do Amazonas, estimada em 2,5 t ha<sup>-1</sup> (Oliveira *et al.*, 2013; Oliveira *et al.*, 2018).

Nota-se, portanto, que as variedades de milho avaliadas apresentaram aspectos diferentes para as características dos grãos. Essa afirmativa pode explicar a existência da diversidade intraespecífica desta espécie nos agroecossistemas locais.

A representação gráfica do dendrograma, gerado a partir do corte no eixo x a 50% das distâncias relativas entre as variedades tradicionais de milho (Figura 20), possibilitou estabelecer três grupos hierárquicos, considerando aspectos quantitativos do grão. No grupo I ficaram alocadas as variedades tradicionais (DC-NA, DC-GB, DC-SL, VD-NP, SE-NA, VD-BP, DC-BP, CB-NA, VD-MT, SF-NA e SF-PE); o grupo II foi formado por (MPV-SB e

MPR-SB); já o grupo III foi constituído apenas pela variedade (MR-NA). Foi verificada a menor distância entre as variedades tradicionais (DC-NA e DC-GB), representando proximidade genética. A correlação entre a matriz de distância e a matriz final do agrupamento foi significativa pelo teste t, com coeficiente de correlação cofenética (95,72), o que explica a precisão ao algoritmo utilizado.



**Figura 20.** Dendrograma de dissimilaridade genética pelo método UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean), a partir da matriz de Mahalanobis, com base em caracteres fenotípicos do grão de 14 variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, AM.

Variedade - procedência: Dente de cavalo - Bom Pastor II (DC-BP); Dente de cavalo - Guanabara (DC-GB); Dente de cavalo - Nova Aliança (DC-NA); Dente de cavalo - Santa Luzia (DC-SL); Varudo - Mato Grosso (VD-MT); Varudo - Nova Paulina (VD-NP); Varudo - Bom Pastor II (VD-BP); Sabugo fino - Porto Espiritual (SF-PE); Sabugo fino - Nova Aliança (SF-NA); Mole roxo - Nova Aliança (MR-NA); Mole palha verde - São Sebastião (MPV-SB); Mole palha roxa - São Sebastião (MPR-SB); Cubano - Nova Aliança (CB-NA); Serrano - Nova Aliança (SE-NA).

A partir da análise do dendrograma foi possível observar que no grupo I, há uma forte relação entre os acessos “Dente de Cavalo”. Esta variedade é conhecida localmente por apresentar grãos mais compridos, largos e relativamente estreitos, por isso a sua denominação local. Outro aspecto importante entre as variedades é a procedência, haja vista, neste grupo, há maior predominância de materiais oriundos da Comunidade Nova Aliança, se assemelhando aos resultados encontrados para as características associadas à planta e à espiga. No agrupamento de genótipos milho crioulo, a formação e a composição dos materiais genéticos alocados em grupos são determinadas pela elevada similaridade genética existente entre os indivíduos avaliados (Coimbra *et al.*, 2010).

No grupo II, as variedades (MPV-SB e MPR-SB) são provenientes da Comunidade São Sebastião, conhecidos por apresentarem grãos farináceos, relativamente pequenos e com aspecto arredondado (Tabela 12). As características peculiares destas variedades permitem



afirmar que estes genótipos são mantidos exclusivamente pelos agricultores desta localidade, uma vez que, observou-se seu comportamento distinto quando comparado às outras variedades. A partir do agrupamento de diferentes acessos/variedades, é possível estabelecer relações das localidades de coleta/origem e as características desses materiais, podendo ser indicativo da adaptação dos mesmos a essas condições particulares (Gaspar *et al.*, 2010).

O grupo III foi constituído pela variedade (MR-NA), que se mostrou a mais distinta entre as variedades avaliadas. O milho “Molhe roxo” proveniente da Comunidade Nova Aliança, apresentou aspectos particulares associados aos grãos para os resultados quantitativos de comprimento, largura, relação C: L, peso de grãos e produtividade. Nesse sentido, por meio do método UPGMA, pode-se afirmar a existência de variabilidade genética entre acessos avaliados. Nota-se que a conservação destes materiais é determinada pela sua importância e aplicação nos agroecossistemas locais.

Além disso, evidentemente que há uma relação de ancestralidade entre as variedades e as famílias que as cultivam, pois a manutenção ou exclusão destes materiais não é orientada somente pela demanda do mercado, mas por um conjunto de fatores inerentes ao cotidiano dessas populações. Nesse contexto, as sementes são a base da produção e da reprodução social das populações tradicionais, e seu valor simbólico e material é condicional à sua existência (Amorim *et al.*, 2018).

Pelo método de Tocher foram detectados três grupos, considerando os dados biométricos associados ao grão: grupo I, formado por onze variedades tradicionais (DC-NA, DC-GB, VD-NP, DC-SL, SE-NA, DC-BP, VD-BP, CB-NA, SF-NA, VD-MT e SF-PE); grupo II por duas variedades (MPV-SB e MPR-SB); e grupo III, por uma única variedade (MR-NA), sendo isolada das demais.

Nesse sentido, observou-se que o grupo 1 reuniu 78,6% das variedades avaliadas, o que evidencia a existência de proximidade entre estes indivíduos. Nardino *et al.* (2017), ao avaliarem a divergência genética entre genótipos de milho em cinco localidades diferentes na região Sul do país, utilizando o método de Tocher, verificaram a formação de nove grupos, sendo o primeiro composto pela maior concentração de indivíduos, ou seja, 44% do total de 25 materiais estudados. Já Rotili *et al.* (2012), avaliando 81 genótipos de milho no estado do Tocantins, descreveu 17 grupos, sendo que o primeiro grupo reuniu 63% dos genótipos.

Pelo método de Sing (1981) foi verificada a contribuição da variável ranqueada da maior contribuição para a menor. A Tabela 15 apresenta o resultado das variáveis que mais contribuíram com o “peso” na composição da matriz da distância generalizada de

Mahalanobis. Verificou que as variáveis peso de 1000 sementes, produtividade, espessura, comprimento e relação C:L, foram responsáveis por 100% da contribuição relativa da matriz de distância gerada, demonstrando que qualquer agrupamento gerado a partir dessa matriz será mais relacionado a essas características dos grãos.

**Tabela 15.** Contribuição relativa dos caracteres quantitativos associados ao grão de variedades tradicionais de milho, para divergência – Singh (1981) baseada na distância generalizada de Mahalanobis. Benjamin Constant, AM.

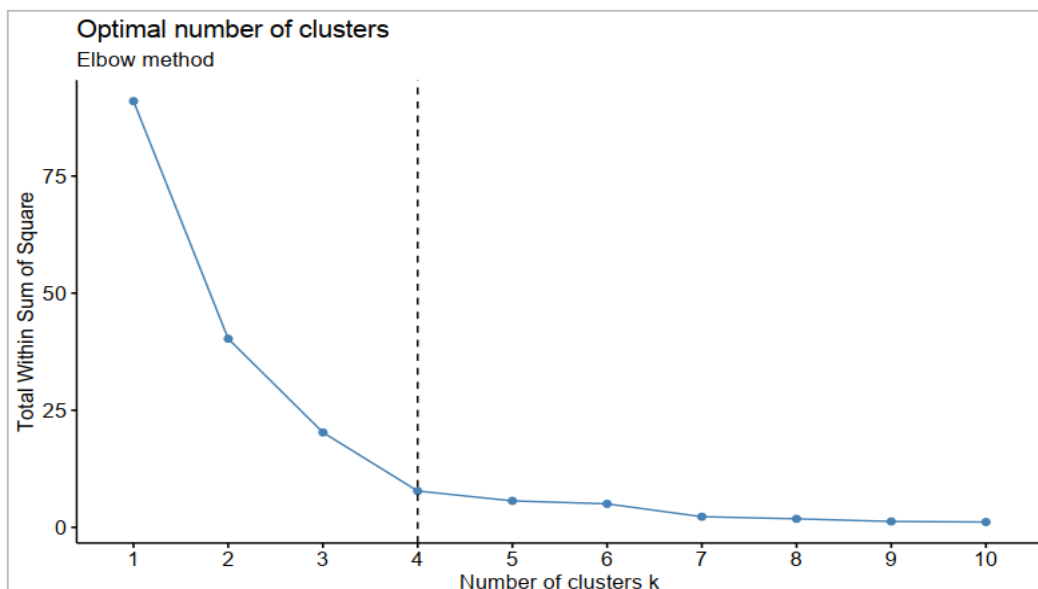
VARIÁVEL	S.j(1)	VALOR(%)	S.j(2)	VALOR(%)
P1000	3486,8	48,1	3486,8	28,3
PROD	3428,6	47,3	3428,6	27,9
ESP	2640,9	36,5	2640,9	21,5
COMP	1518,4	21,0	1518,4	12,3
C: L	1227,1	16,9	1227,1	10,0
LARG	-272,7	-3,8	0,0	0,0
PGRAOS	-4787,5	-66,1	0,0	0,0
Total	7241,6		12301,8	

Variáveis: COMP – comprimento do grão (mm); LARG – largura do grão (mm); ESP – espessura do grão (mm); C: L - relação comprimento: largura; PGRAOS – peso de grãos por espiga (g); P1000 - peso de 1000 sementes (g); PROD - produtividade ( $t/ha^{-1}$ ).

Em programas de melhoramento, especificamente nos testes com acessos, o uso da metodologia de Sing (1981) tem por finalidade determinar a relevância dos caracteres de interesse (Gurgel *et al.*, 2012).

Diferentemente, as características largura (mm) e peso de grãos por espiga (g) não foram relevantes, sugerindo descartá-las em estudos futuros. Contudo, posteriormente ao descarte desses caracteres, deve-se ter acompanhamento criterioso, a fim de verificar se o agrupamento inicial, bem como, as características de interesse do melhoramento, manter-se-ão, mediante a continuidade da avaliação do material estudado (Gurgel *et al.*, 2012).

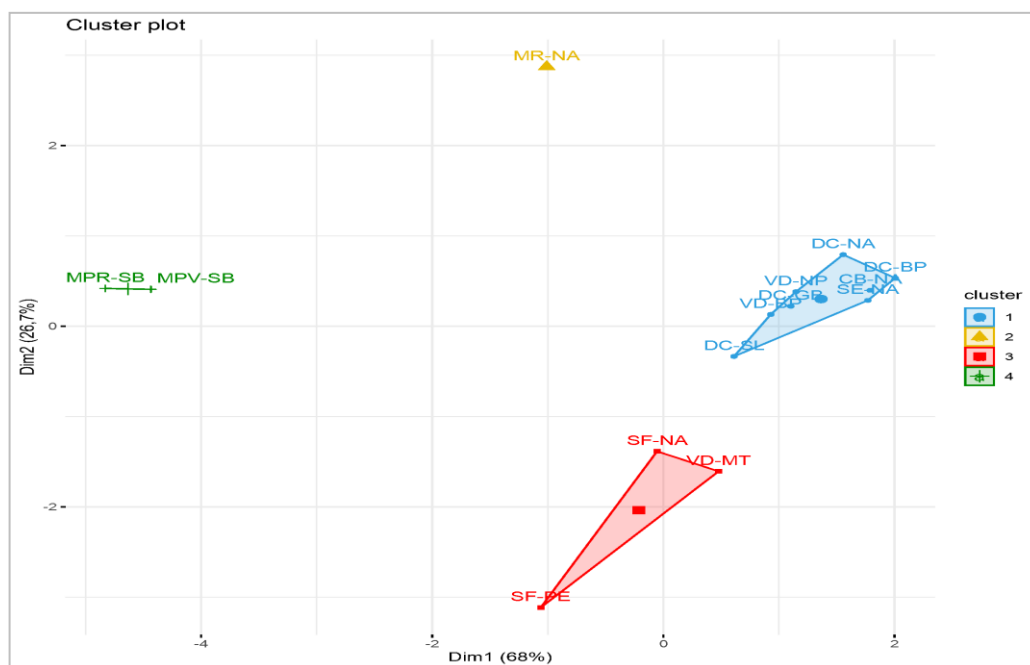
Paralelamente, para as características avaliadas nos grãos, o método elbow sugeriu a formação de  $k = 4$  agrupamentos como ideal para representar os resultados deste trabalho (Figura 21). O uso deste método garante no agrupamento de indivíduos distintos uma boa aproximação de  $k$ , haja vista que o menor erro quadrático médio poderá definir o ponto de máxima curvatura, indicando a trajetória da dissimilaridade interna e externa (Oliveira *et al.*, 2017). Nesse sentido, a formação de clusters pôde ser determinada em acordo com a acentuação da curvatura proposta pelo método elbow.



