

## Variabilidade nutricional e física de variedades tradicionais de milho (*Zea mays* L.) cultivados no vale do Juruá, Acre, Brasil

Chemical and physical variability of traditional varieties of corn (*Zea mays* L.) grown in the Juruá Valley, Acre, Brazil

Dheme Rebouças de Araújo<sup>1</sup> , Fábio Augusto Gomes<sup>2</sup> , José Genivaldo do Vale Moreira<sup>3</sup> , Eduardo Pacca Luna Mattar<sup>2</sup> , Edson Alves de Araújo<sup>3</sup> , Josimar Batista Ferreira<sup>2</sup> , Clemeson Silva de Souza<sup>2</sup> , Luan de Oliveira Nascimento<sup>3\*</sup> 

<sup>1</sup>Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Acre (IDAF), Rio Branco, Acre, Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal do Acre (UFAC), Rio Branco, Acre, Brasil

<sup>3</sup>Universidade Federal do Acre (UFAC), Cruzeiro do Sul, Acre, Brasil

\*Autor correspondente: [luan17czs@yahoo.com.br](mailto:luan17czs@yahoo.com.br)

### Resumo

As variedades tradicionais de milho cultivados pelos agricultores familiares constituem-se em fonte de variabilidade genética e são fundamentais para segurança alimentar. Assim, o presente trabalho tem como objetivo, avaliar, com base em componentes físicos e químicos, o comportamento da variabilidade genética de milho tradicional cultivadas em terra firme e praia, na regional Vale do Juruá, estado do Acre. As características constaram da determinação de matéria seca, material mineral, proteína bruta, extrato etéreo, energia bruta, fibra em detergente neutro, amido e digestibilidade *in vitro* da matéria seca, vitreosidade e densidade dos grãos. Os dados foram analisados mediante estatística descritiva, associado à análise multivariada de componentes principais (PCA), com auxílio do *software* R. Por meio da PCA, as variedades cultivadas em terra firme e praia formaram 3 grupos distintos, na qual a vitreosidade nos grãos variou de 73,7% a 79,46%, de modo que, as variedades de grãos avermelhadas apresentaram maior presença de endosperma vítreo e maior densidade, havendo uma correlação forte e positiva entre essas variáveis. Já as variedades de grãos amarelas e amarelas-oranges apresentaram maior aderência a energia, amido e maior digestibilidade. Portanto, as variedades tradicionais cultivadas em terra firme e praia, apresentam variações em relação as análises físicas e químicas.

**Palavras-chave:** valor nutricional; recursos genéticos; conservação *on farm*.

### Abstract

The traditional varieties of maize grown by family farmers are a source of genetic variability and are essential for food security. Thus, the present study aims to evaluate, based on physical and chemical components, the behavior of the genetic variability of traditional maize cultivated on non-flooded and floodplain areas, in the Juruá region, state of Acre. The characteristics consisted of the determination of dry matter, mineral material, crude protein, ether extract, gross energy, neutral detergent fiber, starch and *in vitro* digestibility of dry matter, vitreousness and grain density. Data were analyzed using descriptive statistics, associated with multivariate analysis of principal components (PCA), with the aid of the R software. By means of the PCA, the varieties grown on non-flooded and floodplain areas formed 3 distinct groups, in which the vitreosity in the grains ranged from 73.7% to 79.46%, so that the reddish grain varieties had a greater presence of endosperm vitreous and higher density, with a strong and positive correlation between these variables. The yellow and orange-yellow grain varieties showed greater adherence to energy, starch and greater digestibility. Therefore, the traditional varieties cultivated on non-flooded and floodplain areas, present variations in relation to the physical and chemical analyses.

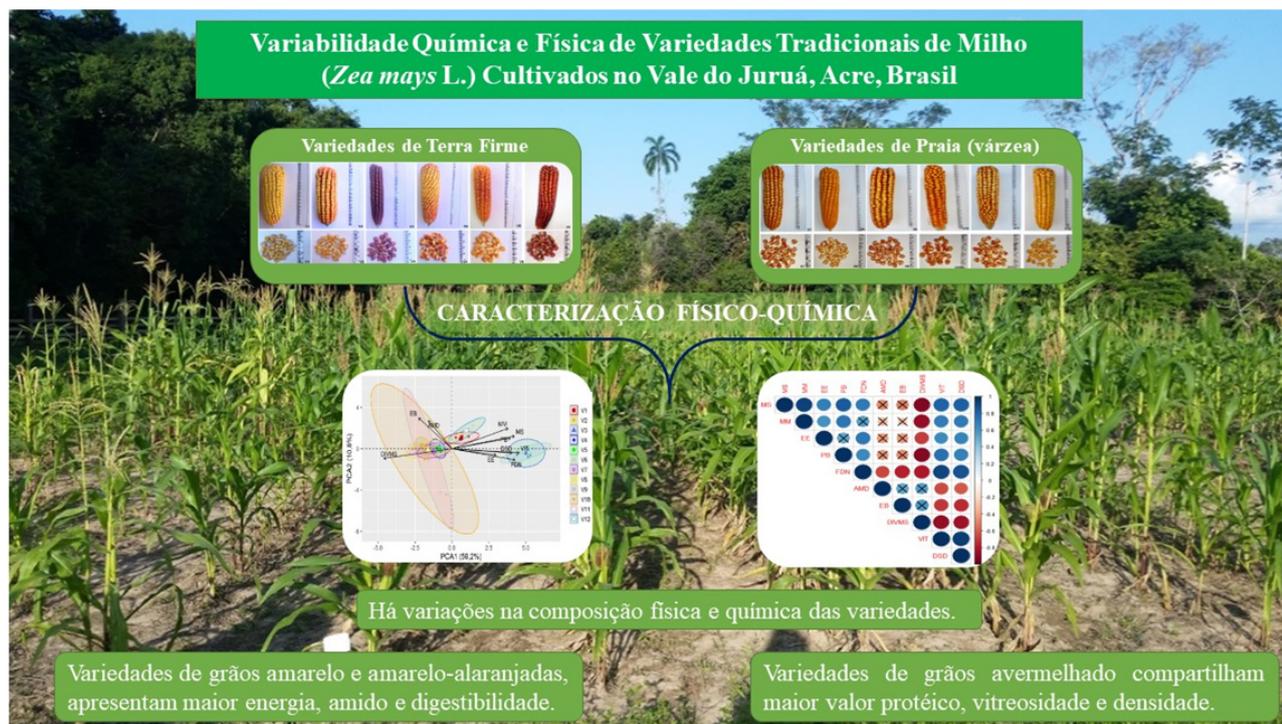
**Keywords:** nutritional value; genetic resources; on-farm conservation.

