

MAYARA ALMEIDA DRUMOND E SILVA



RIO BRANCO – AC

2022

MAYARA ALMEIDA DRUMOND E SILVA

**ARMAZENAMENTO DE VARIEDADES CRIOULAS
DE FEIJÃO-CAUPI EM SILO BOLSA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, da Universidade Federal do Acre, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Dr. Adalberto Hipólito de Sousa

RIO BRANCO – AC

2022

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

- S586a Silva, Mayara Almeida Drumond e, 1997 -
Armazenamento de variedades crioulas de feijão-caupi em silo bolsa /
Mayara Almeida Drumond e Silva; Orientador: Dr. Adalberto Hipólito de Sousa. -
2022.
60 f.: il.; 30 cm.
- Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Acre, Programa de Pós –
Graduação em Produção Vegetal, Mestre em Produção Vegetal, Rio Branco,
2022.
Inclui referências bibliográficas e apêndice.
1. *Vigna unguiculata* L.. 2. Atmosfera modificada. 3. Hermético. I. Sousa,
Adalberto Hipólito de. (Orientador). II. Título.

CDD: 338.1

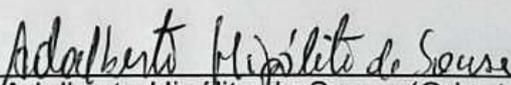
MAYARA ALMEIDA DRUMOND E SILVA

**ARMAZENAMENTO DE VARIEDADES CRIOULAS
DE FEIJÃO-CAUPI EM SILO BOLSA**

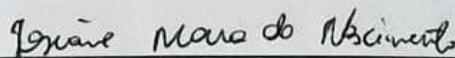
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, da Universidade Federal do Acre, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

APROVADA em 31 de agosto de 2022.

BANCA EXAMINADORA



Dr. Adalberto Hipólito de Sousa (Orientador)
UFAC



Dra. Josiane Moura do Nascimento
Sebrae



Dr. Luís Gustavo de Souza e Souza
IFAC

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, saúde, oportunidades e sustento ao longo da jornada.

Aos meus familiares, em especial Sr.^a Tânia Maria A. D. M. e Silva e Sr José Martins da Silva, pelo constante incentivo e suporte durante minha vida.

O meu orientador Prof. Dr. Adalberto H. de Sousa, pela oportunidade, por acreditar e me incentivar em todo percurso acadêmico.

A Universidade Federal do Acre, ao Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal e todos os professores que contribuíram para a realização desse mestrado, compartilhando seus conhecimentos e técnicas.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

Aos membros da banca examinadora, Dra. Josiane Moura e Dr. Luís Gustavo, pelo aceite e contribuições para a melhoria do trabalho.

Aos meus amigos, em especial Rycha, Dinalva, Gustavo e Maila, pelo apoio, incentivo e auxílio, que cominou na realização dessa conquista.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a concretização desse trabalho.

RESUMO

Os grãos são fontes dominantes de nutrientes para a maioria da população mundial. No entanto, métodos tradicionais de armazenamento e manejo inadequado, causam depreciação significativa nos grãos, principalmente por infestações de insetos-praga e condições ambientais. Este trabalho teve por objetivo avaliar o uso de silo bolsa como alternativa no armazenamento de grãos crioulos de feijão-caupi. Para o estudo utilizou-se amostras de feijão-caupi safra 2021, variedade Arigozinho, Manteiguinha e Quarentão, procedentes do município de Cruzeiro do Sul - AC. As amostras foram armazenadas em quantidades de 500 g, em silos bolsa e sacos de ráfia, durante 30, 60, 90, 120 dias. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, no esquema fatorial com parcelas subdivididas, com quatro repetições, onde as parcelas foram representadas pelas condições de armazenamento e as subparcelas pelos períodos de armazenamento 0, 30, 60, 90 e 120 dias. Para a avaliação da qualidade, foram realizadas análises de grau de infestação por insetos-praga, teor de água, massa específica aparente, percentual de germinação e condutividade elétrica, após o intervalo de cada 30 dias. A espécie identificada em todas as variedades foram insetos de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman), no qual, os percentuais de infestações oscilaram de 49 a 98% em sacos de ráfia e foram inferiores a 10% em silo bolsa, ao longo dos 120 dias. Observou-se a depreciação na qualidade dos grãos durante o período de armazenamento em sacos de ráfia, houve aumento no grau de infestação, na condutividade elétrica, flutuações no teor de água, redução da massa específica aparente e na germinação. Ao contrário dos resultados apresentados para sacos de ráfia, os grãos armazenados em silo bolsa apresentaram variações mínimas ao longo dos 120 dias, conservando sua qualidade inicial durante todo período de armazenagem. O sistema de armazenamento em silo bolsa é uma alternativa eficaz no controle de insetos-praga, e na manutenção da qualidade dos grãos, pelo período de até 120 dias.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata* L.; atmosfera modificada; hermético; caruncho.

ABSTRACT

Grains are the dominant sources of nutrients for the majority of the world's population. However, traditional methods of storage and inadequate handling, cause significant depreciation in grains, mainly due to infestations of insect pests and environmental conditions. This study aimed to evaluate the use of bag silo as an alternative in the storage of cowpea creole grains. For the study, samples of cowpea crop 2021, Arigozinho, Manteiguinha and Quarentão variety, from the municipality of Cruzeiro do Sul - AC, were used. The samples were stored in quantities of 500 g, in bag silos and raffia bags, for 30, 60, 90, 120 days. A completely randomized design was adopted, in a factorial scheme with split plots, with four replications, where plots were represented by storage conditions and subplots by storage periods of 0, 30, 60, 90 and 120 days. To evaluate the quality, analyzes were carried out on the degree of infestation by insect pests, water content, apparent specific gravity, percentage of germination and electrical conductivity, after an interval of every 30 days. The species identified in all varieties were insects of *Zabrotes subfasciatus* (Boheman), in which the percentages of infestations ranged from 49 to 98% in raffia bags and were less than 10% in the bag silo, over the 120 days. Depreciation in grain quality was observed during the period of storage in raffia bags, there was an increase in the degree of infestation, electrical conductivity, fluctuations in water content, reduction of apparent specific mass and germination. Contrary to the results presented for raffia sacks, the grains stored in the bag silo showed minimal variations over the 120 days, maintaining their initial quality throughout the storage period. The bag silo storage system is an effective alternative in controlling insect pests and in maintaining grain quality for a period of up to 120 days.

Keywords: *Vigna unguiculata* L.; modified atmosphere; airtight; weevil.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Resultado do teste de infestação de grãos de feijões caupi armazenados em diferentes sistemas, silo bolsa e saco de rafia ao longo de 120 dias, Rio Branco, AC, 2022.....	30
Figura 2 - Teor de umidade de grãos de feijões caupi armazenados em diferentes sistemas, silo bolsa e saco de rafia ao longo de 120 dias, Rio Branco, AC, 2022.....	34
Figura 3 - Comportamento da Massa Específica de variedades feijões caupi armazenados em diferentes sistemas, silo bolsa e sacos de rafia ao longo de 120 dias, Rio Branco, AC, 2022.....	37
Figura 4 - Germinação de feijões caupi crioulos armazenados em diferentes sistemas, silo bolsa e saco de rafia ao longo de 120 dias, Rio Branco, AC, 2022.....	40
Figura 5 - Resultado da condutividade elétrica de feijões caupi crioulos armazenados em diferentes sistemas, silo bolsa e saco de rafia ao longo de 120 dias, Rio Branco, AC, 2022.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização inicial dos grãos de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i> L.) quanto ao grau de infestação, teor de água, massa específica, germinação e condutividade elétrica.....	25
Tabela 2 - Interação entre os sistemas Saco de Ráfia e Silo Bolsa para variável grau de infestação em cada período de armazenamento nas variedades crioulas de feijão-caupi, Rio Branco, AC, 2022.....	31
Tabela 3 - Interação entre os sistemas Saco de Ráfia e Silo Bolsa para teor de umidade em cada período de armazenamento nas variedades crioulas de feijão-caupi, Rio Branco, AC, 2022.....	35
Tabela 4 - Interação entre os sistemas Saco de Ráfia e Silo Bolsa para massa específica em cada período de armazenamento nas variedades crioulas de feijão-caupi, Rio Branco, AC, 2022.....	38
Tabela 5 - Interação entre os sistemas Saco de Ráfia e Silo Bolsa para germinação em cada período de armazenamento nas variedades crioulas de feijão-caupi, Rio Branco, AC, 2022.....	41
Tabela 6 - Interação entre os sistemas Saco de Ráfia e Silo Bolsa para condutividade elétrica em cada período de armazenamento nas variedades crioulas de feijão-caupi, Rio Branco, AC, 2022.....	45