**Figura 21.** Número de grupos propostos pelo método elbow para o algoritmo K-means, considerando as características quantitativas associadas ao grão de variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, AM. 2020.

Conforme estabelecido pelo método do cotovelo, o gráfico do K-means (Figura 22), plotados nos dois primeiros componentes principais (Dim1 e Dim2) explicou  $68,0 + 26,7 = 94,7\%$  da variabilidade dos resultados, onde foram representados os 14 acessos de milho em quatro clusters diferentes. O agrupamento de indivíduos em clusters é uma técnica de mineração muito utilizada para analisar grandes volumes de dados que apresentem variações, e tem por finalidade agrupar indivíduos com características comuns no cluster, mas também visa o agrupamento de indivíduos distintos em clusters diferentes (Syakur *et al.*, 2018).

Dessa maneira, baseado no algoritmo K-means, no cluster 1 ficaram alocadas os grupos varietais (DC, VD, CB e SE); no cluster 2 ficou isolado o grupo varietal (MR); o cluster 3 foi composto pelos grupos varietais (SF e VD-MT); e, por fim, o cluster 4 foi composto pelos grupos varietais (MPR e MPV). A aplicação dessa metodologia pôde explicar, mediante avaliação dos dados multicategóricos dos grãos de milho provenientes das comunidades do município de Benjamin Constant, que há variabilidade genética entre as variedades tradicionais, reforçada pela alocação de indivíduos em clusters distintos. Assim, como constatado nas análises dos dados associados à planta e à espiga, os grupos varietais “Mole palha roxa” e “Mole palha verde”, procedentes da comunidade São Sebastião, e milho “Mole roxo”, da comunidade Nova Aliança, são peculiares quando comparados aos demais acessos.

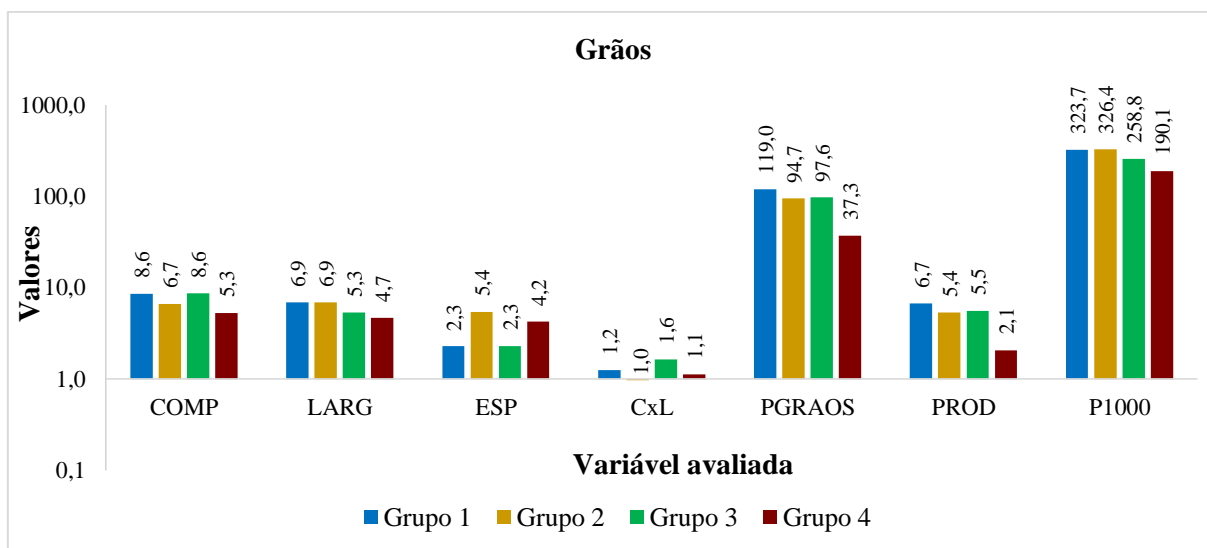


**Figura 22.** Grupos de variedades tradicionais de milho, considerando algoritmo K-means. a partir de características quantitativas associadas ao grão. Benjamin Constant, AM. 2020.

Variedade - procedência: Dente de cavalo - Bom Pastor II (DC-BP); Dente de cavalo – Guanabara (DC-GB); Dente de cavalo - Nova Aliança (DC-NA); Dente de cavalo - Santa Luzia (DC-SL); Varudo - Mato Grosso (VD-MT); Varudo - Nova Paulina (VD-NP); Varudo - Bom Pastor II (VD-BP); Sabugo fino - Porto Espiritual (SF-PE); Sabugo fino - Nova Aliança (SF-NA); Mole roxo - Nova Aliança (MR-NA); Mole palha verde - São Sebastião (MPV-SB); Mole palha roxa - São Sebastião (MPR-SB); Cubano - Nova Aliança (CB-NA); Serrano - Nova Aliança (SE-NA).

A Figura 23 apresenta as médias de cada variável alocada nos clusters do K-means. O cluster 1 mostrou maiores valores de comprimento, largura, peso de grãos por espiga e produtividade. O cluster 2 apresentou maiores valores para as variáveis largura, espessura e peso de 1000 sementes. O cluster 3 representou maior valor para a relação C: L, mas observaram-se valores iguais ao cluster 1 para as variáveis comprimento e espessura, indicando que os acessos destes clusters podem ter, em algum momento, compartilhado material gênico entre si. A expressão fenotípica destes materiais é determinada, dentre outros fatores, pela seleção e pelo cruzamento praticado nos sistemas de produção locais, o que pode propiciar a introgressão de características de interesse aos agricultores.

A variabilidade genética do milho resulta dos altos níveis de variação de seus caracteres, bem como suas respostas aos diferentes ambientes e manejo empregado ao longo do tempo (Gaspar *et al.*, 2010). Distintamente, o cluster 4 apresentou valores menores para as características comprimento, largura, peso de grãos por espiga, produtividade e peso de 1000 sementes, ou seja, de maneira geral, oposto aos demais grupos.



**Figura 23.** Médias de cada variável dos grupos formados pelo algoritmo K-means, a partir de características quantitativas associadas ao grão, em variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, AM. 2020.

Variáveis: COMP – comprimento do grão (mm); LARG – largura do grão (mm); ESP – espessura do grão (mm); C: L - relação comprimento: largura; PGRAOS - peso de grãos por espiga (g); P1000 - peso de 1000 sementes (g); PROD - produtividade ( $t\ ha^{-1}$ ).

Na análise de componentes principais das características avaliadas nos grãos (Tabela 16), as variáveis como maiores “pesos” no primeiro componente principal Dim.1 foram o peso de grãos por espiga e produtividade, que juntas somaram 40,6%. No componente principal Dim.2, as variáveis relação C: L e espessura, foram aquelas que mais contribuíram para tal variabilidade, somando 69,2%.

**Tabela 16.** Contribuição relativa das variáveis associadas ao grão para os cinco primeiros componentes principais e autovalores da contribuição de cada dimensão para a análise de componentes principais (PCA), em variedades tradicionais de milho do município de Benjamin Constant, AM. 2020.

Variável	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.4	Dim.5
COMP	17,7	6,5	0,2	34,0	3,7
LARG	14,3	15,3	4,1	19,9	10,0
ESP	10,0	20,1	61,0	4,4	3,7
C: L	0,5	49,1	22,0	2,7	1,0
PGRAOS	20,3	0,1	4,6	19,0	6,2
PROD	20,3	0,1	4,9	19,2	5,1
P1000	17,0	8,7	3,3	0,7	70,3
Total	100	100	100	100	100
Autovalores	4,8	1,9	0,2	0,1	0,0
Autovalores (%)	68,0	26,7	3,4	1,4	0,4

Variáveis: COMP – comprimento do grão (mm); LARG – largura do grão (mm); ESP – espessura do grão (mm); C: L - relação comprimento: largura; PGRAOS – peso de grãos por espiga (g); P1000 - peso de 1000 sementes (g); PROD - produtividade ( $t\ ha^{-1}$ ).

Conforme mostrado no gráfico do K-means, as duas primeiras dimensões da análise que sempre captam maior parte da variabilidade, e foram responsáveis por explicar 94,7% da variabilidade total dos resultados. Nesse sentido, Hongyu *et al.* (2015), em um estudo teórico da aplicação e interpretação da análise de componentes principais, observaram que os autovalores dos dois primeiros componentes são suficientes para explicar a variação dos resultados e, conseqüentemente, as características testadas em análises de divergência genética.

Gaspar *et al.* (2010), ao caracterizar populações de milho nativos de Molcaxac, Puebla, no México, verificaram que os três primeiros componentes principais foram capazes de explicar 57,8 % da variação fenotípica observada nas populações estudadas. Por outro lado, Vázquez *et al.* (2014), avaliando vinte e quatro variedades de milho azul Chalqueño por meio da seleção por múltiplos caracteres, constataram que os dois primeiros componentes explicaram 69,8% da variação total avaliada e que sua contribuição foi suficiente para representar a variabilidade total.

Nesse sentido, em posse dos resultados deste método, pode-se definir quais as variáveis foram determinantes para a variabilidade dos acessos avaliados, quando considerando aspectos intrínsecos aos grãos das variedades locais. Isto implica dizer que é possível selecionar aqueles materiais com características desejáveis ao melhoramento.

Portanto, as análises estatísticas associadas aos grãos explicaram dissimilaridade entre as variáveis avaliadas. Estas características quali-quantitativas podem ser suficientes em estudos de caracterização e da divergência genética de acessos de milho, podendo ser necessário emprego de outras metodologias que possam ampliar o conjunto de informações até aqui descritos.

## 6. CONCLUSÕES

1 - Os resultados obtidos nesse trabalho revelaram que o conjunto de 42 caracteres morfoagronômicos foram suficientes para indicar variabilidade entre os 14 acessos de milho tradicional oriundo do município de Benjamin Constant, Amazonas.

2 - Os 14 acessos de milho avaliados apresentaram dissimilaridade entre si, considerando os dados quantitativos associados à planta, à espiga e aos grãos.

3 - Os métodos de agrupamento utilizados revelaram a formação de 3, 4 e 4 grupos quando considerado os dados biométricos da planta; 3, 3 e 4 grupos quando considerado os dados biométricos da espiga e 3, 3 e 4 grupos quando considerado os dados biométricos do grão, dependendo do método de agrupamento utilizado.