Recebido: 25 de outubro de 2022. Aceito: 13 de março de 2023. Publicado: 16 de maio de 2023.



Este é um artigo de Acesso Aberto distribuído sob os termos da Creative Commons Attribution License, que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o trabalho original seja devidamente citado.

<https://revistas.ufg.br/vet/index>



**Resumo gráfico** - Variabilidade nutricional e física de variedades tradicionais de milho (*Zea mays* L.) cultivados no vale do Juruá, Acre, Brasil

## 1. Introdução

A demanda mundial por milho tem crescido nos últimos anos, impulsionada pelos avanços na economia dos países asiáticos e pela utilização desse cereal para a produção de etanol, nos Estados Unidos <sup>(1)</sup>. A demanda crescente, tanto interna como externa, reforça o grande potencial do setor que, em conjunto com a soja, é considerado um insumo básico para a avicultura e a suinocultura, dois mercados extremamente competitivos internacionalmente e geradores de receita para o Brasil <sup>(2)</sup>.

A importância do milho no Brasil é ampla, pois sua produção ocorre tanto em pequenas propriedades tipicamente familiares, cuja finalidade é a subsistência, bem como em grandes extensões de terra, na qual predomina o uso de tecnologias de produção e mão-de-obra qualificada <sup>(3)</sup>. Nas regiões desenvolvidas economicamente, as lavouras são destinadas ao cultivo do milho híbrido e transgênico, enquanto nas regiões onde há predominância da agricultura familiar, os milhos cultivados constituem-se das variedades tradicionais locais <sup>(4)</sup>.

O milho tradicional se apresenta como uma alternativa viável de produção para os pequenos agricultores, pois necessita de baixos níveis de investimento em insumos para se alcançar produtividades satisfatórias <sup>(5)</sup>. Além disso, esses materiais vegetais são uma fonte preciosa de alelos favoráveis, úteis para

enriquecer a base genética dos programas de melhoramento existentes <sup>(6)</sup>. Entretanto, a seleção feita tanto por agricultores quanto por fatores ambientais proporcionou a existência de uma grande variabilidade genética para essas variedades <sup>(7)</sup>.

No caso da agricultura familiar, o milho é de grande importância para a subsistência, por ter alto valor energético e ser consumido diretamente como alimento, na forma de milho cozido ou por seus derivados como, pamonha, canjica, cuscuz e bolos <sup>(8)</sup>. Embora os grãos de milho sejam considerados um alimento indispensável para a sobrevivência desses agricultores, as quantidades de alguns nutrientes, apresentam-se em quantidades desbalanceadas ou em níveis inadequadas para os consumidores que dependem do milho como principal fonte de alimento <sup>(9)</sup>.

É essencial, portanto, que estudos com o intuito de conhecer o valor nutricional e as características dos grãos das variedades tradicionais sejam desenvolvidos, de modo a torná-los disponíveis a atuais e futuros programas de pesquisa que visem à obtenção de plantas com fonte proteica de alta qualidade. No grão de milho, o conteúdo proteico e energético está concentrado em sua maior parte no endosperma, distribuídos nas regiões farinácea e vítrea, na qual a vitreosidade refere-se à quantidade de endosperma vítreo sobre o endosperma total <sup>(10)</sup>.

Assim, o presente trabalho tem como principal

objetivo, avaliar, com base em componentes físicos e químicos, o comportamento da variabilidade genética de variedades tradicionais de milho cultivadas em terra firme e praia, na regional Vale do Juruá, estado do Acre.

## 2. Material e métodos

O estudo foi realizado no extremo oeste do Estado do Acre, regional Vale do Juruá, a qual é formada pelos municípios de Cruzeiro do Sul, Mâncio Lima, Rodrigues Alves, Porto Walter e Marechal Thaumaturgo<sup>(11)</sup>. A região é composta por solos desenvolvidos a partir de sedimentos relacionados à bacia do rio Juruá, com textura mais grosseira (arenosa), que lhes confere boas condições de drenagem, apesar de contribuir para seu distrofismo<sup>(12)</sup>. O clima predomina dessa regional é o subtipo Af, em que as chuvas anuais variam entre 2.000 mm e 2.500 mm, sendo as áreas mais pluviosas do Acre, a temperatura máxima média é de 27,7 °C e a mínima é 22,2 °C<sup>(13)</sup>.