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A - Análise de variância do Grau Infestação (GI), Teor de água (TA), Massa Específica (ME), Percentual de Germinação (GE) e Condutividade Elétrica (CO) da variedade Arigozinho, experimento realizado em DIC Fatorial parcela subdividida, em Rio Branco, AC, 2022.....	57
APÊNDICE B - Análise de variância do Grau Infestação (GI), Teor de água (TA), Massa Específica (ME), Percentual de Germinação (GE) e Condutividade Elétrica (CO) da variedade Manteiguinha, experimento realizado em DIC Fatorial parcela subdividida, em Rio Branco, AC, 2022.....	57
APÊNDICE C - Análise de variância do Grau Infestação (GI), Teor de água (TA), Massa Específica (ME), Percentual de Germinação (GE) e Condutividade Elétrica (CO) da variedade Quarentão, experimento realizado em DIC Fatorial parcela subdividida, em Rio Branco, AC, 2022.....	58
APÊNDICE D - Etapas das avaliações de qualidade dos grãos de feijão-caupi ao logo de 120 dias. (A) Sacos de Ráfia x Silos bolsa; (B) Infestação por <i>Zabrotes subfasciatus</i> ; (C) Teor de umidade dos grãos; (D) Aferição da massa específica aparente.....	59
APÊNDICE E - Exemplificação metodológica de etapas das avaliações de qualidade dos grãos de feijão-caupi ao logo de 120 dias. (E) Teste de germinação; (F) Condutividade elétrica; (G) Saco de ráfia x Silo bolsa, após 120 dias de armazenamento.....	60

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 FEIJÃO: PRODUÇÃO.....	12
2.2 CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA.....	13
2.3 VARIEDADES CRIOULAS DE FEIJÃO-CAUPI.....	14
2.4 INDICADORES DE QUALIDADE DOS GRÃOS DE FEIJÃO.....	15
2.4.1 Grau de infestação.....	16
2.4.2 Teor de água.....	16
2.4.3 Massa específica aparente.....	17
2.4.4 Germinação.....	18
2.4.5 Condutividade elétrica.....	19
2.5 PRAGAS DO FEIJÃO ARMAZENADO.....	19
2.6 ARMAZENAMENTO HERMÉTICO.....	23
3 MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1 SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO DOS GRÃOS.....	25
3.2 ANÁLISES DE QUALIDADE DOS GRÃOS.....	26
3.2.1 Avaliação da infestação por insetos-praga.....	26
3.2.2 Determinação do teor de água.....	26
3.2.3 Determinação da massa específica aparente.....	27
3.2.4 Cálculo do percentual de germinação.....	27
3.2.5 Determinação da condutividade elétrica.....	28
3.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1 GRAU DE INFESTAÇÃO.....	29
4.2 TEOR DE ÁGUA.....	33
4.3 MASSA ESPECÍFICA.....	36
4.4 GERMINAÇÃO.....	39
4.5 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA.....	43
5 CONCLUSÕES	47
REFERÊNCIAS	48
APÊNDICE	56

1 INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) agrupa um dos principais componentes da dieta alimentar nas regiões Norte e Nordeste do Brasil (OLIVEIRA et al., 2019). Possui atributos desejáveis, como alto conteúdo proteico, fibras alimentares, minerais e antioxidante como ferro e zinco, além de baixo teor lipídico (SOUSA et al., 2021). Essa leguminosa tem elevado potencial no mercado como matéria-prima para novos subprodutos, visto a alta versatilidade em diversas formulações alimentícias como pães, cookies, hambúrguer e biscoitos, conjuntamente com a importância cultural e socioeconômica para os agricultores familiares e comunidades tradicionais, estas responsáveis pela concentração de grande parte da produção, geração de emprego e fomento à conservação da diversidade genética dessa espécie (OLIVEIRA et al., 2021).

A região do Vale do Juruá no estado do Acre, é responsável por abrigar mais de vinte variedades crioulas de feijão-caupi (SOUSA et al., 2020), com variabilidade quanto a características da semente, arquitetura da planta, ciclos, adaptação as condições climáticas, resistência a pragas e características nutricionais do grão, sendo fonte de genes para trabalhos de melhoramento genético (SIVIERO et al., 2019).

O armazenamento comporta uma das etapas mais importantes dentre a produção de grãos secos, ele possibilita preservar o valor nutricional dos grãos e a qualidade das sementes para cultivos futuros (LORINI et al., 2018). O período de armazenamento é influenciado por uma série de fatores, dentre eles a infestação por insetos-praga, responsável pelo maior percentual de perdas quantitativas e qualitativas na massa dos grãos (FARONI; SOUSA, 2006; SMIDERLE et al., 2009).

Zabrotes subfasciatus (Boheman), é uma das principais espécies de insetos-pragas de grãos armazenados, as larvas constroem galerias no tegumento, resultando em perdas na massa e qualidade dos grãos, além de reduzir a capacidade de germinação das sementes. Em particular, o gênero *Vigna* não detém de recomendação do órgão competente, para a utilização de produtos químicos no controle desses insetos-pragas durante a armazenagem (SILVA; ATHAYDE SOBRINHO, 2019; AGROFIT, 2022). Alternativas como o sistema de armazenamento hermético, provou ser eficaz na proteção dos grãos por infestação de agentes nocivos e na manutenção da qualidade em diversas espécies (MAGALHÃES; SOUSA, 2020; CORADI et al., 2020; KUYU et al., 2022).

Dispensando a necessidade de tratamento prévio com produtos químicos, o sistema de armazenamento hermético é uma alternativa econômica e segura, onde o grão ou semente, absorve o O₂ disponível no meio, transformando-o em CO₂, impossibilitando a sobrevivência de insetos-praga, além de reduzir a migração da umidade do ambiente para os grãos, devido a impermeabilidade das embalagens, mantendo a qualidade inicial do produto (LORINI et al., 2018; KUYU et al., 2022).

Visto a ampla diversidade genética e a possível responsividade dentre elas, busca-se a utilização de métodos alternativos de manejo fitossanitário e preservação dos grãos durante o período de armazenagem. O objetivo do estudo foi avaliar o uso de silo bolsa como alternativa no controle de *Zabrotes subfasciatus* e conservação da qualidade de grãos crioulos de feijão-caupi durante o período de 120 dias.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 FEIJÃO: PRODUÇÃO

Os pulses (feijão, grão-de-bico, ervilha, etc.) crescem no mercado global de grãos secos, principalmente devido aos seus benefícios para saúde humana. São importantes fontes de proteínas em dietas, ricos em micronutrientes como: magnésio, potássio, folato, ferro e zinco, características que impulsionam o aumento na produção. Os principais produtores mundiais de feijão são: Mianmar, Índia, Brasil, China, Tanzânia, Uganda, Estados Unidos, México, Quênia e Burundi (FAOSTAT, 2021).

Segundo Conab (2022), na safra de 2020/21, o consumo de feijão foi de aproximadamente 2,9 milhões de toneladas. Projeções do Mapa (2021) para 2030, estimam o consumo nacional de até 3,02 milhões de toneladas, sendo o Brasil um dos maiores produtores e consumidores desse grão.