4 - As variáveis que mais contribuíram para a dissimilaridade entre os acessos avaliados foram: número de internódios, comprimento da folha, número total de folhas, altura da planta, diâmetro do colmo, altura da espiga principal, número de folhas acima da espiga principal, número de ramificações do pendão; diâmetro da espiga despilhada, peso da espiga despilhada, diâmetro do sabugo, comprimento da espiga despilhada, comprimento da espiga empalhada, peso da espiga empalhada, e número de fileiras de grão na espiga; peso de 1000 sementes, produtividade (t/ha-1), espessura (mm), comprimento (mm), relação (CxL), o peso de grãos por espiga (g) e espessura (mm), considerando a metodologia utilizada (Sing, 1980 e CP).

5 – Comprovou-se a existência de variabilidade genética entre os acessos avaliados. O acesso mole roxo oriundo da comunidade Nova Aliança e os acessos mole palha verde e mole palha roxa da São Sebastião foram os genótipos mais distintos, quando comparadas aos outros materiais.

6 - Os genótipos utilizados na pesquisa mostram potencial para introdução em programas de melhoramento, principalmente, no melhoramento participativo e *in situ*. Bem como podem ser incorporados aos sistemas produtivos da região do Alto Solimões. Contudo, necessitam de novos estudos que tenham por finalidade investigar outros aspectos agrônômicos, como, produtividade, adubação, fitossanidade e tecnológicos.

7 – Este importante patrimônio da agrobiodiversidade da região do Alto Solimões, criado e conservado pelas populações tradicionais humanas ao longo do tempo, por muitas gerações, deve ser valorizada e mantida em bancos de germoplasmas, para garantir a conservação desse material genético pelas instituições de pesquisas que atuam na Amazônia.



## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, L.; *et al.* 2007. Avaliação do rendimento socio-econômico de variedades crioulas e híbridos comerciais de milho na microregião de Chapecó. *Rev. Bras. Agroecologia*, 2 (1): 1230–1233.
- AIBA - Associação de Agricultores e Irrigantes da Bahia. 2016. Classificação de grãos passo a passo: milho, soja e feijão. Disponível em: <https://aiba.org.br/wp-content/uploads/2017/01/Carilha-Classificacao-de-Graos-Versao-Digital.pdf>. Acesso em 19 de junho de 2022.
- Almeida, RD.; Peluzio, J.M.; Afférri, F.S. 2011. Divergência genética entre cultivares de soja, sob condições de várzea irrigada, no sul do Estado Tocantins. *Revista Ciência Agronômica*, 42 (1): 108-115.
- Alvares, C. A.; *et al.* 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22: 711-728.
- Amorim, L.O.; Curado, F.F.; BARTH, V.J. 2018. Identificação de Variedades Crioulas em Bancos de Sementes Familiares no Alto Sertão Sergipano, Brasil. *Cadernos de Agroecologia*, 13 (1): 06p. In: Anais do VI Congresso Latino Americano de Agroecologia, X Congresso Brasileiro de Agroecologia e V Seminário do Distrito Federal e Entorno. Disponível em: <http://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/832>. Acesso em: 22 de junho de 2022.
- Araújo, C.M.M. 2013. *Análise genética em variedades crioulas de pimenta murupi (Capsicum chinense Jacq.) da Amazônia*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. 60p.
- Araújo, P.M.; Nass, L.L. 2002. Caracterização e avaliação de populações de milho crioulo. *Scientia Agricola*, 3: 589–593.
- Argenta, G.; Silva, P. R. F.; Sangoi, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. *Ciência Rural*, 31 (6): 1075-1084, 2001.
- Arruda, M.R.; *et al.* 2014. *Amostragem e cuidados na coleta de solo para fins de fertilidade*. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental. 22p. (Documentos, 115).
- Beadle, G.W. 1980. The ancestry of corn. *Sci. American*, 5: 112-119.
- Bergamaschi, H; Matzenauer, R. 2014. *O milho e o clima*. Rio Grande do Sul: Emater, 53. DOI: <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>. 85p.
- Brasil. 2016. Conselho Nacional de Saúde. *Resolução nº 510 de 07 de abril de 2016*. 59ª Reunião Ordinária: Publicada no DOU nº 98 – terça-feira, 24 de maio de 2016. 10p.
- Brasil. 2003. *Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003*. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas e da outra providencias. Presidência da República: Subchefia para Assuntos Jurídicos. Brasília, 13 de julho de 2003.
- Brasil. 1997. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Descritores mínimos do milho (Zea mays L.)*. Disponível em: <http://agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuários/insumos-agrícolas/proteção-de-cultivar/agrícola> Acesso em 09 de setembro de 2019. 13p.

- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para análises de sementes-RAS*. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 2009. 398pp.
- Burg, I.C. 2017. *As estratégias de conservação on farm e as ameaças de erosão genética e do conhecimento associado às variedades crioulas de milho de agricultores familiares do município de Novo Horizonte - SC*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina. 371pp.
- Burle, M.L.; Oliveira, M.S.P. 2010. Manual de curadores de germoplasma Vegetal: Caracterização Morfológica. Documentos, 312. Brasília, DF: *Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia*. 16p.
- Calle, D.A.C.; Noda, H.; Vieira, G. 2013. Conservação de Recursos Genéticos vegetais *in situ* em comunidades rurais amazônicas: o caso da Reserva Extrativista Rio Jutai, AM. In: Noda, H.; Noda, S.N.; Laques, A.E.; Léna, P. *Dinâmicas socioambientais na agricultura familiar na Amazônia*. Wega. Manaus, Amazonas. p.149-174.
- Campbell, N. A., Atchley, W. R. 1981. The geometry of canonical variate analysis. *Systematic Biology*. 30: 268-280. Disponível em: <http://sysbio.oxfordjournals.org/content/30/3/268.full.pdf>. Acesso em: 13 de março de 2020.
- Cancellier, L.L.; Afférrri, F.S.; Cruz, O.S.; Peluzio, J.M.; Melo, A.V. 2011. Desempenho de populações de milho para produção de grãos e consumo *in natura* no Estado de Tocantins. *Revista Ciência Agronômica*, 42 (2): 542-553.
- Cardoso, J.M.; Ribeiro, Q.V.; Athayde Sobrinho, C.; Setubal, W. 2009. Produtividade de espigas verdes de híbridos comerciais de milho em Teresina, PI. *Horticultura Brasileira*. Disponível em: [http://www.abhorticultura.com.br/EventosX/Trabalhos/EV\\_3/A1820\\_T3611\\_Comp.pdf](http://www.abhorticultura.com.br/EventosX/Trabalhos/EV_3/A1820_T3611_Comp.pdf). Acesso em 29 de março de 2022.
- Cardoso, M.J.; Ribeiro, V.Q.; Melo, F.B. 2011. Performance de cultivares de milho-verde no município de Teresina, Piauí. Comunicado Técnico, 227. Teresina, Piauí. *Embrapa Meio-Norte*. 4pp.
- Carneiro, R.P.; Gomes, J.A.; Souza, N.M.; Garcia, L.C. 2020. Características de cultivo e análises sensoriais do milho crioulo. In: 18º CONEX - Encontro Conversando sobre Extensão na UEPG e 3º EAEX - Encontro Anual de Extensão Universitária. Disponível em: [https://siseve.apps.uepg.br/pt\\_BR/eaexconex2020](https://siseve.apps.uepg.br/pt_BR/eaexconex2020). Acesso em: 17 de fevereiro de 2022.
- Chaves, M.H.M.; Dudek, G.; Lima, B.C.; Martins, A.G.; Missio, V.C.; Missio, R.F. 2020. Caracterização morfológica e agrônômica de acessos de milho crioulo do Banco de Germoplasma da UFPR. *Brazilian Journal of Development*, 6 (10): 82646- 82667. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n10-626>.
- Clement, C.R.; Freitas, F.O.; Romão, R.L. 2015. As origens da agricultura na América do Sul. In: In: Veiga, R.F.A.; Queiróz, M.A. *Recursos fitogenéticos: a base da agricultura sustentável no Brasil*. Editora da UFV. p.30-38.
- Coimbra, R.R.; Miranda, G.V.; Cruz, C.D.; Melo, A.V.; Eckert, F.R. 2010. Caracterização e divergência genética de populações de milho resgatadas do Sudeste de Minas Gerais. *Revista Ciência Agronômica*, 41: 159–166. DOI: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.2010002>.
- Colombo, A.G.; Melo, V.A.; Taubinger, M.; Luz, S.L.O.; Varanda, A.F.M.; Luz, S.L. M. 2012. Desempenho de híbridos experimentais e comerciais de milho para aptidão de consumo *in natura*, sob condições de alta e baixa adubação fosfatada. In: XXIX Congresso Nacional de

Milho e Sorgo. Águas de Lindóia, SP, de 26 a 30 de agosto de 2012. Disponível em: <http://www.abms.org.br/eventos>. Acesso em: 28 de março de 2022.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. 2021. CONAB estima produção total de 289,6 milhões de toneladas de grãos para safra 2021/22. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4213-conab-estima-producao-total-de-289-6-milhoes-de-toneladas-de-graos-para-safra-2021-22>. Acesso em 18 de setembro de 2021.

Costa, A. M.; Spehar, C. R. 2012. Base Genética da Diversidade. In: Costa, A.M.; Spehar, C.R.; Sereno, J.R.B. (Ed.). *Conservação de recursos genéticos no Brasil*. v1. Embrapa Cerrados, Brasília, DF. p.28-59.

Costa, F.A.; Bittar, D.Y.; Silva, E.R. 2018. Características morfológicas na cultura do milho adubado com nitrogênio em diferentes estádios fenológicos. *Ipê Agronomic Journal*. 2 (1): 4-13.

Costa, F.M.; Silva, N.C.A.; Vidal, R.; Veasey, E.A. 2020. Origen, domesticación y dispersión del maíz en las Américas. In: Silva, N.C.A.; Costa, F.M.; Vidal, R.; Veasey, E.A. (Org). *Maíces de las tierras bajas de américa del sur y conservación de la agrobiodiversidad en Brasil y Uruguay*. Atena. Ponta Grossa, Paraná, 2020. p.1-24.

Costa, G.G.; Albuquerque, J.H.A.; Sobral, S.D.C.; Nascimento, M.R.; Santos, P.R.; Melo, G.G.; Lobato, M.G.R.; Brito, K.S. 2021. Prospecção de variedades crioulas de milho para sistema de cultivo orgânico. *Brazilian Journal of Development*, 7 (9): 88815-88833. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n9-172>.

Costa, M. F.; *et al.* 2016. Caracterização e divergência genética de populações de *Casearia grandiflora* no cerrado Piauiense. *Floresta e Ambiente*, 23: 387-396. DOI: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.007115>.

Cortés, N.G.; Espino, H.S.; Cabral, J.C.E.; Muñoz, J.A.C.; Jiménez, L.T. 2016. Características y propiedades del maíz (*Zea mays* L.) criollo cultivado en guascalientes, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7 (3): 669-680.

Crispim, D.L.; Fernandes, L.L.; Albuquerque, R.L.O. 2019. Aplicação de técnica estatística multivariada em indicadores de sustentabilidade nos municípios do Marajó-PA. *Revista Principia*, 46: 145-154.

Cruz, C.D. 2004. *Programa genes: aplicativo computacional em genética e estatística versão Windows*. Viçosa, Minas Gerais: UFV. 442pp.

Cruz, C.D.; Carneiro, P.C.S. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 2ª ed. Viçosa: UFV, 2006. 585pp.