O estudo foi conduzido com 12 variedades tradicionais de milho (V1, V2, V3, V4, V5, V6, V7, V8, V9, V10, V11 e V12), colhidas após a secagem em campo e provenientes de plantio já instalados na região em área de terra firme e praia (várzea) (Tabela 1). Cada variedade foram coletadas em propriedades diferentes, onde os próprios produtores são os detentores das sementes que foram passadas de geração após geração. As variedades coletadas foram classificadas com base na cor do grão em amarelado, amarelado/alaranjada e avermelhado de acordo com os critérios de Mattar et al.<sup>(14)</sup> e Teixeira et al.<sup>(15)</sup>.

Para a caracterização da composição centesimal (análise química), as amostras foram secas em estufa a 105 °C durante 24 horas e trituradas em moinho tipo Willey, em peneiras com crivos de 1 mm. Em seguida foram analisadas para determinação da composição em matéria seca (MS, %), matéria mineral (MM, %), proteína bruta (PB, %), extrato etéreo (EE, %), energia bruta (EB, kcal/kg), segundo procedimentos descritos por Silva e Queiroz<sup>(16)</sup>. Já o amido (AMD, %) foi obtido pela soma dos carboidratos amilose e amilopectina presentes no produto, sendo a sua medida expressa em gramas de amido por 100 gramas de produto.

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS, %) foi determinada de acordo com o método das duas etapas proposto por Tilley e Terry<sup>(17)</sup>. Enquanto a fibra em detergente neutro (FDN, %) foi calculada segundo metodologia proposta por Van Soest et al.<sup>(18)</sup>. As características físicas analisadas foram densidade de grãos (DSD, g/cm<sup>3</sup>) conforme Kniep e Mason<sup>(19)</sup> e vitreosidade (VIT, %), pelo método de dissecação manual dos grãos<sup>(20)</sup>, na qual 100 grãos de cada cultivar foram selecionados aleatoriamente e divididos em 10 grupos, visualmente homogêneos em tamanho e forma do grão. A vitreosidade foi determinada em um grão de cada grupo

selecionado aleatoriamente. Após imersão em água destilada por 3 minutos, os grãos foram secos com papel toalha e o pericarpo e o germe, removidos com bisturi deixando apenas o endosperma total, o qual foi pesado. Em seguida, o endosperma farináceo foi removido e o peso do endosperma vítreo restante foi expresso como porcentagem do endosperma total.

**Tabela 1.** Características visuais das variedades tradicionais de milho provenientes de plantio em área de terra firme e praia (várzea) na região do Vale do Juruá, Acre.

Cultivar	Local de cultivo	Cor do grão
V1	Terra Firme	Amarelado
V2	Terra Firme	Amarelado/alaranjada
V3	Terra Firme	Avermelhado
V4	Terra Firme	Amarelado/alaranjada
V5	Terra Firme	Amarelado/alaranjada
V6	Terra Firme	Avermelhado
V7	Praia (várzea)	Amarelado/alaranjada
V8	Praia (várzea)	Amarelado/alaranjada
V9	Praia (várzea)	Alaranjado
V10	Praia (várzea)	Alaranjado
V11	Praia (várzea)	Alaranjado
V12	Praia (várzea)	Amarelado

Para todas as características avaliadas, as análises foram realizadas envolvendo cinco repetições, sendo que cada repetição foi considerada 5 gramas de grãos proveniente das espigas coletadas de cada variedade. Por isso, os dados foram analisados mediante estatística descritiva, associado à análise multivariada de componentes principais (PCA) para detectar agrupamento entre as variedades de milho. Os dados foram analisados com auxílio do *software* R versão 4.1.1<sup>(21)</sup>, por meio da metodologia descrita no trabalho de Schmitz et al.<sup>(22)</sup>.

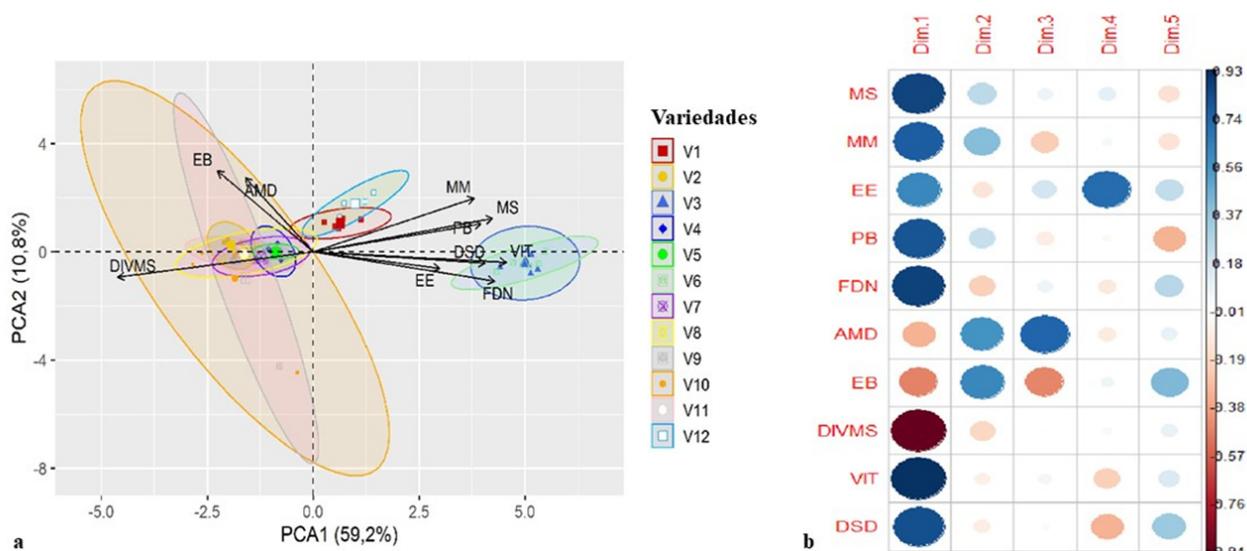
## 3. Resultados e discussão

Por meio da análise de componentes principais (PCA) foi observado que há forte relações entre as variáveis estudadas, pois os dois primeiros eixos foram responsáveis por 70% da variação total dos dados (Figura 1a), na qual a variabilidade explicada por esses eixos é, portanto, altamente significativa, pois a maior parte da variação e padrões dos dados são limitados a PCA1 e PCA2, que podem ser resumidos em gráficos de dispersão biplot<sup>(23)</sup>.