Sendo a segunda espécie de feijão mais cultivada no país, a espécie *Vigna unguiculata* (L.) (CONAB, 2022), conforme a região, pode ser conhecida como feijão-caupi, feijão-fradinho, feijão-de-corda, feijão de praia, feijão miúdo e feijão macaçar, tem ótima aceitação no mercado interno. Sua produção em grande maioria é ordenada por agricultores familiares, principalmente na região amazônica e parte do nordeste brasileiro, onde possui elevado valor social e econômico para as comunidades tradicionais (SIVIERO et al., 2019).

De acordo com IBGE (2017), a safra brasileira de feijão-caupi foi de aproximadamente 458 mil toneladas e fixado somente no território acreano, a safra foi de 572 toneladas para 928.691 hectares de área colhida no estado. Dados da Conab (2022), expressam o aumento da produção do grão no país, a safra 2020/21 foram de 623,8 mil toneladas de feijão-caupi e para a safra de 2021/22 estima-se para todo território aproximadamente 724,1 mil toneladas, visando a produtividade por área plantada, a safra 2020/21 atingiu 559 kg ha⁻¹, estipulando um aumento na safra de 2021/22 para 597 kg ha⁻¹.

No Brasil, o feijão-caupi pode possuir até três épocas distintas de plantio, dependendo da variedade e da região. Dados da Conab (2021), exemplificam em todo território nacional, a variação de produtividade das safras de 2020/21 de feijão-caupi, 1º safra foi de 316 kg ha⁻¹, 2º safra 517 kg ha⁻¹ e 3º safra 559 kg ha⁻¹. Para o volume total da safra de 2020/2021 os maiores produtores foram Mato Grosso (158,3 mil t), Ceará (110,8 mil t) e Tocantins (64,7 mil t).

A produção está alinhada ao hábito alimentar da população, as regiões Norte e Nordeste somadas, são responsáveis por mais de 70% da produção nacional com base na safra de 2020/21. Com enfoque na região Norte, a produção totalizou 89,9 mil toneladas de feijão-caupi (safra 2020/21), os três maiores produtores foram os estados de Tocantins, Pará e Acre. No Nordeste a produção do grão foi de 352,6 mil toneladas, sendo os três estados com maior volume de produção o Ceará, Bahia e Piauí (CONAB, 2022).

2.2 CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA

O feijão-caupi é uma leguminosa pertencente à classe Dicotiledônea da ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboideae, tribo Phaseoleae, subtribo Phaseolineae, gênero *Vigna*, subgênero *Vigna*, espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp. (FREIRE FILHO et al., 2011).

Caule definido como haste principal, originando ramos, podendo ser de crescimento determinado ou indeterminado, o que definirá o pote da planta, sendo este de quatro tipos: ereto, semiereto, semiprostrado e prostrado (ARAÚJO et al., 1984; FREIRE FILHO et al., 2005; WANG et al., 2017).

A inflorescência do feijão-caupi inicia-se a partir de um eixo central, que consiste de um racemo modificado, possuindo de seis a oito pares de gemas florais; sendo simples, com apenas uma inflorescência, ou composta, com mais de uma inflorescência. As flores são classificadas como perfeitas, com simetria bilateral e estão distribuídas aos pares no racemo. Abrem-se pela manhã e dispõem de mecanismos que dificultam o cruzamento como cleistogamia, sendo estas autógamas, apresentando geralmente apenas 1% de polinização cruzada (ROCHA et al., 2007; ROCHA, 2018).

O sistema radicular é composto por uma raiz principal, tipo pivotante e com ramificações laterais, podendo alcançar mais de dois metros, característica que confere certa tolerância à seca (ARAÚJO et al., 1984)

As características das sementes do caupi são variáveis dependendo do cultivar, quanto a coloração, forma e tamanho. O tegumento é coriáceo, com coloração que altera do branco-creme, vermelho-escuro, castanho-amarelado-claro, castanho-purpúreo, bicolor ou preto, podendo variar para marmoreada, com superfície glabra, lisa, levemente brilhante ou, até com fina rugosidade transversal. Quanto à forma,

apresentam ampla variabilidade, podem ser ovoides, alongadas, alongadas-reniformes, globosas-angular, elíptica, cilíndrica ou levemente comprimida (OLIVEIRA et al., 2015; SIVIERO et al., 2016).

As principais substâncias armazenadas nos grãos são carboidratos, lipídeos e proteínas. Estes possuem teores, em média, de 60,057% de carboidratos e 22,01% de proteínas e 2,75% de lipídios. Além da presença de oito aminoácidos essenciais: Fenilalanina (1,75 mg.kg⁻¹), Lisina (1,58 mg.kg⁻¹), Leucina (1,42 mg.kg⁻¹), Isoleucina (1,37 mg.kg⁻¹), Treonina (1,24 mg.kg⁻¹), Valina (1,22 mg.kg⁻¹), Metionina (1,15 mg.kg⁻¹), Triptofano (0,17 mg.kg⁻¹) (ARAÚJO, 1997).

2.3 VARIEDADES CRIOULAS DE FEIJÃO-CAUPI

Originário da África, o feijão-caupi foi introduzido no Brasil durante o século XVI pelos colonizadores portugueses. No Acre, a presença da espécie *V. unguiculata* foi datada após a imigração de nordestinos ao estado, por ocasião dos ciclos de extrativismo da borracha (MATTAR et al., 2016a). Devido ao histórico de ocupação do estado, acredita-se que as variedades de caupi, são materiais genéticos que ao longo do tempo acumularam modificações nos genes, resultando em adaptações às condições adversas (SIVIERO et al., 2019).

Na Amazônia Sul-ocidental, especificamente na região do estado do Acre, reúne um valioso centro de diversidade genética de feijões, com variabilidade quanto a características da semente (cor, tamanho, forma, sabores), hábitos de crescimento (arquitetura da planta), ciclos, adaptação à tipos de solos (terra firme e várzeas), resistência a pragas e características nutricionais do grão (SIVIERO et al., 2019).

Variedades locais ou crioulas, são populações geograficamente ou ecologicamente distintas, que se diferenciam em sua composição genética e entre outras populações, devido ao seu cultivo sucessivo por gerações, desenvolvendo adaptações às condições agroclimáticas locais (TESHOME et al., 1997; MARINHO et al., 1997). Segundo Harlan (1975), as variedades locais são oriundas de seleção humana para características como sabor, cor, textura e qualidade de armazenamento.

Cultivadas por comunidades locais, as variedades crioulas não sofreram o processo convencional de melhoramento, estas apresentam diversidade genética em relação às outras populações, sendo um reservatório de genes, podendo transmitir características desejáveis às variedades comerciais ou originar novas variedades através do melhoramento genético (SILVA, 2005).

Segundo Siviero et al. (2016), a região do Vale do Juruá detém de uma grande variabilidade genética de feijão-caupi para os caracteres: cor, forma, brilho, peso de 100 sementes, comprimento, largura e espessura do grão. Santos et al. (2015), sugeriram que a alta variabilidade encontrada nos caracteres dos grãos (cor, forma e brilho) da espécie *V. unguiculata*, podem ser incluídos como fonte de material genético em programas de melhoramento.

Nas comunidades, assim como populações indígenas e tradicionais do estado, concentram um importante patrimônio genético, são verdadeiros bancos de sementes, que mantêm e abrigam as futuras gerações dos grãos (SIVIERO et al., 2019). O Acre é fonte abundante de variedades de feijões, especificamente em regiões de cabeceiras dos rios Juruá, Envira e Purus, onde ocorre o manejo pelos agricultores familiares indígenas e populações tradicionais, conservando esse patrimônio genético (SOUSA et al., 2020).