Cruz, C. D.; Regazzi, A. J.; Carneiro, P. C. S. 2012. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 4a ed. Viçosa, Minas Gerais: UFV. 514pp.

Cruz, J.C.; Pereira Filho, I.A.; Garcia, J.C.; Duarte, J.O. 2010. Cultivo do Milho. Sistemas de Produção, 2. *Embrapa Milho e Sorgo*. 08p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/27037/1/Plantio.pdf>. Acesso em 15 de fevereiro de 2022.

Cunha, A.S.S.; Jesus, J.M.I.; Buso, W.H.D. 2017. Desempenho de milho crioulo e híbridos sob a aplicação de doses de nitrogênio em cobertura no cerrado. *Tecnol. & Ciên. Agropec*, 11 (1): 45-51.

Cunha, K.S. 2010. *Marcadores moleculares aplicados à seleção recorrente recíproca de*

*famílias de irmãos completos em milho (Zea mays L.)*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campo dos Goytacazes, Rio de Janeiro. 86pp.

Cunha Neto, V.F. 2017. *Desenvolvimento e produtividade de cultivares de milho (Zea mays) em ambiente de várzea e estufa de cultivo*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, Pará. 67pp.

Dácio, A.I.C. 2017. *Segurança alimentar e conservação nos agroecossistemas no Alto Solimões, Amazonas*. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 163pp.

Dantas, A.C.A.; Nunes, G.H.S.; Araújo, I.S.; Albuquerque, L.B. 2012 Caracterização molecular de acessos de melão coletados no Nordeste Brasileiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 34 (1): 183-189. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452012000100025>.

Deon, T. 2021. Tipos de grãos de milho: tudo o que você precisa saber para fazer a escolha certa. *Lavoura: aegro*. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/wp-content/uploads/2021/02/tipos-de-graos-de-milho-20210209173923.pdf>. Acesso em 07 de junho de 2022.

Dias, M.A.R.; Melo, A.V.; Santos, V.M.; Santos, D.P.S.; Nunes, H.V. 2018. Divergência genética entre progênies de milho na região centro-sul do estado do Tocantins. *Revista Engenharia na Agricultura*, 26 (6): 483-496. DOI: <https://doi.org/10.13083/reveng.v26i6.726>.

Doebley, J. 1990. Molecular evidence for gene flow among *Zea* species. *BioScience*, 40 (6): 443-448. DOI: <https://doi.org/10.2307/1311391>.

Dovale, J. C.; Fritsche-Neto, R.; Silva, P. S. L. 2011. Índice de seleção para cultivares de milho com dupla aptidão: minimilho e milho verde. *Bragantia*, 70 (4): 781-787.

Duraes, F.O.M. 1999. Prolificidade? Melhoramento do milho. Cultivar. Embrapa. Disponível em: <https://www.ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/40407/1/Prolificidade-habilidade.pdf>. Acesso em 12 de março de 2022.

Eicholz, E. D.; Bevilaqua, G.A.P.; Antunes, I.F.; Bernardi, A.; Schiavon, J.S.; Neumann, F.F. 2017. Produção de Sementes e Conservação de Variedades de Milho de Polinização Aberta e Crioulos. Documentos, 44. Pelotas: *Embrapa Clima Temperado*. 38pp.

Eicholz, E. D.; Eicholz, M.; Seiter, R.; Acosta, T. F.; Tatto, F. R. 2015. Características das sementes de milho crioulo conservados na Embrapa Clima Temperado. In: Anais do Simpósio de Recursos Genéticos para America Latina e Caribe. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/133109/1/anais-simposio-de-recursos-geneticos182.pdf>. Acesso em 15 de maio de 2022.

Eicholz, E.D.; Oliveira Filho, A. 2017. Análise da variabilidade do milho crioulo da coleção da Embrapa Clima Temperado. In: Anais da 62ª Reunião Técnica Anual da Pesquisa do Milho 45ª Reunião Técnica Anual da Pesquisa do Sorgo. Disponível em: [http://www.abms.org.br/eventos\\_anteriores/rtams\\_2017/trabalhos\\_anais/1417.pdf](http://www.abms.org.br/eventos_anteriores/rtams_2017/trabalhos_anais/1417.pdf). Acesso em 05 de março de 2022.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2015. Pesquisa, desenvolvimento e inovação: MAPA estende recomendação de cultivares de milho produtivas para o Amazonas. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/4218827/mapa-estende-recomendacao-de-cultivares-de-milho-produtivas-para-o-am>. Acesso em 08 de dezembro de 2019.

Faleiro, F.G. 2011. Aplicações de marcadores moleculares como ferramenta auxiliar em

programas de conservação, caracterização e uso de germoplasma e melhoramento genético vegetal. In: Faleiro, F.G.; Andrade, S.R.M.; Reis Junior, F.B. (Ed.). *Biotechnologia: estado da arte e aplicações na agropecuária*. Embrapa Cerrados, Planaltina, DF. p.55-120.

Faria, P.N.; Cecon, P.R.; Silva, A.R.; Finger, F.L.; Silva, F.F.; Cruz, C.D.; Sávio, F.L. 2012. Métodos de agrupamento em estudo de divergência genética de pimentas. *Horticultura Brasileira*, 30 (3): 428-432.

Federação das Industrias do Estado de São Paulo – FIESP. 2021. Informativo: Safra mundial de milho 2021/22 – 1º Levantamento do USDA. Maio, 2021. Disponível em: <https://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-milho-2>. Acesso em 18 de setembro de 2021.

Fernandes, G. B. 2017. Sementes Crioulas, Varietais e Orgânicas para a Agricultura Familiar: Da exceção Legal à Política Pública. *AS-PTA Agricultura Familiar e Agroecologia*. Disponível em: [https://www.agroecologia.org.br/wp-content/uploads/2017/09/144174\\_politica-nacional\\_WEB.pdf](https://www.agroecologia.org.br/wp-content/uploads/2017/09/144174_politica-nacional_WEB.pdf). p.327-358. Acesso em abril de 2021.

Ferreira P.V. 1991. *Estatística experimental aplicada à Agronomia*. Maceió: EDUFAL, 437pp.

Food and Agriculture Organization of the United Nations International - FAO. 2019. Dados para cultura do milho no Brasil: Disponível em: <http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1194128/> 2019. Acesso em 24 de setembro de 2019.

Food and Agriculture Organization of the United Nations International - FAO. 2002. The role of women in the conservation of the genetic resources of maize. *Plant Genetic Resources Institute*, <http://www.fao.org/3/y3841e/y3841e04.htm#TopOfPage>. Acesso em 15 de setembro de 2019. Rome, Guatemala.

Freitas, F.O. 2001. *Estudo genético-evolutivo de amostras modernas e arqueológicas de milho (Zea mays, L.) e feijão (Phaseolus vulgaris, L.)*. Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, São Paulo. 144pp.

Gaspar, E.A.; Torres, E.O.; López, P.A.; Romero, G.L. 2010. Caracterización y rendimiento de poblaciones de maíz nativas de Molcaxac, Puebla. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 33 (4): 287-296.

Guerreño, J.O.; Talavera, C.A.L.; Villalba, J.D.G. 2019. Guía técnica cultivo de maíz. FCA, UMA. San Lorenzo, Paraguay, 48p. Disponível em: [https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt\\_04.pdf](https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt_04.pdf). Acesso em abril de 2022.

Gomes, F.S.; Santos, R.A.; Magalhães, D.B.; Bebé, F.V. 2019. Características de crescimento e desenvolvimento do milho crioulo com diferentes adubações orgânicas. *Cadernos de Ciências Agrárias*, 11: 1-8.

Grigolo, S.; Fioreze, A.C.C.L.; Vacari, S.D.J. 2018. Implicações da análise univariada e multivariada na dissimilaridade de acessos de feijão comum. *Revista de Ciências Agroveterinárias* 17 (3): 351-360. DOI: <https://doi.org/10.5965/223811711732018351>.

Gurgel, F.L.; Nascimento, W.M.O.; Ribeiro, O.D.; Bhering, L.L. 2012. Importância relativa de caracteres e dissimilaridade em acessos de camucamuzeiro. In: XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura. Bento Gonçalves, RS, de 22 a 26 de outubro, 2012.

- Hernández, J.A.S. 2012. El origen y la diversidad del maíz en el continente Americano. 2da ed. Greenpeace. México, 37p. Disponível em: <https://www.greenpeace.org/mexico>. Acesso em 20 de junho de 2022.
- Hernández, E.S.; Lázaro, E.C.; Hernández, R.S. 2015. Productividad y caracterización varietal de maíces nativos (*Zea mays* L.) colectados en Tabasco, México. *Acta agrícola y pecuaria*, 1 (1): 7-15.
- Higa, R.H.; Giachetto, P.F.; Yamagishi, M.E.Ba.; Ibelli, A.M.G.; Regitano, L.C.A.; Cardoso, F.F. 2010. Análise de agrupamento de dados de expressão gênica na Rede Genômica Animal. Comunicado Técnico, 101. Campinas, SP. *Embrapa Informática Agropecuária*. 11pp.
- Hongyu, K.; Sandanielo, V.L.M.; Oliveira Junior, G.J. 2015. Análise de Componentes Principais: resumo teórico, aplicação e interpretação. *E&S - Engineering and Science*, 5 (1): 83-90. DOI: <https://doi.org/10.18607/ES20164053>.
- IPGRI - International Plant Genetic Resources Institute. 2000. Descritores para o milho. International Maize and Wheat Improvement Center. Rome: IPGRI: 46pp.
- IPGRI - International Plant Genetic Resources Institute. 1991. Descriptors for Maiz. International Maize and Wheat Improvement Center. Rome: IPGRI. 100pp.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2021. Dados do Estado do Amazonas: Dados Demográficos do Censo 2020. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br>. Acesso em setembro de 2021.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2021. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola Estatística da Produção Agrícola. In: Indicadores IBGE. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br>. Acesso em setembro de 2021.
- Jain, A.K. 2010. Data clustering: 50 years beyond K-means. *Pattern Recognition Letters*, 31: 651-666.
- Juárez, E.M.G.; Martínez, D.L.A.; Juárez, A.D.G. 2020. Estudio de mercado del maíz azul (*Zea mays* l.) en México. In: Orozco, A.S.C.; Payares, O.B. Innovación empresarial en Mercadotecnia: Casos y aplicaciones. *Red Iberoamericana de Academias de Investigación*, A.C. Xalapa, Veracruz, México. p.35-54.
- Kassambara, A.; Mundt, F. Factoextra: Extract and visualize the results of multivariate data analyses. R package version. 1.0. 3, 2015.
- Lago, M.C. 2019. *Percepções sobre as mudanças climáticas na Amazônia em comunidades Ticuna das terras indígenas Éwara I e Éwara II, Alto Solimões-AM*. Dissertação de Mestrado Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas. 95pp.
- Leão, J.M. 2018. *Conservação de variedades locais de melão caboclo (Cucumis melo Linnaeus) por agricultores familiares da Amazônia Ocidental*. Dissertação de Mestrado Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas. 62pp.
- Lima, B.C.; Dudek, G.; Chaves, M.H.M.; Martins, A.G.; Missio, V.C.; Missio, R.F. 2020. Diversidade genética em acessos de milho crioulo. *Brazilian Journal of Development*, 6 (10): 82712-82726. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n10-631>.
- Lima, L.S.C.F.; Fachini, C.; Silva, V.R.; Borges, J.R.P.; Forti, V.A. 2022. Maíz criollo del suroeste de São Paulo, Brasil: diversidad y calidad de semillas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13 (1): 15-28. DOI: <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i1.2790>.
- Lopes, M.; Noda, H. 2021. História ambiental no Alto Solimões, Amazonas: construções e

(re)construções em comunidades indígenas e ribeirinhas a partir da dinâmica da vida e do trabalho. *Revista Tellus*, (46): 53-83. DOI: <http://dx.doi.org/10.20435/tellus.v21i46.765>.