Na Figura 1a, observa-se a distribuição das variedades em 3 grupos distintos que estão à direita e esquerda da PCA1. No grupo 1 (lado direito inferior do gráfico) ficou composto pela V3 e V6, que são caracterizadas por apresentar grãos de cores

avermelhadas, já o grupo 2, pelas variedades V2, V4, V5, V7, V8, V9, V10 e V11, com grãos predominantemente de cores amarelas a amarelos-alaranjados. O grupo 3 (lado direito superior da figura 1) é formado por V1 e V12, de grãos amarelados, e é caracterizado por apresentar uma transição entre o grupo 1 e 2, pois tanto compartilha valores elevados de MS, MM, EB, DSD, AMD bem como baixos valores para FDN, VIT, DIVMS e EE. Com exceção do grupo 1, cujas variedades são cultivadas em terra firme, os grupos 2 e 3 foram representados por mistura de variedades coletadas em terra firme e praia. No que tange ao local de cultivo, a mistura das variedades ocorre por que os agricultores utilizam as mesmas sementes tanto para plantio em terra firme bem como em área de praia, pois a janela de plantio nesses ambientes na regional do Juruá ocorre em meses diferentes. Além disso, os produtores vendem sementes de milho nos mercados locais, na qual, sementes de milho de praia podem ser adquiridas e plantadas em terra firme ou pode ocorrer o inverso.

Uma das características que influenciaram para a divisão foi a textura do grão, haja vista que os valores de VIT de 79,28% (V3) e 79,46% (V6) observados na Tabela 2, classifica os grãos desse grupo em textura dura (Flint), com maior presença de endosperma vítreo em relação ao endosperma total. A dureza é uma característica física que influencia na qualidade e no processamento dos grãos de milho<sup>(24)</sup>, e tem forte relação com a densidade dos grãos e suscetibilidade ao ataque de pragas e doenças<sup>(25)</sup>. Por isso, no Brasil, devido à origem dos germoplasmas utilizados e aos objetivos dos programas de melhoramento, predomina o cultivo de milho com endosperma de textura dura<sup>(26)</sup>. Essa afinidade por grãos duro implica diretamente em menor atuação das enzimas digestivas, e conseqüentemente podem reduzir a degradabilidade do amido ocasionando uma menor digestibilidade<sup>(27)</sup>. Entretanto, grãos do tipo duro apresentam maior teor de proteína em comparação aos grãos com consistência farinácea, ou seja, aqueles com menor VIT e DSD<sup>(28)</sup>.



**Figura 1:** (a) Dispersão gráfica (*biplot*) de 12 variedades tradicionais e de características físicas e químicas de milho; (b) Correlações entre as variáveis químicas e físicas dos grãos com os cinco primeiros componentes principais (PCA).

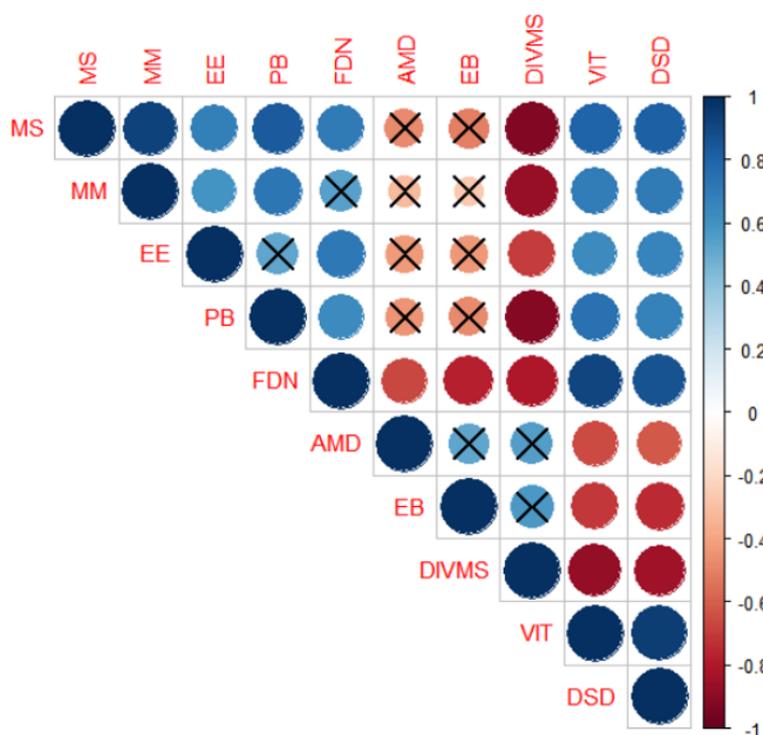
Observando os resultados da Tabela 2, percebe-se que no grupo 2 e 3 as variedades apresentaram valores menores de VIT e DSD em relação as do grupo 1, que tiveram maior digestibilidade, maiores proporções de amido e energia disponível, porém menores teores de PB. Assim, a maior digestibilidade nas variedades desses grupos pode ser proveniente da reduzida presença de uma matriz proteica que envolve os grânulos de amido, resultando em espaços vagos entre estas estruturas dentro das células no endosperma, facilitando assim o ataque enzimático<sup>(29)</sup>.