Dentre as variedades de feijoeiro caupi cultivados no estado estão: o Manteiguinha, Manteiguinha Roxo, Roxinho da Praia, Corujinha, Caretinha, Branco de Praia, Preto de Praia, Arigó, Arigozinho, Jaguaribe, Quarentão e Mudubim de Rama, variando principalmente na coloração e formas dos grãos, sendo nas cores roxo, amarelo, vermelho, marrom, marrom claro, preto e branco e nas formas oblonga, elíptica e esférica (MATTAR et al., 2016b; SIVIERO et al., 2016).

2.4 INDICADORES DE QUALIDADE DOS GRÃOS DE FEIJÃO

Atualmente o Brasil dispõe de instrumento legal para regular a produção, qualidade e classificação de feijão-caupi. A Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003, aborda sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças, e dá outras providências (BRASIL, 2003), juntamente com a Instrução Normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013, que firma um conjunto de normas específicas, padrões de identidade, fatores de qualidade para a produção e comercialização de feijão-caupi, além dos índices de tolerância para identidade e qualidade dos grãos durante o processo de fiscalização, as quais validadas em todo território nacional (BRASIL, 2013).

A qualidade dos grãos é fundamental para a comercialização e processamento, por afetar de maneira direta o valor do produto. Grandes perdas na qualidade ocorrem no período pós-colheita, em específico durante o armazenamento, ocasionado pelo ataque de carunchos, pela modificação da coloração, ataques de fungos e o

endurecimento do grão aumentando o tempo de cocção, além das interações de fatores como umidade relativa do ar, temperatura ambiente, método de armazenagem e o teor de água presente no grão, pontos que podem acelerar a deterioração do feijão-caupi (CARDOSO et al., 2017).

O monitoramento dos aspectos qualitativo de grãos é essencial durante o armazenamento, podendo ser realizado com emprego de testes como grau de infestação dos grãos, teor de umidade, peso volumétrico, teste de germinação (BRASIL, 2009) e condutividade elétrica (SILVA et al., 2013).

2.4.1 Grau de infestação

A infestação por insetos-praga pode ocorrer tanto no campo, como no período de armazenamento, ocasionando prejuízos à qualidade do lote de sementes e ou grãos, comprometendo a comercialização, devido à proliferação rápida dos insetos e a degradação da massa do grão (BRASIL, 2009).

O potencial de infestação é influenciado por fatores ecológicos, como temperatura, umidade relativa do ambiente, teor de umidade do grão, período de armazenagem, além de fatores de produção como a escolha da cultivar, o processo de colheita, pré e pós-armazenamento: recepção e limpeza, secagem de grãos, aeração e refrigeração, estes são fatores determinantes para o controle preventivo das pragas de grãos armazenados (SANTOS, 2018).

O sistema de monitoramento de pragas na fase de armazenamento é de fundamental importância, a aplicação resultará na detecção da infestação no início e a escolha do método de controle, garantindo a qualidade final do produto. O monitoramento consiste em sistemas de amostragens de pragas, acompanhamento contínuo e na medição de variáveis conforme o método escolhido, determinando fatores que interferem na conservação do grão (LORINI et al., 2015).

2.4.2 Teor de água

O teor de umidade do grão é um ponto crítico para uma armazenagem de qualidade. A atividade da água, associado a temperatura dos grãos, afetam diretamente a intensidade do processo respiratório, ligado a dinâmica metabólica do grão, ocasionado conseqüentemente, sua deterioração. Podendo ser apenas

atenuada por métodos de armazenagem (ELIAS et al., 2018), a deterioração dos grãos é irreversível e inelutável, vinculada a temperatura, variações de umidade e da presença de insetos e microrganismos (SCARANARI, 1997).

O desenvolvimento de insetos e fungos, é influenciado pela umidade e temperatura do grão, impondo limites no tempo de armazenamento, visando o controle preventivo destes organismos, deve-se atentar na manutenção desses dois fatores em níveis adequados (SANTOS, 2018).

Grãos com umidade adequada e distribuição uniforme por toda a massa, podem permanecer armazenados por longos períodos de tempo e de forma segura, garantindo a qualidade. A secagem dos grãos é fundamental para conservar o produto, grãos com teor elevado de água estão sujeitos à deterioração, alterando a coloração e qualidade. Para estocagem e comercialização de feijão-caupi em pequenas proporções, recomenda-se o limite de até 15% de teor de água para períodos curtos de armazenamento, visando garantir a qualidade do produto. A armazenagem mais prolongada exige uma redução de umidade para o máximo de 12% (COSTA et al., 2020).

Determinar corretamente a umidade presente no produto é fundamental para a tomada de decisão em todas as etapas do pré-processamento do grão. Manipular os grãos sem conhecer o teor de água, pode implicar em perdas econômicas consideráveis, sendo a umidade o elemento fundamental para a conservação e qualidade do feijão-caupi (NOGUEIRA; RUFFATO, 2021).

2.4.3 Massa específica

A massa específica aparente é o parâmetro de qualidade dentre as propriedades físicas, no qual afere a massa de grãos, fundamentada na razão entre a massa e o volume conhecido, incluindo os espaços intergranulares. Como um dos principais índices qualitativos dos grãos, a massa específica pode ser influenciada por fatores como: características físicas do tegumento (tamanho e forma), teor de impurezas presente no lote e teor de água (BOTELHO et al., 2018).

Este teste de qualidade apresenta um papel relevante no estudo dos processos industriais de colheita e pós-colheita, os valores de massa específica influenciam diretamente no dimensionamento de equipamentos, enfatizando principalmente a classificação, secagem e armazenagem de grãos (SILVEIRA et al., 2019).

A massa específica aparente em grãos, possui responsividade progressiva ou regressiva, em função ao teor de umidade presente no produto. Danos causados por insetos e pragas em grãos armazenados, podem alterar o valor da massa específica, além expressar a redução na qualidade e conservação dos grãos, afetando diretamente sua comercialização (VALE; MONTEIRO, 2021).

2.4.4 Germinação

O teste de germinação é utilizado para a verificação da qualidade fisiológica de lotes de semente (CARDOSO et al., 2017). As sementes básicas devem apresentar o percentual de germinação de no mínimo 70%, porém, para comercialização diretamente entre o produtor e o usuário, esse percentual poderá ser reduzido para 60% com o consentimento formal. As sementes classificadas como C1, C2, S1 e S2 devem apresentar no mínimo 80% de potencial germinativo (BRASIL, 2013).

O potencial de germinação de um lote de sementes, pode ser usado para comparar a qualidade das sementes e orienta sobre a quantidade a ser distribuída, para evitar a ocorrência de falhas que possam comprometer a produtividade, buscando uma germinação mais regular, rápida e completa de determinadas espécies. A germinação em teste de laboratório é a emergência e desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, validando a aptidão para produzir uma planta normal sob condições de campo (BRASIL, 2009).

A qualidade das sementes está atribuída a alta germinação, vigor, pureza, elevado potencial genético, boa sanidade, ausência de danos mecânicos e uniformidade de tamanho (ARAUJO NETO et al., 2014). Durante o período de armazenamento, o feijão passa por transformações biológicas e fisiológicas alterando a qualidade, tanto para plantio como para consumo. A conservação da qualidade fisiológica através de armazenamento adequado, está relacionada com a capacidade da semente em desempenhar as funções vitais, caracterizando-se pela germinação, longevidade e vigor, de maneira satisfatória, após longos períodos de armazenagem (ARAÚJO et al., 2021).

Sementes de diferentes variedades de feijoeiro, quando submetidas ao armazenamento, podem apresentar distintos comportamentos germinativos (ARAÚJO et al., 2021). Buscando assegurar uma qualidade adequada, é importante a obtenção de informações sobre o desempenho de genótipos, atrelado ao conhecimento do

potencial fisiológico das sementes em determinadas condições e períodos de armazenamento (GUIMARÃES et al., 2021).