Lopes, L.A.; *et al.* 2014. Variabilidade genética entre cultivares de soja, quanto ao rendimento de óleo, no estado do Tocantins. *Comunicata Scientiae*, 5 (3): 279–285.

Luqui, L.L.; Zárate, N. A.H.; Vieira, M.C.; Torales, E.P.; Moreno, L.B.; Miyashiro, M.R. 2014. Avaliação da capacidade expansiva de grãos de linhagens de milho pipoca preto. In: Anais Workshop de Melhoramento Vegetal: Contribuições, Avanços e Perspectivas para o Cerrado Brasileiro, Dourados, MS: Embrapa, 2014. Disponível em: <http://www.cpa0.embrapa.br/cds/cdmelhoramento>. Acesso em: 05 de junho de 2022.

Machado, A.T.; Santilli, J.; Magalhães, R. 2008. A agrobiodiversidade com enfoque agroecológico: implicações conceituais e jurídicas. Brasília, Distrito Federal. *Embrapa Informações Tecnológica*. 98pp.

Magalhães, P.C.; Borghi, E.; Karam, D.; Pereira Filho, I.A.; Rios, S.A.; Samuel Campos Abreu.; Landau, E.C.; Guimarães, L.J.M.; Pastina, M.M.; Durães, F.O.M. 2020. Desenvolvimento do milho segunda safra: fatores genético-fisiológicos, plataforma de conhecimento e práticas de manejo de cultivo e uso, visando sustentabilidade de produção e produtividade no binômio soja/milho. Documentos 258. Sete Lagoas, Minas Gerais. *Embrapa Milho e Sorgo*. 45pp.

Magalhães, P.C.; Durães, F.O.M. 2006. Fisiologia da Produção de Milho. Circular Técnica, 76. Sete Lagoas, Minas Gerais. *Embrapa Milho e Sorgo*. 10pp.

Magalhães, P.C.; Durães, F.O.M.; Carneiro, N.P.; Paiva, E. 2002. Fisiologia do Milho. Circular Técnica, 22. Sete Lagoas, Minas Gerais. *Embrapa Milho e Sorgo*. 23pp.

Martel, J.H.I.; Clement, C.R. 1986. Comparação preliminar da área foliar de três acessos de pupunha (*bactris gasipaes* h.b.k. palmae) oriundos de três populações distintas da Amazônia ocidental. *Acta Amazônica*, 17: 13-18.

Martins, A.L.U. 2016. *Conservação da agrobiodiversidade: saberes e estratégias da agricultura familiar na Amazônia*. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 215pp.

Martins, H.L.P. 2015. *Variabilidade genética e conservação de Cucurbita maxima Duchesne pela agricultura familiar na Amazônia Centro-Occidental*. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 153pp.

Matos, D.M.; Gomes, S.P.; Rocha, A.C.; França, A.A.; Aguiar, M.I.; Silva, F.D.B. 2020. Cultivo de milho crioulo para silagem em sistemas tradicional e agroflorestal. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 15 (1): 93-99.

Miranda, J.E.C.; Resende, H.; Valente, J.O. 2002. Plantio de milho para silagem. Comunicado Técnico, 27. Juiz de Fora, Minas Gerais. *Embrapa Gado e Leite*. 8pp.

Moreno, Y.S.; Salinas, C.G.; Estrada, B.C.; Martínez, V.A. V. 2013. Variabilidad en contenido y tipos de antocianinas en granos de color azul/morado de poblaciones mexicanas de maíz. *Revista fitotecnia mexicana*, 36 (3): 285–294.

Nascimento, A.M.; Costa, F.B.; Silva, J.L.; Gadelha, T.M.; Formiga, A.S. 2018. Parâmetros físicos de espigas de milho verde produzido em sistema convencional utilizando enraizante comercial. In: Anais do Simpósio Nacional de Estudos para a Produção Vegetal no Semiárido-SINPROVS. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/edicao/detalhes/anais-iii-sinprovs>. Acesso em: 03 de abril

de 2022.

Nascimento, F.N.; Bastos, E.A.; Cardoso, M.J.; Andrade Júnior, A.S.; Ramos, H.M. 2017. Desempenho da produtividade de espigas de milho verde sob diferentes regimes hídricos. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 16 (1): 94-108. DOI: <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v16n1p94-108>.

Nass, L.L.; Santos, M.X.; Paterniani, E. 2005 Importância das coleções de milho e perspectivas de coleta. In: Walter, B.M.T.; Cavalcanti, T.B. *Fundamentos para a coleta de germoplasma vegetal*. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Brasília, DF. p.633-655.

Nardino, M.; Baretta, D.; Carvalho, I.R.; Follmann, D.N.; Ferrari, M.; Pelegrin, A.J.; Szarecki, V.J.; Konflanz, V.A.; e Souza, V.Q. 2017. Divergência genética entre genótipos de milho (*Zea mays* L.) em ambientes distintos. *Revista de Ciências Agrárias*, 40 (1): 164-174.

Noal, G.; Muniz, M.F.B.; Henning, L.M.M.; Barbieri, M. 2014. Ponto de colheita de sementes de cultivares crioulas de milho no Rio Grande do Sul. *Pesquisa agropecuária*, 19 (2): 79-84.

Noda, H.; Machado, F.M. 1992. Avaliação de progênies de tomate (*Lycopersicon esculentum*) para cultivo sob temperaturas elevadas. *Acta Amazônica*, 22 (2): 183 -190.

Noda, S.N. 2007. *Agricultura familiar na Amazônia das águas*. 1ra ed. EDUA, Manaus, 208pp.

Noda, H.; Noda, S.N. 2006. Manejo de recursos genéticos vegetais por populações tradicionais do Alto Rio Solimões. In: Kubo, R.R.; Bassi, J.B.; Souza, G.C.; Alencar, N.L.; Medeiros, P.M.; Albuquerque, U.P. *Atualidades em Etnobiologia e Etnoecologia*, v.3. NUPEEA. p.151-164.

Noda, H.; et al. 2013b. Etnoecologia de paisagens agrícolas nas várzeas na Região do Alto Solimões. In: Noda, H.; Noda, S.N.; Laques, A.E.; Léna, P. *Dinâmicas socioambientais na agricultura familiar na Amazônia*. Wega. Manaus, Amazonas. p.105-122.

Noda, H.; et al. 2013a. Sistema de conservação e melhoramento genético *in situ* por populações tradicionais do Alto Solimões, AM. In: Noda, H.; Noda, S.N.; Laques, A.E.; Léna, P. *Dinâmicas socioambientais na agricultura familiar na Amazônia*. Wega. Manaus, Amazonas. p.175-212.

Oliboni, R. 2009. *Capacidade combinatória e divergência genética entre híbridos comerciais de milho recomendados para a região Centro-Sul do Paraná*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Do Centro-Oeste, Unicentro, Guarapuava, Paraná. 109pp.

Oliveira, E.J.; Aud, F.F.; Morales, C.F.G.; Oliveira, S.A.S.; Santos, V.S. 2016. Non-hierarchical clustering of *Manihot esculenta* Crantz germplasm based on quantitative traits. *Revista Ciência Agronômica*, 47 (3): 548-555. DOI: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20160066>.

Oliveira, I.J.; Dias, M.C.; Fontes, J.R.A.; Pamplona, A.M.S.R.; Guimarães, L.J.M.; Pacheco, C.A.P. 2013. BRS Caimbé – variedade de milho recomendada para o estado do Amazonas. Embrapa. Comunidade Técnico 96. Manaus, Amazonas. *Embrapa Amazônia Ocidental*. 02p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/86777/1/BRS-Caimbe.pdf>. Acesso em 20 de junho de 2022.

Oliveira, I.J.; Fontes, J.R.A.; Barreto, J.F.; Pinheiro, J.O.C. 2018. Recomendações técnicas para o cultivo do milho no Amazonas. Embrapa. Circular Técnica, 68. Manaus, Amazonas. *Embrapa Amazônia Ocidental*. 28p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/183368/1/12018-Final.pdf>. Acesso em



10 de novembro de 2019.

Oliveira, J.P. 2014. *Influência da densidade populacional na fenologia e na produtividade da cultura do milho*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul. 74pp.

Oliveira, S.R.M.; Abreu, U.G.P.; Fasiaben, M.C.R.; Barioni, L.G.; Lima, H.P.; Almeida, M.M.T.B.; Oliveira, O.C. 2017. Identificação de padrões tecnológicos do sistema de pecuária de corte desenvolvido no Cerrado. In: Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroinformática-SBIAgro. Campinas, SP, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1083271/ciencia-de-dados-na-era-da-agricultura-digital-anais>. Acesso em 01 de julho de 2022.

Olivoto, T.; Carvalho, I.R.; Nardino, M.; Ferrari, Mauricio.; Pelegrin, A.J.; Szareski, V.J.; Demari, G.H.; Souza, V.Q. 2018. Caracteres morfológicos e rendimento de grãos de híbridos simples de milho em diferentes ambientes. *Revista de Ciências Agroveterinária*, 17 (4): 462-471. DOI: <https://doi.org/10.5965/223811711732018462>.

Pádua, J.G. 2018. Recursos genéticos aplicados ao melhoramento genético de plantas. In: Amabile, R.F.; Vilela, M.Souza.; Peixoto, J.R. (Ed.). *Melhoramento de plantas variabilidade: genética, ferramentas e mercado*. Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas, Brasília, DF. p.24-32.

Paes, M.C.D; Brito, E.S. 2016. Perfil de antocianinas de acessos de genótipos de milho de grãos coloridos. In: XXXI Congresso Nacional de Milho e Sorgo: milho e sorgo: inovações, mercado e segurança alimentar. Bento Gonçalves, RS, 2016.

Paterniani, E.; Nass, L.L.; Santos, M.X. 2000. 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, DF. p.11-41.

Pinotti, E.B.; Bicudo, S.J.; Godoy, L.J.G.; Bueno, C.E.M.S. 2014. Características agronômicas de cultivares de milho em função de populações de plantas e épocas de semeadura. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia*. 25 (1): 17-33.

Piovesan, V.; Oliveira, V.; Gewehr, C.E. 2011. Milhos com diferentes texturas de endosperma e adição de alfa-amilase na dieta de leitões. *Ciência Rural*, 41 (11): 2014-2019.

PTDRS - Plano Territorial De Desenvolvimento Rural Sustentável da Mesorregião Alto Solimões. 2011. O PTDR Sustentável do Alto Solimões. Associação para o Desenvolvimento Agro-sustentavel do Alto Solimões- Agrosol. 190pp.

Queiróz, M. A. 1999. Os recursos genéticos vegetais e os melhoristas de plantas. In: S. R. R. Queiróz, M. A; Goedert, C. O; Ramos (Ed.), *Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste Brasileiro*. 1. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/153831>. Embrapa Cerrados, Brasília, DF. p.13-24). Acesso em 06 agosto de 2020.

Ribeiro, S. S. 2014. Cultura do Milho no Brasil. *Revista Científica Semana Acadêmica*, 1: p.1-14. DOI: <https://www.researchgate.net/publication/291425590>.