Considerando o teor de PB, os valores neste estudo variaram de 8,4 a 9,13%, denotando que a VIT se correlacionou positivamente com o conteúdo de PB (Figura 2), pois as variedades com maior VIT também apresentaram maior PB, mesma tendência observada por Rossi et al.<sup>(30)</sup>. As diferenças observadas quanto ao teor de PB podem estar relacionadas quanto a diferenças na eficiência de absorção do nitrogênio disponível no solo para a planta<sup>(31)</sup>, uma vez que, as gramíneas tropicais apresentam elevado potencial de resposta à adubação nitrogenada<sup>(32)</sup>.

**Tabela 2.** Valores médios da composição química e física dos grãos com base na matéria seca.

Variedades	Variáveis									
	MS %	MM %	EE %	PB %	FDN %	AMD %	DIVMS %	VIT %	EB kcal/kg	DSD g/cm <sup>3</sup>
<b>Terra Firme</b>										
V1	90,4	1,02	2,95	8,86	8,74	74,53	81,72	75,57	3.862,6	1,29
V2	89	0,96	2,90	8,48	8,77	75,08	83,30	73,7	3.866,4	1,28
V3	91	1,05	2,97	9,13	9,38	72,53	79,34	79,28	3.654,8	1,33
V4	88,7	0,94	2,89	8,77	8,77	74,54	82,46	75,3	3.839	1,29
V5	88,8	0,93	2,87	8,82	8,82	74,43	82,56	75,67	3.841	1,28
V6	91,2	1,05	2,95	9,12	9,53	72,52	79,65	79,46	3.662,2	1,32
Média	89,84	0,99	2,92	8,88	9,0	73,94	81,50	76,50	3787,67	1,30
CV%	1,25	5,62	1,67	2,82	3,66	1,48	1,90	2,85	2,60	1,54
<b>Praia</b>										
V7	88,61	0,97	2,91	8,33	8,83	75,07	83,32	75,65	3.869,4	1,29
V8	88,69	0,95	2,88	8,40	8,79	75,72	83,83	75,62	3.872,6	1,29
V9	88,72	0,93	2,87	8,4	8,77	71,97	83,82	75,49	3.849,2	1,29
V10	88,68	0,91	2,86	8,46	8,73	75,15	83,94	75,0	3.680,2	1,29
V11	88,95	0,93	2,90	8,56	8,72	75,32	84,04	74,96	3.860,6	1,29
V12	90,48	1,07	2,86	8,95	8,70	75,04	81,27	76,36	3.874,2	1,30
Média	89,02	0,96	2,88	8,52	8,76	74,71	83,37	75,51	3.834,37	1,29
CV%	0,90	6,18	1,44	2,54	0,67	4,70	1,27	0,85	4,70	0,39

Matéria seca=MS, Matéria Mineral=MM, Extrato Etéreo=EE, Proteína Bruta=PB, Fibra em Detergente Neutro =FDN, Amido=AMD, Energia Bruta=EB, Digestibilidade *in vitro* da matéria seca=DIVMS, Vitreosidade=VIT, Densidade=DSD

**Figura 2.** Correlação de Pearson entre as variáveis químicas e físicas dos grãos.

Com relação aos teores médios de amidos, os valores variaram de 72,53 a 72,52% no grupo 1, 71,97% a 75,72% no grupo 2 e de 74,53% a 75,04% no grupo 3, denotando haver incremento no teor de amido à medida que a VIT diminui. Essa relação está de acordo com o estudo de Pineda-Hidalgo et al. <sup>(33)</sup>, no qual se destacou

que o teor de amido tem correlação negativa com a dureza dos grãos. O amido é a principal composição das sementes de cereais <sup>(34)</sup>, e na cultura do milho, para maior acessibilidade dos microrganismos aos grânulos desse carboidrato, tem-se utilizado da técnica de ensilagem, por favorecer a solubilização parcial da matriz proteica dos

grãos facilitando o acesso dos microrganismos <sup>(35)</sup>.

Uma característica importante na avaliação da qualidade da silagem é a porcentagem de FDN, que representa a fração dos carboidratos estruturais contidos nos alimentos e sua composição tem relação com o consumo de matéria seca (MS) <sup>(36)</sup>. Neste contexto, o teor de FDN variaram de 9,38 a 9,53% no grupo 1, de 8,72 a 8,74% no grupo 2 e 8,74 a 8,70% no grupo 3 inferiores aos encontrados por Zilic et al. <sup>(37)</sup>, na qual obtiveram variação de 11,02 a 14,72% de FDN. Essa inferioridade da FDN vai proporcionar uma maior digestibilidade dos grãos, devido ao conteúdo fibroso presente ser bem menor. Além disso, a concentração de FDN na dieta está negativamente correlacionada com a concentração de energia, ou seja, quanto menor FDN, maior o teor de energia do alimento <sup>(38)</sup>. Essa correlação foi observada nesse estudo (Figura 2), na qual as variedades do grupo 2 que apresentaram menor teor de FDN obtiveram respectivamente maiores valores de EB.