2.4.5 Condutividade elétrica

O teste de condutividade elétrica, relaciona através do processo de embebição das sementes, a capacidade de reorganização e reparo da integridade de membranas, quanto menor a eficiência no restabelecimento da integridade da membrana celular, maior é a quantidade de eletrólitos liberados na solução e menor é o vigor das sementes (CHAGAS et al., 2018).

Caracterizado com teste bioquímico, a condutividade elétrica é capaz de detectar a deterioração de sementes mesmo em sua fase inicial, durante o processo de imersão em água, o sistema de membrana celular das sementes será reorganizado, supõem que quanto menor o nível de deterioração das sementes, em maior grau e mais rapidamente essa reorganização ocorrerá (PRADO et al., 2019).

O vigor da semente é inversamente proporcional à leitura da condutividade elétrica, as sementes que apresentam menor lixiviação de solutos são as mais vigorosas, ou seja, quanto maior o vigor, menor é a condutividade elétrica e o grau de deterioração das sementes é baixo (OLIVEIRA; MORAIS, 2019).

2.5 PRAGAS DO FEIJÃO ARMAZENADO

A demanda mundial por alimentos é crescente, devido ao aumento populacional exponencial, que exige suprir essa necessidade através de uma produção eficiente. Os grãos e ou sementes, são essenciais para o sucesso de qualquer cadeia produtiva, estes quando colhidos nas lavouras, precisam ser mantidos com o mínimo de perdas, quantitativas e qualitativas, até sua utilização e consumo final (LORINI et al., 2015).

Junto com o esforço para o aumento da produção, obrigatoriamente, há necessidade em aprimorar as condições de armazenamento de grãos, tendo em vista que, o acondicionamento prolongado só pode ser realizado quando incorporado ao manejo dos grãos, o monitoramento, o combate e a prevenção de agentes nocivos como inseto e fungos (SANTOS, 2018).

Grande é o número de espécies de pragas presentes em produtos e subprodutos armazenados, dentre as quais, destaca-se os insetos, agentes responsáveis pelo maior percentual de perdas no período de pós-colheita (FARONI; SOUSA, 2006). Na etapa de armazenagem as perdas quantitativas e qualitativas, atingem diretamente a comercialização dos produtos. Para a cultura do feijoeiro, as perdas podem oscilar de 30% a 90% da produção, sendo que, os danos podem provir do campo á pós-colheita (FAZOLIN et al., 2016).

Normalmente, a infestação pode ser iniciada ainda em campo, denominada de infestação cruzada, onde os ovos, larvas ou adultos que, por meio dos grãos, vagens ou implementos, chegam aos armazéns, disseminando os agentes nos grãos já acondicionados. Por outro lado, a contaminação inicial pode ocorrer no armazenamento, quando grãos sadios provenientes do campo são infestados por insetos presentes nos armazéns, isso ocorre quando medidas preventivas de controle não são adotadas (OLIVEIRA et al., 2020).

Os insetos-pragas que atacam os grãos devem ser identificados, pois através desta, dependerão as medidas de controle a serem adotadas, que está correlacionado com o nível de dano econômico da espécie e a potencialidade de destruição dos grãos. O acompanhamento da evolução das espécies de insetos na massa de grãos é fundamental, pois o monitoramento prévio permite detectar o início da infestação, através deste, aplicar o controle se necessário, visando sempre preservar a qualidade final do produto (LORINI et al., 2015).

O conhecimento do hábito alimentar de cada inseto-praga, constitui elemento fundamental para definir o manejo a ser adotado na massa dos grãos ou sementes. Quanto ao hábito alimentar, estes insetos podem ser classificados como primários, capazes de romper a semente para atingir o endosperma; secundários, incapazes de romper a semente, que conseqüentemente, se alimentam de grãos quebrados, trincados ou danificados por pragas primárias (FARONI; SOUSA, 2006; LORINI et al., 2018).

Cada inseto-praga detêm de métodos de monitoramento e controle distintos, para que seja adotada uma estratégia eficiente, visando evitar os respectivos prejuízos das infestações, a descrição da biologia e os danos de cada espécie-praga devem ser conhecidos, juntamente com a periodicidade e veracidade dos ataques em determinadas regiões (LORINI et al., 2018).

Em cultivos Amazônicos, para o período de armazenamento, são considerados algumas espécies de insetos associadas às perdas significativas de produção.

Conhecidos como carunchos, são coleópteros pertencentes a família Chrysomelidae, subfamília Bruchinae, sendo das espécies *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) e *Callosobruchus maculatus* (Fabricius, 1775), responsáveis por reduções significativas na renda dos produtores, esses insetos-praga se alimentam dos grãos de feijão-caupi e completam seu ciclo de vida, causando prejuízos na qualidade dos produtos (FAZOLIN et al., 2016).

São insetos de hábito alimentar primário, atacam preferencialmente grãos de leguminosas. Em condições ótimas de temperatura entre 30 a 35 °C e umidade relativa de 70 a 90%, o ciclo evolutivo do inseto é completado entre 22 e 25 dias, possuindo as temperaturas mínimas críticas para o desenvolvimento em torno de 18-20 °C (FARONI; SOUSA, 2006).

Os adultos de *Z. subfasciatus* medem cerca de 1,8 a 2,5 mm de comprimento e possuem abdômen pubescente. Os machos são de coloração castanho-escuros, já as fêmeas são maiores que os machos, apresentam quatro manchas brancas no pronoto e élitros pretos reluzentes, que quando em repouso, deixam à mostra o pigídeo (GALLO et al., 2002).

As fêmeas de *Z. subfasciatus* ovipositam diretamente sobre as sementes das leguminosas, após a deiscência das vagens ou em sementes ainda dentro da casca, através de perfurações realizadas por outros insetos (CREDLAND; DENDY, 1992). Os ovos possuem forma arredondada, inicialmente translúcidos, assumindo posteriormente a coloração branca, à medida que aproxima a eclosão das larvas (LAWRENCE, 1991).

As larvas são do tipo curculioniformes de cor clara, todo o desenvolvimento ocorre no interior dos grãos, formam galerias e a câmara pupal. O estágio pupal dura de 5 a 6 dias, a pupa é de coloração branca-leitosa, com ausência de pelos, medindo aproximadamente 3 mm de comprimento, sendo maior de o inseto adulto (GALLO et al., 2002).

O *Z. subfasciatus* é uma praga cosmopolita, ataca principalmente os feijões *Phaseolus* e *Vigna*, sua infestação causa grandes prejuízos ao feijão armazenado, o ataque aos cotilédones, onde as larvas constroem galerias e o orifício de saída dos adultos, afetam no peso da massa final do produto, prejudicam a germinação das sementes, por reduzir o vigor através da destruição do embrião e favorecem a contaminação por microrganismos, além de depreciarem a qualidade comercial e

culinária dos grãos, devido à presença de insetos, ovos e excrementos (GALLO et al., 2002; FARONI; SOUSA, 2006).

Conhecido popularmente como Caruncho do feijo-caupi, os insetos da espécie *Callosobruchus maculatus* são considerados a principal praga de caupi armazenado. O adulto é um coleóptero de aproximadamente 3 mm de comprimento, de coloração escura, élitros estriados apresentando três manchas mais escuras, com cabeça, tórax e abdômen pretos, e pubescência no tórax, possuindo de 7 a 9 dias de longevidade (GALLO et al., 2002).

As fêmeas ovipositam em média 80 ovos, os quais são aderidos na superfície dos grãos, apresentam formato arredondado e pouco assimétrico. Após a eclosão, a larva penetra no grão, onde se alimenta, dispõem de coloração branca e a fase larval dura em média 14 dias. As pupas possuem cor esbranquiçada que se altera, tornando-se escura próxima à emergência dos adultos, a fase pupal tem a duração de 6 dias (GALLO et al., 2002; QUINTELA et al., 1991).