Rizzardo, A.; Machado, B.O.; Slaviero, C.; Slaviero, M.G.; Silva, K.; Bispo, N.B. 2019. Caracterização morfológica em espigas de populações de milho crioulo cultivadas na região norte do Rio Grande do Sul. In: Campos, M.A.; Maia, R.T. *Genética e melhoramento de plantas e animais*. Atena Editora. Ponta Grossa, Paraná. p.23-29.

Rodrigues, V.N.; Pinho, R.G.V.; Paglis, C.M.; Bueno Filho, J.S.S.; Brito, A.H. 2005. Comparação entre métodos para estimar a produtividade de grãos de milho. *Ciência e Agrotecnologia*, 29 (1): 34-42.

Rodríguez, C.P.; Dávila, M.A.G.; Cortés, N.M. 2016. Caracterización de maíz procedente del departamento del Magdalena, Colombia. *Revista Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 17 (2): 167-190. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542005000100004>.

Rotili, E. A.; *et al.* (2012). Divergência genética em genótipos de milho, no Estado do Tocantins. *Revista Ciencia Agronomica*, 43 (3): 516–521. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1806-66902012000300014>.

Sabato, E.O.; Fernandes, F.T. 2014. Doenças do Milho. *Sociedade Brasileira de Fitopatologia (SBF)*. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/107246/1/Doencas-do-milho.pdf>. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, p.1-26. Acesso em 13 de julho de 2020.

Salomão, A.N. 2010. Manual de curadores de germoplasma – vegetal: Glossário. Documentos, 326. Brasília, DF: *Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia*.

Santonieri, L.; Bustamante, P.G. 2016. Conservação *ex situ* e *on farm* de recursos genéticos: desafios para promover sinergias e complementaridades. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi: Ciências Humanas*, 11 (3): 677–690. DOI: <https://doi.org/10.1590/1981.81222016000300008>.

Santonieri, L.R. 2015. *Agrobiodiversidade e Conservação ex situ: reflexões sobre conceitos e práticas a partir do caso da Embrapa/Brasil*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo. 529pp.

Santos, W.F.; *et al.* 2014. Variabilidade genética e eficiência de uso do nitrogênio em populações de milho para teor de óleo. *Revista de Ciências Agrárias - Amazon Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 57 (3): 312-317. DOI: <https://doi.org/10.4322/rca.ao1358>.

Saraiva, E.A.; Guimarães, A.G.; Oliveira, J.R.; Silva, N.O.; Oliveira, L.L.; Campos, A.A.A.; Moreira, L.C.; Costa, M.R. 2019. Desempenho agrônomo de variedades de milhos crioulos cultivados no Vale do Jequitinhonha. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, 9 (2): 33-43.

SBCS. 2018. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. *Revista e ampliada*, 5th ed. Embrapa Solos, Brasília, DF. 355pp.

Seledes, R.M.; Ogliari, J.B.; Melhorança, E.A.L.; Souza, R.; Oliveira, W.B.S. 2019. Caracterização fenotípica de milho-pipoca conservado *in situ-on farm* no Extremo Oeste de Santa Catarina. *Agropecuária Catarinense*, 32 (3): 56-61. DOI: <http://dx.doi.org/10.22491/RAC.2019.v32n3.7>.

SENAR - Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. 2017. Grãos: classificação de soja e milho. *Coleção SENAR*, Brasília. 152pp.

Silva Filho, D.F.; Yuyama, L.K.O.; Aguiar, J.P.L.; Oliveira, M.C.; Martins, L.H. 2005. Caracterização e avaliação do potencial agrônomo e nutricional de etnovarietades de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) da Amazônia. *Acta Amazônica*, 35 (4): 399-406.

Silva, A.C. 2015. *Caracterização agronômica , molecular e fitoquímica de Eplingiella Harley & J.F.B. Pastore*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, Bahia. 125pp.

Silva, A.I.C.; Noda, H.; Noda, S.N; Martins, L.H P; Martins, A.L.U; Dácio, D.S. 2012. Unidades de Paisagem na Agricultura Familiar em Benjamin Constant, Amazonas. In: Anais do II Seminário Internacional de Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia, Manaus.

Silva, D.F.; Garcia, P.H.M.; Santos, G.C.L.; Farias, I.M.S.C.; Pádua, G.V.G.; Pereira, P.H.B.; Silva, F.E.; Batista, R.F.; Gonzaga Neto, S.; Cabral, A.M.D. 2021. Características morfológicas, melhoramento genético e densidade de plantio das culturas do sorgo e do milho: uma revisão. *Research, Society and Development*, 10 (3): 1-9. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13172>.

Silva, K.C.L.; *et al.* 2015. Divergência genética de genótipos de milho com e sem adubação nitrogenada em cobertura. *Revista Agro@mbiente On-Line*, 9: 102–110. DOI: <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v9i2.2142>.

Silva, L.E.B.; Silva, J.C.S.; Souza, W.C.L.; Lima, L.L.C.; Santos, R.L.V. 2020. Desenvolvimento da cultura do milho (*Zea mays* L.): revisão de literatura. *Diversitas Journal*, 5 (3): 1636-1657. DOI: 10.17648/diversitas-journal-v5i3-869.

Silveira, D.C. *et al.* 2015. Caracterização agromorfológica de variedades de milho crioulo (*Zea mays* L.) Na região noroeste do Rio Grande do Sul. *Revista Ciência e Tecnologia*, 1 (1): 01–11.

Simon, G.A.; Kamada, T.; Moiteiro, M. 2012. Divergência genética em milho de primeira segunda safra. *Semina: Ciências Agrárias*, 33 (2): 449–458. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n2p449>.

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

Souza, A.R.R.; Miranda, G.V.; Pereira, M.G.; Ferreir, P.L. 2008. Correlação de caracteres de uma população crioula de milho para sistema tradicional de cultivo. *Revista Caatinga*, 21 (4): p.183-190. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=237117689027>. Acesso em 07 março de 2022.

Souza, E.J.; Cunha, F.F.; Magalhães, F.F.; Silva, T.R.; Santos, O.F. 2016. Características da espiga do milho doce produzido sob diferentes lâminas de irrigação e doses nitrogenadas. *Revista Engenharia na Agricultura*, 24 (1): 50-62. DOI: <https://doi.org/10.13083/reveng.v24i1.617>.

Souza, G.C. 2011. *Transformações no espaço rural*. Planejamento e gestão para desenvolvimento do espaço rural. Editora da URJGS, Porto Alegre. 124pp.

Souza, R. 2015. *Diversidade de variedades crioulas de milho doce e adocicado conservadas por agricultores do oeste de Santa Catarina*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina. 190pp.

Spehar, C.R. 2012. Cereais e Pseudocereais. In: Costa, A.M.; Spehar, C.R.; Sereno, J.R.B. (Ed.). *Conservação de recursos genéticos no Brasil*. (1). Embrapa Cerrados, Brasília, DF. p.302-335.

- SUSAM - Secretaria de Estado da Saúde do Amazonas. 2019. Plano estadual de educação permanente em saúde do Amazonas - Brasil 2019 - 2020. 40pp.
- Syakur, M.A.; Khotimah, B.K.; Rochman, E.M.S.; Satoto, B.D. 2018. Integration K-Means clustering method and Elbow Method for identification of the best customer profile cluster. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, (336): 01-06.
- Teixeira, F.F.; Costa, F.M. 2010. Caracterização de Recursos Genéticos de Milho. Comunicado Técnico, 185. Sete Lagoas, Minas Gerais. *Embrapa Milho e Sorgo*. 10pp.
- Teixeira, F.F.; Gama, E.E.G.; Paes, M.C.D.; Costa, F.M. 2009. Aspectos agronômicos e de qualidade de espiga em famílias endogâmicas de milho doce. Circular Técnica, 121. Sete Lagoas, Minas Gerais. *Embrapa Milho e Sorgo*. 06pp.
- Teixeira, F.F.; Landau, E.C.; Oliveira Júnior, A.H.; Jesus, L.N.; Bueno, F.C. 2021. Diversidade genética de raças de milho enviadas para conservação no Banco Mundial de Sementes em Svalbard (Svalbard Global Seed Vault. *Revista RG New*. 7 (3): 05-28. Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos-SBRG.
- Trujillo, E.E.; Castillo, M.C.M.; González, F.C.; Cereceres, J.O.; Alvarado, A.D.; Salazar, A.C. 2009. Acumulación de antocianinas en pericarpio y aleurona del grano y sus efectos genéticos en poblaciones criollas de maíz pigmentado. *Revista fitotecnica mexicana*, 32 (4): 303-309.
- Valentini, L.; Ferreira, J.M.; Oliveira, L.A.A.; Andrade, W.E.B.; Shimoya, A.; Costa, C.C.S. 2018. Caracterização de variedade crioula de milho, sob cultivo orgânico, no município de Campos dos Goytacazes – RJ. Informação Tecnológica On Line. 129pp. Pesagro-Rio.
- Valenzuela, J.V.C.; Bolaños, H.J.A.; Gualoto, M.M.P.; Chávez, J.D.C.; Vizúete, D.R.S. 2019. Caracterización morfológica y agronómica de dos genotipos de maíz (*Zea mays* L.) en la zona media de la Parroquia Malchinguí. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*. 11 (17): 40-49. DOI: <http://dx.doi.org/10.18272/aci.v11i1.1091>.
- Valois, A.C.C. 2015. Descritores para caracterização e avaliação de germoplasma vegetal. *Revista RG New*. 1 (1): 26-30. Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos-SBRG.
- Varela, M.V. 2020. Diversidad genética en colecciones ex situ de maíz del cono sur. In: Silva, N.C.A.; Costa, F.M.; Vidal, R.; Veasey, E.A. (Org). *Maíces de las tierras bajas de América del sur y conservación de la agrobiodiversidad en Brasil y Uruguay*. Atena. Ponta Grossa, Paraná, 2020, 44-55.
- Vasconcelos, E.S.; Cruz, C.D.; Bhering, L.L.; Resende Júnior, M.F.R. 2007. Método alternativo para análise de agrupamento. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42 (10): 1421-1428. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100%2D204X2007001000008%20%C2%A0>.
- Vázquez, J.L.A.; Martínez, I.R.; Hernández, G.F.G. 2014. Variedades de maíz azul Chalqueño seleccionadas por múltiples caracteres y estabilidad del rendimiento. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5 (8): 1469-1480. DOI: <https://doi.org/10.29312/remexca.v5i8.828>.
- Vásquez, G.A.Y.; Chávez, M.C.; Herrera, T.F.; Carreño, M.F. 2018. Milpa y seguridad alimentaria: El caso de San Pedro El Alto, México. *Revista de Ciencias Sociales (RCS)*, 24 (2): 24-36.