Quanto a massa seca dos grãos (MS), observou-se tendência de maiores valores nas variedades 3 e 6 (91%) (Tabela 2). No geral, a média de MS variou de 88,61 a 91,2% (V7 e V6, respectivamente), cuja variação pode estar relacionada às características físicas dos grãos, uma vez que grãos com endosperma farináceo possui uma estrutura celular menos compactada. Com isso, existem espaços de ar entre os grânulos de amido o que permite que a umidade permaneça mais tempo no endosperma <sup>(29)</sup>. O nível de umidade nos grãos de milho é considerado um parâmetro importante, pois em condições de altas temperaturas, o armazenamento por longo prazo e altos teores de umidade potencializam a contaminação por fungos, que produzem micotoxinas <sup>(39)</sup>.

Nos valores médios de EE e MM, houve variação entre as variedades, na qual os valores médios oscilaram de 2,86 a 2,97% para EE e 0,91% a 1,07% para MM. Vásquez-Carrillo et al. <sup>(40)</sup> em estudo com 11 variedades locais de milhos mexicano, concluíram que os teores médios de óleo foram de 4,9% para o milho local, 3,7% para os híbridos brancos e 3,2% para híbridos amarelos, valores superiores aos verificados neste estudo. Mesmo que os níveis totais de gordura dos grãos estudados sejam relativamente baixos, a presença de ácidos graxos linolênico torna o óleo de milho extremamente importante na alimentação por influenciar na prevenção de doenças cardiovasculares e o combate ao colesterol <sup>(41)</sup>. Porém, esses teores podem ser afetados por fatores ambientais e genéticos <sup>(42)</sup> e pela forma de processamento, podendo ocorrer eliminação de lipídeos por oxidação <sup>(43)</sup>.

Com relação ao teor de material MM nos grãos, observa-se que estão próximos aos obtidos por Pekel et al. <sup>(44)</sup> que avaliou a composição química de grãos de milhos, os teores variaram de 0,8 a 1,3 %. No geral, os grãos de milhos são ricos nos minerais magnésio, potássio e fósforo e estão acumulados em sua maioria no germen

<sup>(9)</sup>. O teor de MM é considerado como medida legal de qualidade e utilizado como critério na identificação dos alimentos <sup>(45)</sup>. Entretanto, as porcentagens de MM oriundos de produtos vegetais fornecem pouca informação sobre sua composição, não sendo um indicador para distinguir as variedades <sup>(46)</sup>. Na cultura do milho, as condições de estresse representadas pelo déficit hídrico e deficiência nutricionais afetam a absorção de nutrientes e influenciam na produtividade e qualidades dos grãos, assim, as diferenças nos teores de MM observadas no presente estudo podem estar associadas a esses fatores.

#### 4. Conclusão

As variedades tradicionais cultivadas em terra firme e praia, apresentam variações em relação as análises físicas e químicas. As variedades de grãos amarelo e amarelo-alaranjadas, associaram maior presença de energia, amido e digestibilidade. Entretanto, as de avermelhados estão compartilhando maior valor protéico, vitreosidade e densidade. Portanto, observa-se que na regional do Juruá as variedades de milhos tradicionais apresentaram diversidade em sua composição e que estudos futuros considerando os fatores solo, planta e clima são necessários para um melhor entendimento e aproveitamento desses materiais.

#### Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

#### Contribuições do autor

*Conceituação:* D.R. Araujo; *Curadoria de Dados:* L.O. Nascimento, J.G.V. Moreira; *Análise Formal:* J.G.V. Moreira, C.S. Souza, J.B. Ferreira; *Aquisição de Financiamento:* D.R. Araujo, F.A. Gomes; *Investigação:* D.R. Araujo; *Metodologia:* F.A. Gomes, E.P.L. Matta; *Gerenciamento de Projeto:* D.R. Araujo, F.A. Gomes, E.P.L. Matta; *Recursos:* F.A. Gomes; *Supervisão:* E.A. Araujo, J.B. Ferreira; *Redação (esboço original):* D.R. Araujo, C.S. Souza, J.G.V. Moreira.

#### Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior –CAPES, pela concessão da bolsa de estudos ao primeiro autor e a Fundação de Amparo à pesquisa do estado do Acre – FAPAC, pela ajuda financeira por meio do edital 003/2019 FAPAC/CNPQ.

#### Referências

1. Pavão AR, Ferreira Filho JBS. Impactos econômicos da introdução do milho Bt11 no Brasil: uma abordagem de equilíbrio geral inter-regional. *Revista de Economia e Sociologia Rural*. 2011; 9(1): 81-108. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-20032011000100004>
2. Caldarelli CE, Bacchi MRP. Fatores de influência no preço do