A espécie *C. maculatus* é considerada em praticamente todos os estados da região Norte, para os grãos armazenados do gênero *Vigna*, como uma das pragas de maior importância econômica, visto o potencial destrutivo. Os prejuízos são advindos da perda na massa dos grãos, através do consumo e construção de galerias nos cotilédones pelas larvas, além de provocar a redução significativa do potencial germinativo das sementes (FAZOLIN et al., 2009).

Para o controle dos insetos-praga do caupi armazenado, comumente são utilizados inseticidas fumigantes a base de fosfina, embora não são registrado pelo MAPA para uso em feijão-caupi (SILVA; ATHAYDE SOBRINHO, 2019; AGROFIT, 2022). Métodos alternativos estão sendo estudados, visando reduzir o número de perdas provocadas pelo ataque desses carunchos, pesquisas como: a utilização de atmosfera modificada (MAGALHÃES; SOUSA, 2020; GAD et al., 2021; ABREU et al., 2022), óleos essenciais (SANTOS et al., 2018), extratos vegetais (GOMES et al., 2022) utilização de variedades tolerantes (NASCIMENTO et al., 2020; SILVA et al., 2021), além do emprego de métodos vinculados ao MIP, buscam reduzir os danos provenientes do uso indiscriminado de produtos químicos, aos quais incluem, a toxicidade de organismos não-alvo e mamíferos, desenvolvimento de pragas resistentes e contaminação ambiental (FAZOLIN et al., 2016; KALPNA; KUMAR, 2022).

2.6 ARMAZENAMENTO HERMÉTICO

O armazenamento é fundamentado em manter a qualidade inerente do produto, prevenir as perdas causadas por fatores intrínsecos e extrínsecos durante o período de armazenagem, objetivando preservá-los de danos quantitativos e qualitativos até que sejam utilizados para o propósito pretendido. A redução das perdas nesse período, contribuem para a garantia da segurança alimentar, aumenta a renda dos agricultores, melhora a disponibilidade de alimentos e o desenvolvimento socioeconômico da população (KUYU et al., 2022; LORINI et al., 2018).

No Estado do Acre, os grãos de feijão-caupi são armazenados pelos próprios agricultores, em geral, são acondicionados em latões, tambores de plástico, garrafas de plástico e sacarias, sem qualquer tratamento químico preventivo contra insetos-praga de grãos armazenados (SMIDERLE et al., 2009).

O armazenamento de sementes é uma etapa de elevada importância, considerando principalmente a escassez de infraestrutura básica para a conservação durante o período de entressafra, além dos cuidados em regiões que apresentam condições climáticas desfavoráveis à conservação dos grãos (LORINI et al., 2018). Visando controlar o ambiente de armazenamento em regiões de clima com temperaturas superiores a 30 °C e umidade relativa do ar superior a 80%, faz-se necessário a utilização no interior do armazém, de refrigeração e desumidificação ou a utilização de embalagens impermeáveis hermeticamente fechadas (SMIDERLE et al., 2009).

Considerado uma forma de atmosfera modificada, o armazenamento hermético é uma tecnologia alternativa aos métodos tradicionais, tendo por finalidade a preservação dos grãos em longos períodos, sem a utilização de produtos químicos, onde o grão através da própria respiração, cria uma atmosfera rica em dióxido de carbono e baixa em oxigênio. Em termos gerais, a Atmosfera Modificada (AM) se fundamenta em casos onde as composições atmosféricas e suas pressões no ambiente, são alternadas para criar condições que favorecem o controle de inseto-pragas, resultando em um processo seguro a conservação de produtos armazenados. (SOUSA; FARONI, 2018).

O emprego de métodos de armazenagem que reduzem a quantidade de O₂ disponível, tem sido estudado provando que, além do controle contra infestações de inseto-pragas, estes auxiliam na manutenção da qualidade dos grãos, diminuindo ou

inibindo a migração de umidade do ambiente para os grãos, estabilizando a respiração e reduzindo atividade metabólica das sementes e ou grãos, de maneira a conservar seu potencial e vigor fisiológico (KUYU et al., 2022; CORADI et al., 2020; BARIBUTSA; BAOUA, 2022; LORINI et al., 2018).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Manejo Integrado de Pragas do Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal do Acre – campus Universitário, em Rio Branco - AC, no período de novembro de 2021 a março de 2022.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com parcelas subdivididas no tempo (2 x 5), com quatro repetições. As parcelas foram representadas por condições de armazenagem: Silo bolsa e Sacos de rafia e as subparcelas por cinco períodos de armazenamento: 0, 30, 60, 90 e 120 dias, para cada variedade crioula de feijão-caupi: Arigozinho, Manteiguinha, Quarentão.

Utilizaram-se grãos provenientes da safra 2021, adquiridos no mercado municipal de Cruzeiro do Sul - AC. Os grãos foram acondicionados em sacos de polipropileno e transportados até o Laboratório de Manejo Integrado de Pragas, posteriormente, caracterizados de acordo com variáveis analisadas (Tabela 1).

Tabela 1 - Caracterização inicial dos grãos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) quanto ao grau de infestação, teor de água, massa específica, germinação e condutividade elétrica.

Variáveis avaliadas	Variedades		
	Arigozinho	Manteiguinha	Quarentão
Grau de Infestação (%)	1,5	4,5	2,5
Teor de umidade (% b.u)	8,83	12,47	9,17
Massa específica (kg.m ⁻³)	682,0	745	702
Germinação (%)	86,5	73	79
Condutividade elétrica (μS cm ⁻¹ g ⁻¹)	24,28	29,50	50,93

3.1 SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO DOS GRÃOS

Foram realizados testes para avaliar a qualidade dos grãos de três variedades crioulas de feijão-caupi: Arigozinho, Manteiguinha e Quarentão. Inicialmente os feijões foram embalados, contendo 500 g de grãos por repetição, em cada tipo de armazenamento: sacos de rafia e silo bolsa. Os sacos de rafia eram compostos de fios de polipropileno trançado, o qual permitem trocas gasosas entre o ambiente interior da embalagem e o exterior. Os silos bolsa foram fabricados nas dimensões 20

x 24 cm, utilizando lonas de polietileno com 250 mm de espessura (Silox TM/DuPont), são compostas de três camadas, preto no lado interno e branco no lado externo, as quais foram hermeticamente seladas com uma máquina de selagem multiuso (barra quente 40 cm).

3.2 ANÁLISES DE QUALIDADE DOS GRÃOS

O experimento foi conduzido em ambiente controlado durante 120 dias, com temperatura de 25 ± 2 °C e umidade relativa de $76 \pm 12\%$. No intervalo de cada 30 dias (30, 60, 90, 120) foram abertas as embalagens de cada tratamento para realizar as análises de massa específica aparente, infestação por insetos-praga, teor de água, percentual de germinação e condutividade elétrica (Apêndices D, E).

3.2.1 Avaliação da infestação por insetos-praga

Para quantificar o percentual de grãos danificadas por insetos, utilizou-se duas amostras de 100 grãos para cada repetição, onde foram retiradas ao acaso de cada tratamento, onde foram imersas em água por 24 horas, tempo suficiente para amolecer os grãos, após esse período, retirou-se a água dos grãos, em seguida foram secos em papel filtro, cortados e examinados individualmente. Considerou-se danificados os grãos que apresentaram: ovos, larvas, pupas, adultos ou orifício de saída dos insetos. Após obter as médias das duas amostras para cada repetição, os resultados foram expressos em percentagem (BRASIL, 2009).