- Veiga, R.F.A.; Siqueira, M.V.B.M. 2020. Qual a definição ideal para recursos genéticos?. *Revista de Recursos Genéticos RG New*. 1 (1): 26-30. Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos-SBRG.
- Veiga, R.F.A.; *et al.* 2012. Bancos de Germoplasma: importância e organização. Costa, A.M.; Veloso, C.A.C. 2006. Amostragem de solo e planta para análise química. Documentos 266. Belém, Pará: *Embrapa Amazônia Oriental*. 42pp.
- Vieira, M.A.; Camargo, M.K.; Daros, E.; Zagonel, J.; Koehler, H.S. 2010. Cultivares de milho e população de plantas que afetam a produtividade de espigas verdes. *Acta Scientiarum Agronomy*. 32 (1): 81-86. DOI: 10.4025/actasciagron.v32i1.987.
- Vilela, R.G.; Arf, O.; Kappes, C.; Kaneko, F.H.; Gitti, D.C.; Ferreira, J.P. 2012. Desempenho agrônomico de híbridos de milho, em função da aplicação foliar de fungicidas. *Bioscience Journal*, 28 (1): 25-33.
- Weatherwax, P. 1954. Indian corn in old America. Macmillan, New York. 253pp
- Weismann, M. 2008. 4 Fases de desenvolvimento da cultura do milho. In: *Tecnologia e produção: milho safrinha e culturas de inverno*. 4a ed. Fundação MS. p.31–38. Disponível em: <http://www.atividaderural.com.br/artigos/4fb3e56aa8c56.pdf>. Acesso em 13 de março de 2022.
- Wetzel, M.M.V.S.; *et al.* 2012. Conservação de germoplasma - semente em longo prazo. In: Costa, A.M.; Spehar, C.R.; Sereno, J.R.B. (Ed.). *Conservação de recursos genéticos no Brasil*. v1. Embrapa Cerrados, Brasília, DF. p.160-184.
- Wordell Filho, J.A.; Ribeiro, L. do P.; Chiaradia, L.A.; Madalóz, J. C.; Nesi, C.N. 2016. *Pragas e doenças do milho: Diagnose, danos e estratégias de manejo*. Boletim Técnico, 170. Epagri. Florianópolis, SC. 84pp.
- Zucareli, C.; Brzezinski, C.R.; Guissem J.M.; Henning F.A.; Nakagawa, J. 2014. Qualidade fisiológica de sementes de milho doce classificadas pela espessura e largura. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 44 (1): 71-78.

**APÊNDICE A – Carta de Anuência Prévia a ser entregue às lideranças das comunidades participantes da pesquisa, Manaus, AM, 2020.**

## **INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA**

### **CARTA DE ANUÊNCIA DA PESQUISA**

1. Título do Projeto: **“Caracterização morfoagronômica, divergência genética e conservação de variedades tradicionais de milho da região do Alto Solimões, Amazonas”**

2. Pesquisador Responsável: **Diones Lima de Souza**

3. Instituição participante da Pesquisa: **Programa de Pós-Graduação em Agricultura no Trópico Úmido-Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA.**

Pelo presente termo Eu: \_\_\_\_\_  
representante da Comunidade: \_\_\_\_\_, localizada no  
município: \_\_\_\_\_, Estado do Amazonas, na qual serão  
desenvolvidas as atividades do projeto de pesquisa **“Caracterização morfoagronômica, divergência genética e conservação de variedades tradicionais de milho da região do Alto Solimões, Amazonas”**, atesto para os devidos fins, que estamos cientes e concordamos com a realização da presente pesquisa, a ser desenvolvida pelo mestrado: **Diones Lima de Souza**, do Programa de Pós-Graduação em Agricultura no Trópico Úmido, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, orientado pelo Dr. Danilo Fernandes da Silva Filho (INPA), e coorientação do Dra. Daniel Felipe de Oliveira Gentil (UFAM) e nas seguintes condições:

**Do conhecimento das populações locais, da propriedade e publicação dos resultados da pesquisa:**

- O conhecimento local a ser identificado e registrado se refere ao manejo e conservação das variedades de milho tradicional cultivadas nos agroecossistemas familiares.
- Toda informação oral referente a qualquer espécie vegetal e seus respectivos usos, ou a qualquer aspecto do manejo durante a pesquisa são de propriedade intelectual dos sujeitos sociais da comunidade que os forneceu, portanto não será utilizada para finalidade comercial/ econômica.
- Não serão levantados nem divulgados conhecimentos relacionados a processos de transformação e uso de plantas com fins terapêuticos e industriais.

- Qualquer atividade desenvolvida nas comunidades será para fins da pesquisa, de conhecimento e consentimento dos sujeitos sociais envolvidos.

- Os resultados da pesquisa serão divulgados para fins acadêmico-científico, desde que devidamente citadas as comunidades envolvidas e parceiros.

- Os resultados da pesquisa serão retornados às comunidades envolvidas na forma escrita e impressa, encadernada, e a pedido dos sujeitos participantes poderá ser apresentada em evento na comunidade.

- Coletas de dados de campo (entrevistas; conversas informais, visitas aos agroecossistemas e coleta de coordenadas geográficas).

- Procedimentos de laboratório (processamento estatístico de dados; aquisição, tratamento, análise e interpretação de imagens de satélite).

#### **Dos impactos sociais, culturais e ambientais da pesquisa:**

O impacto previsto no cotidiano das comunidades e das pessoas envolvidas no projeto será a presença do pesquisador na área de estudo, a disponibilidade de tempo dos sujeitos durante as visitas nos agroecossistemas e nas entrevistas.

#### **Da repartição de benefícios:**

Não haverá benefícios econômicos e nem políticos, pois a pesquisa é de caráter científico, podendo ao final servir como base de dados que poderá ser utilizado ou não como fonte de informação pelos comunitários.

#### **Da representatividade das comunidades:**

As comunidades envolvidas na execução da pesquisa serão representadas pelas lideranças locais, como presidentes e caciques das comunidades. Caso não haja liderança responsável salvaguardar-se-ão as entidades representativas como associações, cooperativas, instituições religiosas e ou sindicatos.

Benjamin Constant, AM, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_\_\_.

Nome do Representante: \_\_\_\_\_

Função: \_\_\_\_\_

Doc/Tipo: \_\_\_\_\_ Número: \_\_\_\_\_

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA**

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO**

Nós os pesquisadores *Danilo Fernandes da Silva Filho e Diones Lima de Souza*, vimos nos apresentar ao(s) senhor(es), como responsáveis pelo desenvolvimento de um projeto de pesquisa que temo como título **“Caracterização morfoagronômica, divergência genética e conservação de variedades tradicionais de milho da região do Alto Solimões, Amazonas”** e pedir a sua participação no referido projeto. Vamos lhe apresentar a pesquisa.

1) Esta pesquisa se faz necessária em função da necessidade de se conhecer as estratégias de manejo utilizadas pelos agricultores das comunidades rurais do Alto Solimões que contribuem para a conservação de variedades tradicionais de milho, importantes na manutenção dos recursos genéticos, bem como, fontes complementares ao conhecimento existente, que garantem a manutenção e conservação da variabilidade genética de plantas nos agroecossistemas locais.

2) A estratégia metodológica compreenderá a partir da amostra participante da pesquisa por meio de aplicação de formulários composto de perguntas sobre: aspectos socioeconômicos familiares, etnoconhecimento sobre as variedades de milho e manejo e conservação dessas variedades.

3) Os sujeitos sociais serão agricultores familiares, maiores de 18 anos, independente de cor, raça, sexo ou religião, que no ato da entrevista se disponibilizarem voluntariamente a participar da pesquisa. Serão selecionados por meio de conhecimento prévio daqueles que, no exercício da agricultura, cultivam e conservam as variedades de milho em suas unidades de produção. O critério para seleção dos informantes será a partir de um informante-chave, indicado como “doador de sementes”. Este indicará outros “doadores” e assim sucessivamente, com o objetivo de estudar a diversidade de conhecimento sobre as variedades pesquisadas, empregando o método conhecido por “bola de neve”, o qual concluir-se-á mediante a saturação das respostas dos entrevistados.

4. Durante a execução da pesquisa o entrevistado terá total autonomia para encerrar a entrevista caso sinta-se constrangido. As visitas as propriedades, os registros fotográficos e



anotações de dados complementares em caderno de campo serão feitos com previa autorização dos participantes da pesquisa.

5) O senhor (a) poderá encerrar a entrevista quando achar necessário. O levantamento realizado na sua propriedade será compartilhado com você ao final do trabalho, poderá ser apresentado e discutido os dados, e posteriormente, caso tenha interesse poderá requisitar recomendações para o cultivo das variedades tracionais de milho em sua propriedade, que possibilitem melhorar a produção no sistema de produção familiar.

6) Sua identidade será mentida em absoluto sigilo. Dados aqui obtidos servirão somente para fins acadêmico-científico, não cabendo a estes outra finalidade. Sua participação auxiliará na elaboração deste trabalho de mestrado, vinculado ao curso de Pós-Graduação em Agricultura no Trópico Úmido do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, o INPA.

8) Conforme consta nas exigências legais para a pesquisa científica com pessoas, este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido será elaborado em duas vias, sendo que a primeira via será entregue ao pesquisador e outra via será entregue ao entrevistado.

9) Caso ocorra danos físicos ou psicológicos decorrentes da pesquisa, existem garantias institucionais poderão dar-se-á por vias legais para possíveis indenizações.

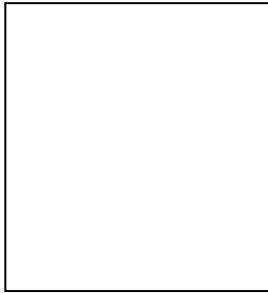
10) As despesas oriundas desta pesquisa serão custeadas pelos pesquisadores, não havendo quaisquer prejuízos financeiros aos entrevistados.

Os resultados da pesquisa serão analisados e divulgados, porém sua identidade será mantida em sigilo para sempre. Se você quiser saber mais detalhes e os resultados da pesquisa, faça contato com o(a) pesquisador(a) pelo telefone **(92)994621610** ou pelo E-mail: **consultor\_210@hotmail.com**

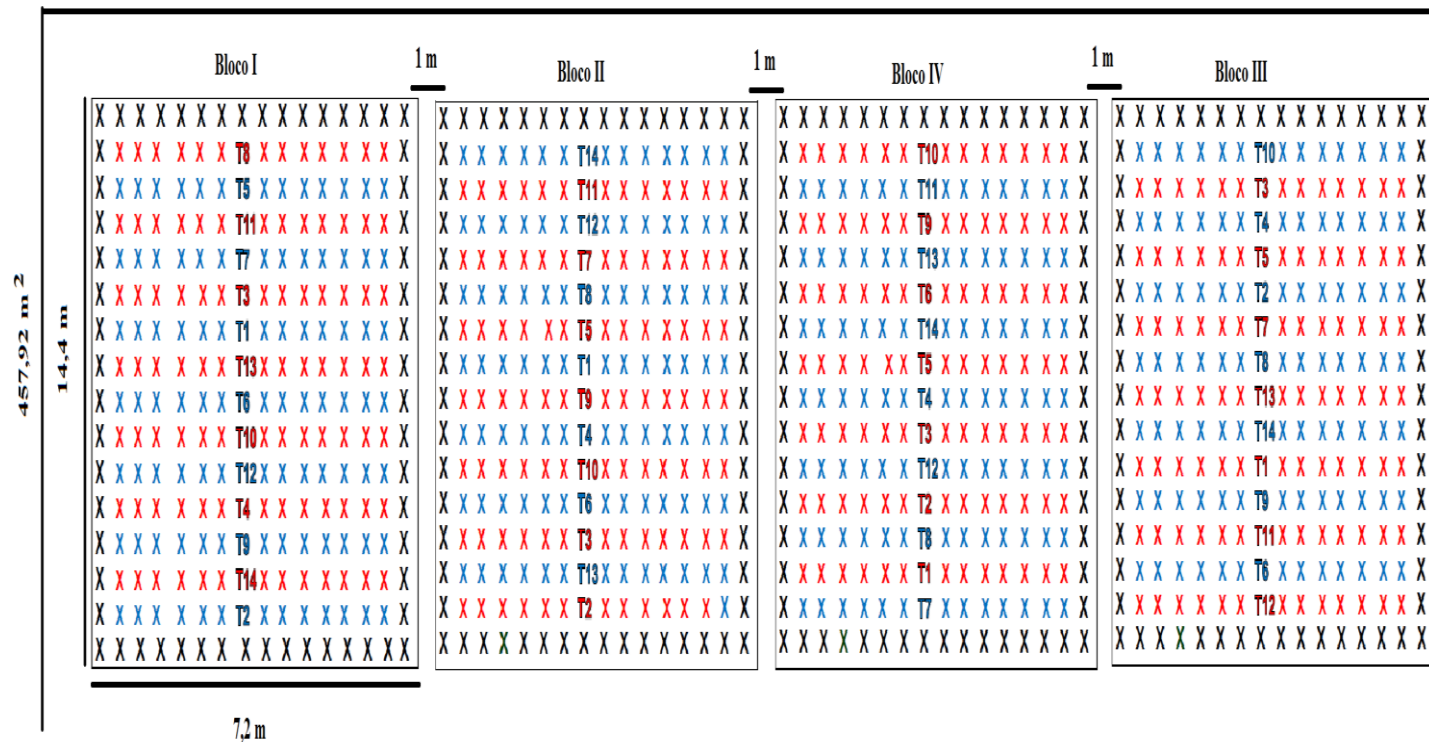
O Sr. participante da pesquisa também pode entrar em contato, caso tenha interesse como o Comitê de Ética do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, situado na sede Av. André Araújo, 2936, Prédio da Diretoria, térreo, Sala-CEP, telefone (92)3643-3287 ou pelo e-mail: [cep\\_inpa@inpa.gov.br](mailto:cep_inpa@inpa.gov.br).