- milho no Brasil. *Nova Economia*. 2012; 22(1): 141-164. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-63512012000100005>
3. Lima BC, Dudek, G, Chaves, MHM, Martins AG, Mission VC, Mission RF. Diversidade genética em acessos de milho crioulo. *Brasilian Journal of Development*. 2020; 6(10): 82712-82726. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n10-631>
4. Fontinele YR, Santos VB, Nascimento LO, Aragão AC, Nascimento MM, Ferreira AB, Lima AFB, Moreira JGV, Araújo DR. Variability, association and selection of promising characters for breeding creole maize. *Journal of Experimental Agriculture International*. 2021; 43(4): 31-43. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.9734/jeai/2021/v43i430670>
5. Vargas CC, Morais RM, Redaelli LR. Infestação de milho crioulo, convencional e transgênico pela lagarta-do-cartucho e pela lagarta-da-espiga e parasitismo de ovos. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*. 2017; 16(3): 351-360. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v16n3p351-360>
6. Vieira LC, Guerra MP, Barbosa Neto JF. Análise preliminar de germoplasma de variedades crioulas de milho do sul do Brasil. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*. 2016; 15(3): 557-571. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18512/rbms.v15i3.510>
7. Perales G, Golicher D. Mapping the diversity of maize races in Mexico. *Plos One*. 2014; 9(12): 1-20. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0114657>
8. Môro GV, Fritsche-Neto R. (2017). Importância e usos do milho no Brasil. In: Borém A, Galvão JCC, Pimentel MA, editores. *Milho do plantio à colheita*. Viçosa, MG: UFV; 2017. p. 09-24.
9. Nuss ET, Tanumihardjo SA. Maize: a paramount staple crop in the context of global nutrition. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2010; 9(4): 417-436. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1541-4337.2010.00117.x>
10. Xu A, Lin L, Guo K, Liu T, Yin Z, Wei C. Physicochemical properties of starches from vitreous and flourey endosperms from the same maize kernels. *Food Chemistry*. 2019; 291: 149-156. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.04.024>
11. Souza JML, Álvares VS, Nóbrega MS, Nobre I. Farinha de mandioca de Cruzeiro do Sul: características da identidade regional para a indicação geográfica. In: Souza JML, Álvares VS, Nóbrega MS, editores. *Indicação geográfica da farinha de mandioca de Cruzeiro do Sul*, Acre. Brasília, DF: Embrapa; 2017. p. 37-51.
12. Araújo EA, Ker JC, Amaral EF, Lani JL. Potencialidades, restrições e alternativas sustentáveis de uso da terra no Acre. 1 ed. Curitiba, PR: Editora CRV; 2011. 106p.
13. Amaral EF, Martorano LG, Bergo CL, Moraes JRSC, Lunz AMP, Souza LP, Araújo EA, Bardales NG, Lima MN. Condições agroclimáticas para subsidiar cultivos do café canéfora no Acre. In: Bergo CL, Bardales NG. Editores. *Zoneamento edafoclimático para o cultivo do café canéfora (coffea canephora) no Acre*. Brasília, DF: Embrapa; 2018. p. 49-88.
14. Mattar EPL, Silva AMC; OLIVEIRA, K.A.; FRADE JUNIOR, E.F.; CRUZ, L.R. Cultivares tradicionais de milho do vale do Juruá, Acre, Brasil. Disponível em: <http://www.ufac.br/site/noticias/2019/campus-floresta-lanca-poster-sobre-cultivaresde-milho>. Acesso em: 20/09/2019
15. Teixeira FF, Costa FM. Caracterização de Recursos Genéticos de Milho. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo; 2010. 10p. (Comunicado Técnico, nº 185).
16. Silva DJ, Queiroz AC. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3 ed. Viçosa, MG: UFV; 2002. 235p.
17. Tilley JMA, Terry RA. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *Journal British of Grassland Society*. 1963; 18(2): 104-111. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2494.1963.tb00335.x>
18. Van Soest, PJ, Robertson JB, Lewis B. (1991). A Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 1991; 74(10): 3583-3597. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
19. Kniep KR, Mason SC. Kernel breakage and density of normal and opaque-2 maize grain as influenced by irrigation and nitrogen. *Crop Science*. 1989; 29(1): 159-163. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1989.0011183X002900010035x>
20. Dombink-Kurtzman MA, Bietz JA. Zein composition in hard and soft endosperm of maize. *Cereal Chemistry*. 1993;70(1): 105-108.
21. R Development Core Team. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing. versão 4.1.1. Vienna, Austria; 2018.
22. Schmitz D, Villa PM, Schaefer CEGR, Francelino MR. Avaliação de gradiente pedoambiental usando análise de componentes principais (PCA) na antártica marítima. In: Diniz ES, Villa PM. organizadores. *Aplicação da linguagem R em análises de vegetação*. Ponta Grossa, PR: Atena; 2020. p. 43-55.
23. Lever J, Krzywinski M, Altman N. Principal component analysis. *Nat Methods*. 2017; 14(7): 641-642. doi: <https://doi.org/10.1038/nmeth.4346>
24. Piovesan V, Oliveira V, Gewehr CE. Milhos com diferentes texturas de endosperma e adição de alfa-amilase na dieta de leitões. *Ciência Rural*. 2011; 41(11): 2014-2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782011005000134>
25. Suleiman R, Willians D, Nissen A, Bern CJ, Rosentrater, KA. (2015). flint corn naturally resistant to sitophilus Zeamais infestation?. *Journal of Stored Products Researc*. 2015; 60:19. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jspr.2014.10.007>
26. Pinho RGV, Santos AO, Pinho IVV. Botânica. In: Borém, A, Galvão JCC, Pimentel MA. editores. *Milho do plantio à colheita*. 2. ed. Viçosa: UFV; 2017. p. 25-49.
27. Costa FMJ, Dias Júnior GS, Zacaroni OF, Santos JF, Pereira RAN, Pereira MN. Silagem de grãos úmidos de milho de textura dura ou macia em dietas com polpa cítrica para vacas em lactação. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 2014; 66(1): 203-210. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352014000100028>
28. Nguna E, Murayama D, Munthali C, Onishi K, Mori M, Tani M, Palta JP, Koaze H, Aiuchi D. Effect of kernel type on hardness and interrelationship with endosperm chemical components of Malawian local maize (*Zea mays L.*) varieties during storage. *African Journal of Agricultural Research*. 2020; 16(10): 1449-1457. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5897/AJAR2020.15019>
29. Rossi ES, Faria MV, Mendes MC, Possatto Junior O, Faria CMDR Silva, CA, Vaskoski VL, Andrade JM, Gava E. Microscopia do amido e digestibilidade de grãos em híbridos de milho silageiros com diferentes vitreosidades. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*. 2016; 15(3): 607-618. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18512/rbms.v15i3.662>
30. Rossi ES, Faria MV, Mendes MC, Neumann M, Gabriel A, Conte MVD. Bromatological characteristics and ruminal digestibility of grain corn hybrids with different vitreousness in