3.2.2 Determinação do teor de água

O teor de água dos grãos foi determinado pelo método da estufa. Foram utilizados 30 gramas em triplicata para cada uma das quatro repetições do tratamento. Pesou-se o recipiente e sua tampa, em seguida os grãos, posteriormente as amostras foram colocadas em estufa regulada a 105 ± 3 °C, pelo período de 24 horas. Após este período, procedeu-se a pesagem das amostras com auxílio de uma balança analítica com precisão de 0,001 g (BRASIL, 2009). Os resultados obtidos foram expressos em percentagem de base úmida, conforme seguinte formula:

$$\% \text{ de Umidade (U)} = \frac{100 \times (P - p)}{P - t}$$

Onde:

P = peso inicial, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente úmida;

p = peso final, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente seca;

t = tara, peso do recipiente com sua tampa;

3.2.3 Determinação da massa específica aparente

A determinação da massa específica aparente foi realizada com auxílio de balança hectolétrica, com capacidade de um quarto de litro (250 mL). Foram efetuadas leituras em triplicata para cada repetição, sendo escolhidas a média simples das três. O peso hectolétrico foi determinado seguindo metodologia da RAS (BRASIL, 1992).

$$PH = \frac{PBH \times 100}{VB}$$

Onde:

PH = Peso hectolétrico

PBH = Peso obtido na balança

VB = Volume na balança

3.2.4 Cálculo do percentual de germinação

O teste de germinação foi realizado conforme critérios das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), estabeleceu-se quatro amostras de 50 sementes totalizando 200 sementes por repetição, sendo quatro repetição por tratamento. Utilizou-se como substrato papel germitest, umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel. As sementes foram dispostas em duas folhas de papel germitest, posteriormente cobertas com outra folha do mesmo papel e fechadas em formato de rolos. Os rolos foram dispostos em posição vertical na câmara BOD e mantidos a uma temperatura de 25 ± 1 °C. A contagem final foi realizada após nove dias, os resultados expressos em percentagem média de germinação, onde considerou-se como sementes germinadas aquelas que emitiram a raiz primária, a parte aérea e se encontraram aparentemente sadias.

3.2.5 Determinação da condutividade elétrica

A condutividade elétrica foi realizada utilizando-se três amostras de 50 grãos, para cada uma das quatro repetições. Os grãos foram pesados em balança analítica com precisão de 0,01 g, imersos em 75 mL de água deionizada em copos plásticos de 180 mL e mantidas em câmara BOD, à temperatura de 25 °C, durante 24 horas. Após esse período, a leitura da condutividade elétrica da solução contendo os grãos, foi realizada com auxílio de um condutímetro e os resultados obtidos foram divididos pela massa de cinquenta sementes e expressos em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ de sementes (VIEIRA, 1994; SILVA et al., 2013).

3.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Inicialmente verificou-se a presença de dados discrepantes (GRUBBS, 1969), posteriormente normalidade dos resíduos (SHAPIRO; WILK, 1965) e homogeneidade das variâncias (COCHRAN, 1957). Atendendo os pressupostos, os dados foram submetidos a análise de variância (teste F) ao nível de 5% de probabilidade utilizando o pacote *ExpDes.pt* do software R (FERREIRA et al., 2018), quando significativo aplicou-se o teste comparação de médias ao nível de 5% de probabilidade (TUKEY, 1949) para os fatores qualitativos e análise de regressão para os quantitativos. Os gráficos de regressão foram confeccionados utilizando o software SigmaPlot, versão 10.0 (SPSS, 2006).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 GRAU DE INFESTAÇÃO

A espécie de inseto-praga encontrada nos grãos foram de *Zabrotes subfasciatus* (Apêndice D). Esta espécie apresenta hábito alimentar primário e importância econômica reconhecida (FARONI; SOUSA, 2006).

O grau de infestação por insetos-praga nos grãos de feijão-caupi variou significativamente ao longo do armazenamento (Arigozinho: $F_{4,24} = 1808,35$; $p < 0,01$; Manteiguinha: $F_{4,24} = 315,23$; $p < 0,01$; Quarentão: $F_{4,24} = 3028,75$; $p < 0,01$), entre os sistemas de armazenamento (Arigozinho: $F_{1,24} = 3478,2$; $p < 0,01$; Manteiguinha: $F_{1,24} = 1159,99$; $p < 0,01$; Quarentão: $F_{1,24} = 8878$; $p < 0,01$), houve interação entre os fatores (Arigozinho: $F_{4,24} = 2762$; $p < 0,01$; Manteiguinha: $F_{4,24} = 284,53$; $p < 0,01$; Quarentão: $F_{4,24} = 2632$; $p < 0,01$) ao final do período de 120 dias (APÊNDICES A, B e C).

Os resultados da infestação por *Z. subfasciatus* nos grãos de caupi crioulo durante o armazenamento são apresentados na Figura 1 e Tabela 2. Foram ajustados modelos de regressão para as características que apresentaram variação significativa com o período de armazenamento. As características que não apresentaram variação significativa foram representadas pelas médias de seus valores.

Os percentuais de infestação nos grãos armazenados em sacos de ráfia foram significativos ($p < 0,01$), no entanto, para o silo bolsa os valores mantiveram-se constantes durante todos os períodos de armazenamento, não proporcionando incremento que promovesse depreciação acentuada do produto (Figura 1 e Tabela 2). Ocorreu interação entre tipo de armazenamento x período, ressaltando que, a partir do vigésimo quinto dia obtiveram-se aumentos consideráveis no número de insetos, para o armazenamento em sacos de ráfia, considerando a percentagem de infestação desde o tempo 0. Os valores de infestação dos grãos armazenados em silo bolsa apresentaram os menores percentuais de infestação, comparados ao tratamento em sacos de ráfia.

Figura 1 - Resultado do teste de infestação de grãos de feijões caupi armazenados em diferentes sistemas, silo bolsa e saco de rafia ao longo de 120 dias, Rio Branco, AC, 2022.