## Consentimento Após-Informação

Eu, \_\_\_\_\_, por me considerar devidamente informado e esclarecido sobre o conteúdo deste documento e da pesquisa a ser desenvolvida, livremente dou meu consentimento para inclusão como participante da pesquisa e atesto que me foi entregue uma cópia desse documento.

_____ ou		____-____-____
Assinatura do participante	Impressão do dedo polegar	Data
_____		____-____-____
Pesquisador Responsável		Data

**APÊNDICE C - Croqui dos blocos experimentais das variedades tradicionais de milho, Estação Experimental de Hortaliças Dr. Alejo von der Pahlen - INPA, Km 14 da Rodovia AM-010, Manaus-AM, 2020.**



**APÊNDICE D - Descritores para plantas de milho, baseados em IPGRI (2000) e Teixeira e Costa (2010).**

<b>Característica</b>	<b>Descrição da característica</b>
Emergência de plântulas (dias)	Número de dias entre a data de semeadura e a emergência das plântulas.
Floração masculina (dias)	Número de dias entre a emergência das plântulas e a deiscência do pendão em 50% das plantas.
Floração feminina (dias)	Número de dias entre da emergência das plântulas e a emissão de estilo-estigma em 50% das plantas.
Orientação da folha	Descrição do comportamento da lâmina foliar, após o florescimento: ereta, pendente ou curvada.
Cor do colmo	Observada entre as duas últimas espigas, durante a floração. Indicar até três cores do caule por ordem de frequência: verde, vermelho forte, vermelho, púrpura ou castanho.
Acamamento pela raiz (%)	Plantas acamadas pela raiz, antes da colheita: alta (acima de 70% de plantas acamadas), média (de 25 a 50% de plantas acamadas) ou baixa (de 0 a 24% de plantas acamadas).
Acamamento pelo caule (%)	Plantas acamadas pelo caule, antes da colheita: alta (acima de 70% de plantas acamadas), média (de 25 a 50% de plantas acamadas) ou baixa (de 0 a 24% de plantas acamadas).
Altura da planta (cm)	Medida entre a base da planta e a ponta da inflorescência masculina, com auxílio de régua, na fase leitosa.
Altura da espiga principal (cm)	Medida do nível do solo ao pedúnculo da espiga mais alta, com auxílio de régua. Na fase leitosa.
Diâmetro do colmo (mm)	Medida do diâmetro no ponto médio do segundo internódio do colmo acima do solo, com auxílio de paquímetro. Na fase leitosa.
Número de internódios	Contagem do número total de internódios por planta, na fase leitosa.
Número total de folhas	Contagem do número total de folhas: alto (acima de 17 folhas desenvolvidas), médio (de 10 a 17 folhas desenvolvidas) e baixo (menor que 9 folhas desenvolvidas).
Número de folhas acima da espiga principal	Contagens número total de folhas, realizadas após a fase leitosa.
Número de ramificações do pendão	Mensurada pela contagem número de ramificações no pendão, em no mínimo 10 plantas.
Comprimento da folha (cm)	Medida desde a lígula ao ápice da folha junto à espiga superior, após a floração.
Largura da folha (cm)	Obtida pela medida ao meio da folha, na mesma folha em que se obteve o comprimento (cm), após a floração.

**APÊNDICE E - Descritores para espigas de milho, baseados em IPGRI (2000) e Teixeira e Costa (2010).**

<b>Característica</b>	<b>Descrição da característica</b>	<b>Código para descrição</b>
Senescência das brácteas	Número de dias entre a semeadura e o momento em que 50% das plantas apresentam espigas com brácteas secas.	
Posição da espiga	Corresponde a posição da espiga superior em relação ao colmo.	Ereta 1 Oblíqua 2 Pendente 3
Cobertura da espiga (brácteas)	Grau de empalhamento da espiga superior.	Baixo 1 Médio 2 Alto 3
Formato da espiga	Classificação da espiga superior quanto ao formato.	Cilíndrico 1 Cônico 2 Cônico-cilíndrico 3 Redondo 4
Sanidade da espiga	Deve ser avaliada a condição dos grãos da espiga superior em relação à observação visual da presença de patógenos. Serão calculadas médias de atribuídas notas em 10 espigas por parcela de acordo com escala de completamente 9 até 1 de acordo com o grau de severidade	Muito baixa 1 Baixa 3 Média 5 Alta 7 Muito alta 9
Qualidade da espiga	Deve ser avaliada a qualidade da espiga superior considerando critérios, como falha de grãos, não enchimento de grãos, fileiras desalinhas e outros fatores façam com que a espiga não tenha padrão comercial. De acordo com essas considerações, serão calculadas médias de notas atribuídas em 10 espigas por parcela.	Muito baixa 1 Baixa 3 Média 5 Alta 7 Muito alta 9
Número de espigas por planta	Contagem do número total de espigas por planta.	Alta (acima de três espigas por planta) 1 Média (até duas espigas por planta) 2 Normal (uma espiga por planta) 3
Comprimento da espiga empalhada (mm)	Medida do comprimento da espiga superior empalhada, com auxílio de régua.	Curto 1 Médio 2 Longo 3
Diâmetro da espiga	Medida do diâmetro da espiga superior empalhada em 10 plantas por parcela. A	Pequeno 1 Médio 2

empalhada (mm)	medida é tomada no terço inferior da espiga, com auxílio de paquímetro.	Grande	3
Peso da espiga empalhada (g) por planta	Corresponde à medida do peso médio de espigas empalhadas, com auxílio de balança digital. Essa medida deve ser tomada em, no mínimo, 10 espigas. Deve ser feito a medida da umidade da amostra e corrigida a medida do peso para 13 % de umidade. O grau de umidade será determinado conforme Brasil (2009).		
Comprimento da espiga despilhada (mm)	Medida do comprimento da espiga superior despilhada, com auxílio de régua.	Curto Médio Longo	1 2 3
Diâmetro da espiga despilhada (mm)	Medida do diâmetro da espiga superior despilhada em 10 plantas por parcela. A medida é tomada no terço inferior da espiga, com auxílio de paquímetro.	Pequeno Médio Grande	1 2 3
Peso da espiga despilhada (g) por planta	Corresponde à medida do peso médio de espigas despilhadas, com auxílio de balança digital. Essa medida deve ser tomada em, no mínimo, 10 espigas. Deve ser feito a medida da umidade da amostra e corrigida a medida do peso para 13 % de umidade. O grau de umidade será determinado conforme Brasil (2009).		
Número de fileiras de grão na espiga	Contagem do número de carreiras de grãos na espiga superior. Para a contagem devem ser consideradas, no mínimo, 10 plantas e calculada a média.	< 8 carreiras 8-10 carreiras 11-13 carreiras 14-16 carreiras 17-19 carreiras 20-22 carreiras 23-25 carreiras >25 carreiras	1 2 3 4 5 6 7 8
Número de grãos por fileira na espiga	Contagem do número médio de grãos por fileira, devem ser consideradas, no mínimo, 10 espigas.		
Diâmetro do sabugo (mm)	Medida do diâmetro do sabugo tomando a parte mediana, com auxílio de paquímetro. Devem ser medidos sabugos de, no mínimo, 10 espigas por parcela.	Fino Médio Grosso	1 2 3

**APÊNDICE F - Descritores para grãos de milho, baseados em IPGRI (2000) e Teixeira e Costa (2010).**

<b>Característica</b>	<b>Descrição da característica</b>	<b>Código para descrição</b>
Maturação	Número de dias entre a emergência das plântulas e a formação a camada negra nos grãos, também denominada camada lútea.	
Arranjo das carreiras de grãos	Utilizar a espiga superior.	Reto ou levemente recurvado 1 Espiral 2 Entrelaçado 3
Tipo de grão da parte mediana da espiga	Indicar os tipos de grão-indicação qualitativa do tipo de endosperma, de acordo com a seguinte classificação:	Dentado 1 Semidentado 2 Duro 3 Semiduro 4 Enrugado 5 Farináceo 6 Opaco 7 Pipoca 8 Tunicata 9 Ceroso 10
Cor dos grãos da parte mediana da espiga	Indicar cores do grão, por ordem de frequência.	Branco 1 Amarelo 2 Alaranjado 3 Vermelho 4 Cinza 5 Preto ou azul 6 Purpura 7 Variegado 8
Forma dos grãos da parte mediana da espiga	Descrição qualitativa da forma do grão em 10 plantas por parcela.	Contraído 1 Dentado 2 Plano 3 Redondo 4 Pontiagudo 5 Muito pontiagudo 6
Tamanho dos grãos da parte mediana da espiga	Comprimento, largura e espessura (mm) do grão em 10 plantas, medidos com um paquímetro.	

Relação comprimento : largura	Razão entre comprimento e largura.		
Peso de grãos (g) por espiga	Deve ser tomada em, no mínimo, 10 espigas, com auxílio de balança digital. Deve ser feito a medida da umidade da amostra e corrigida a medida do peso para 11 % de umidade. O grau de umidade será determinado conforme Brasil (2009).	< 100 g	1
		101 -160 g	2
		161-220 g	3
		221-280 g	4
		281-340 g	5
		341-400 g	6
		401-460 g	7
		461-520 g	8
		>520 g	9
Peso de 1000 sementes (g)	Medida do peso médio em quatro amostras tomadas ao acaso de 1000 grãos, com auxílio de balança digital. Deve ser feito a medida da umidade da amostra e corrigida a medida do peso para 11 % de umidade. O grau de umidade será determinado conforme Brasil (2009).	< 100 g	1
		101 -160 g	2
		161-220 g	3
		221-280 g	4
		281-340 g	5
		341-400 g	6
		401-460 g	7
		461-520 g	8
		>520 g	9
Produtividade	Calculo de produtividade (t ha <sup>-1</sup> )		