- silage maturity. *Acta Scientiarum. Agronomy*. 2016; 38(3): 337-344. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v38i3.28703>
31. Assis FB, Basso FC, Lara EC, Raposo E, Bertipaglia LMA, Fernandes, LO, Rabelo CHS, Reis RA. Caracterização agrônômica e bromatológica de híbridos de milho para ensilagem. *Semina: Ciências Agrárias*. 2014; 35(6): 2869-2882. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n6p2869>
32. Viana MCM, Freire FM, Ferreira JJ, Macêdo AR, Canrarutti RB, Mascarenhas MHT. Adubação nitrogenada na produção e composição química do capim braquiária sob pastejo rotacionado. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2011; 40(7): 1497-1503. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982011000700014>
33. Pineda-Hidalgo KV, Vega-Alvarez E, Calderon-Zamora L, Salazar-Salas NY, Gutierrez-Dorado R, Reyes-Moreno C, Bello-Perez LA, Lopez-Valenzuela, J.A. (2015). Physicochemical, structural, and proteomic analysis of starch granules from maize landraces of Northwest Mexico. *Cereal Chemistry*. 2015; 92(3): 320-326. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1094/CHEM-05-14-0099-R>
34. Yang J, Fu M, Ji C, Huang Y, Wu Y. Maize Oxalyl-CoA Decarboxylase1 Degrades Oxalate and Affects the Seed Metabolome and Nutritional Quality. *The Plant Cell*. 2018; 30(10): 2447-2462. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1105/tpc.18.00266>
35. Hoffman PC, Esser NM, Shver RD, Coblentz WK, Scott MP, Bodnar AL, Schmidt RJ, Charley, R.C. Influence of ensiling time and inoculation on alteration of the starch-protein matrix in high-moisture corn. *Journal of Dairy Science*. 2011; 94(5): 2465-2474. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2010-3562>
36. Geron LJV, Cabral LS, Trautmann-Machado RJ, Zeoula LM, Oliveira EB, Garcia J, Gonçalves MR, Aguiar RPS. Avaliação do teor de fibra em detergentes neutros e ácido por meio de diferentes procedimentos aplicados às plantas forrageiras. *Semina: Ciências Agrárias*. 2014; 35(3): 1533-1542. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n3p1533>
37. Zilic S, Milasinovic M, Terzic D, Barac M, Ignjatovic-Micic. Grain characteristics and composition of maize specialty hybrids. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 2011; 9(1): 230-241. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5424/SJAR/20110901-053-10>
38. Medeiros SR, Marino CT. Carboidratos na nutrição de gado de corte. In: Medeiros SR, Gomes RC, Bungenstab DJ. editores. *Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações*. Brasília, DF: Embrapa; 2015. p. 45-62.
39. Henz JR, Nunes RV, Pozza PC, Furlan AC, Schere, C, Eyng C, Silva WTM. Valor energético de diferentes cultivares de milho para aves. *Revista Semina: Ciências Agrárias*. 2013; 34(5): 2403-2412. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n5p2403>
40. Vázquez-Carrillo G, García-Lara S, Salinas-Moreno Y, Bergvinson DJ, Placios-Rojas N. Grain na tortilla quality in landraces na improved maize grown in the highlands of Mexico. *Plant Foods For Human Nutrition*. 2011; 66(1): 203-208. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s11130-011-0231-7>
41. Tighe P, Duthie G, Vaughan N, Brittenden J, Simpson WG, Duthie S, Mutch W, Wahle K, Horgan G, Thies F. Effect of increased consumption of whole-grain foods on blood pressure and other cardiovascular risk marker in healthy middle-aged person: a randomized controlled trial. *The American Journal Of Clinical Nutrition*. 2010; 92(4): 733-740. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3945/ajcn.2010.29417>
42. Sánchez-Toledano BI, Kallas Z, Gil JM. Importancia de los objetivos sociales, ambientales y económicos de los agricultores en la adopción de maíz mejorado em Chiapas, México. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*. 2017; 49(2): 269-287.
43. Dongmo H, Tambo ST, Teboukeu GB, Mboukap AN, Fotso BS, Djuidje MCT, Klang JM. (2020). Effect of process and variety on physic-chemical and rheological properties of two corn flour varieties (Atp an Kassai). *Journal of Agriculture and Food Research*. 2020; 2:10075. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jafr.2020.100075>
44. Perkel AY, Çalik A, Alatas MS, Kuter E, Cengiz O, Omurtag GZ, Inan G. Evaluation of correlations between nutrientes, fatty acids, heavy, and deoxynivalenol in corn (*Zea mays* L.). *Journal of Applied Poultry Research*. 2019; 28(1): 94-107. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3382/japr/pfy023>
45. Mesquita FR, Lima MO, Araújo JM, Ribeiro OAS, Craveiro RL. Composição centesimal de frutos típicos da região do Vale do Juruá-Amazônia Ocidental. *Enciclopédia Biosfera*. 2014; 10(19): 2849-2857.
46. Lim S, Yi G. Investigating seed mineral composition in Korean landrace maize (*Zea mays* L.) and its kernel texture specificity. *Journal Of Integrative Agriculture*. 2019; 18(9): 1996-2005. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/S2095-3119\(18\)62055-6](http://dx.doi.org/10.1016/S2095-3119(18)62055-6)