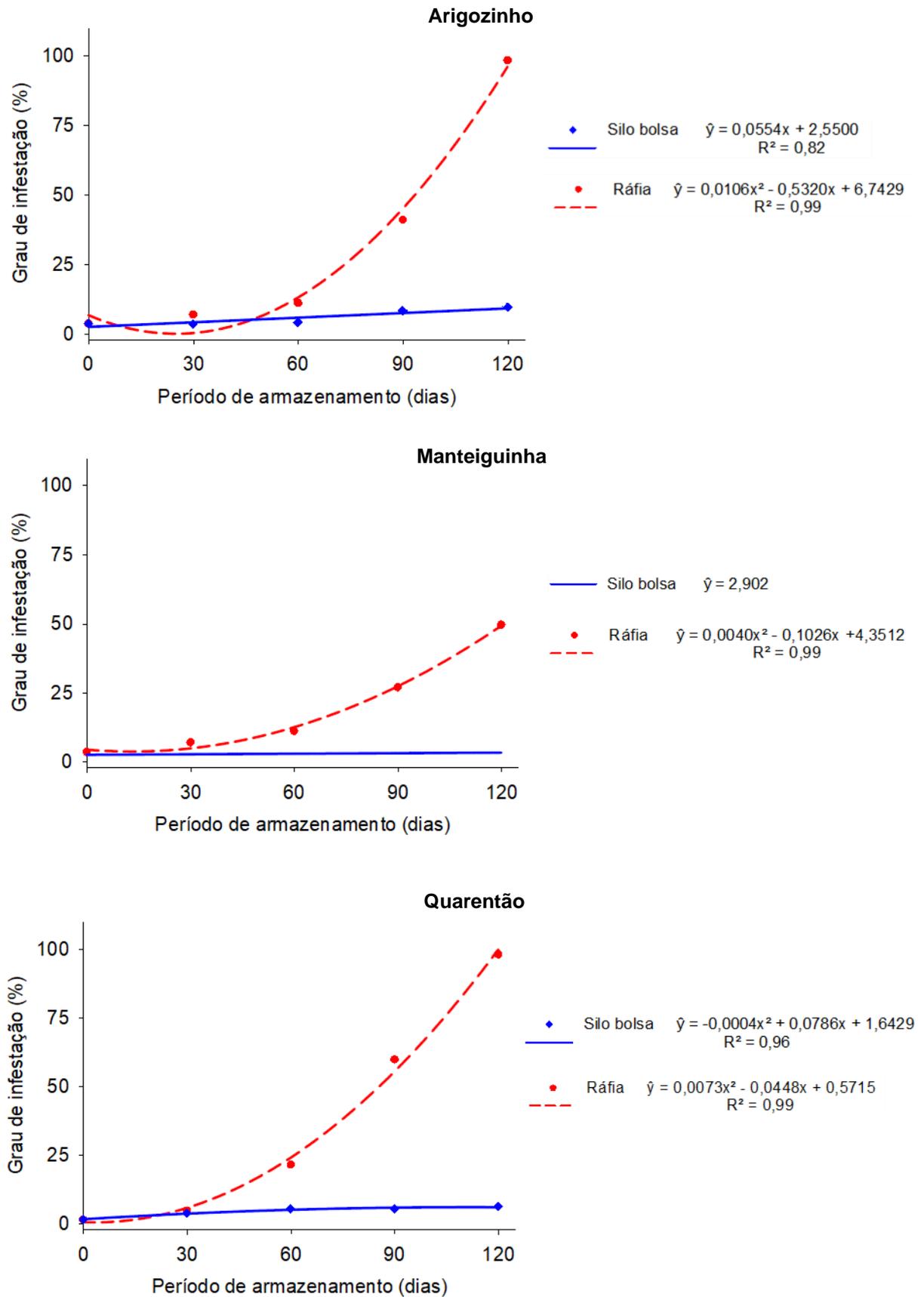


Tabela 2 - Interação entre os sistemas Saco de Ráfia e Silo Bolsa para variável grau de infestação em cada período de armazenamento nas variedades crioulas de feijão-caupi, Rio Branco, AC, 2022.

Variável	Armazenamento (dias)	Arigozinho		Manteiguinha		Quarentão	
		Ráfia	Silo Bolsa	Ráfia	Silo Bolsa	Ráfia	Silo Bolsa
Grau de infestação (%)	0	3,75 a	3,75 a	3,50 a	3,50 a	1,50 a	1,50 a
	30	7,00 a	3,50 b	7,00 a	1,57 a	4,75 a	3,87 a
	60	11,13 a	4,13 b	11,12 a	2,75 b	21,50 a	5,37 b
	90	41,00 a	8,38 b	26,92 a	2,82 b	59,75 a	5,30 b
	120	98,38 a	9,63 b	49,58 a	3,87 b	98,00 a	6,25 b

* Médias seguida pela mesma letra nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey à 5% de significância.

As médias dos percentuais de infestação, para ambos as variedades crioulas de feijão-caupi, apresentaram melhores respostas ao final dos 120 dias de acondicionamento em sistema de armazenamento do tipo silo bolsa, onde para a variedade Arigozinho a diferença ultrapassa 88% (Saco de rafia: 98,38; Silo Bolsa: 9,63; $p < 0,05$), para a variedade Manteiguinha a diferença é de aproximadamente 45% (Saco de rafia: 49,58; Silo Bolsa: 3,87; $p < 0,05$) e para a variedade Quarentão a diferença foi superior a 91% (Saco de rafia: 98; Silo Bolsa: 6,25; $p < 0,05$). Destacando-se que após os 120 dias de armazenamento, a qualidade dos grãos quanto ao grau de infestação é conservada se armazenados em silo bolsa (Figura 1 e Tabela 3).

Respostas semelhantes foram observadas por Silva et al. (2018), quando avaliaram o comportamento de dois métodos de armazenamento hermético com o não hermético. Os autores relataram que, os grãos armazenados em embalagens não herméticas apresentaram aumento significativo na taxa de infestação, correspondendo a 100% durante todo o período de 120 dias acondicionados, em oposição a resposta observada no sistema hermético, tanto em silo bolsa quanto em garrafas PET, as porcentagens de infestação foram de 1 e 7,5%, respectivamente.

A eficiência das embalagens herméticas também foi relatada por Ngwenyama et al. (2020) na avaliação de cinco marcas de sacos herméticos com um tratamento não hermético, visando a proteção contra insetos-praga durante 32 semanas. Estes indicaram o método hermético para o controle na qualidade de grãos, sendo eficiente no manejo fitossanitário contra pragas e à promoção de alimentos mais saudáveis,

baseando-se substituição do uso de produtos químicos, por consequência, a redução nos riscos à saúde humana.

A dinâmica presente no método hermético, baseando-se no princípio do esgotamento de oxigênio e aumento correspondente de dióxido de carbono, suprimindo o desenvolvimento de organismos aeróbicos, podendo causar morte ou alteração no ciclo, em insetos ocasiona a inatividade, interrupção do crescimento populacional, dessecação e eventual morte de ovos, larvas e pupas (MUTUNGI et al., 2014; SILVA et al., 2018; MESELE et al., 2022).

Odjo et al. (2020), observaram a influência das condições agroecológicas no desempenho do armazenamento não hermético, impacto relatado sob condições tropicais, onde não foi possível minimizar as perdas pós-colheita. Em comparativo, os autores apontaram os resultados do armazenamento tradicional, em sacos de polipropileno comum, onde a porcentagem de grãos danificados por insetos foi, em média, dez vezes maior, quando comparado ao sistema hermético que apresentou 4% de grãos danificados.

A qualidade dos grãos é influenciada diretamente pela presença ou ausência de infestação, autores destacam que as variáveis qualitativas como: densidade aparente, condutividade elétrica, teor de umidade e germinação, estão interligadas com a porcentagem de insetos, sendo que, quanto maior o grau de infestação, menor será a qualidade dos grãos e conseqüentemente, resultarão na redução do preço do produto (SILVA et al., 2018; NGWENYAMA et al., 2020; KUYU et al., 2022; MESELE et al., 2022).

4.2 TEOR DE ÁGUA

Os resultados do teor de água dos grãos das variedades Arigozinho, Manteiguinha e Quarentão, são apresentados na Figura 2 e Tabela 3. O teor de água dos grãos de feijão-caupi variou significativamente ao longo do armazenamento (Arigozinho: $F_{4,24} = 123,47$; $p < 0,01$; Manteiguinha: $F_{4,24} = 26,51$; $p < 0,01$; Quarentão: $F_{4,24} = 74,61$; $p < 0,01$), entre os sistemas de armazenamento (Arigozinho: $F_{1,24} = 102,03$; $p < 0,01$; Quarentão: $F_{1,24} = 241,05$; $p < 0,01$), houve interação entre os fatores (Arigozinho: $F_{4,24} = 107,35$; $p < 0,01$; Manteiguinha: $F_{4,24} = 17,39$; $p < 0,01$; Quarentão: $F_{4,24} = 47,42$; $p < 0,01$) conforme demonstrado no resumo da análise de variância (APÊNDICES A, B e C).

Os dados do teor de água nos grãos de caupi, foram ajustados modelos de regressão para as características que apresentaram variação significativa com o período de armazenamento como exemplificado na Figura 2. As características que não apresentaram variação significativa foram representadas pelas médias de seus valores (Tabela 3).

Os grãos armazenados em silos bolsa mantiveram-se com oscilações mínimas durante o período de 120 dias (Figura 2), porém, tornaram-se variáveis no armazenamento em sacos de rafia, apresentando incrementos ao longo do tempo ($p < 0,01$). Observou-se interação entre tipo de armazenamento x período, onde para o sistema com armazenamento em rafia, ocorreram oscilações em função do tempo, podendo ser explicada pela presença de ciclos de insetos, como exemplificado anteriormente na Figura 1, a presença altera de maneira desbalanceada o teor de umidade na massa dos grãos, devido a intensa atividade metabólica tanto do agente nocivo (inseto), quanto do próprio grão causado pela sua deterioração.

Os valores do teor de água dos grãos armazenados em silo bolsa, apresentaram os menores incrementos quando comparado ao sistema de armazenamento após os 120 dias de acondicionamento. Observou-se as médias entre os sistemas e a resposta para ambas as variedades foram semelhantes, destacando-se o aumento na umidade dos grãos quando armazenados em sacos de rafia, para a variedade Arigozinho o acréscimo foi de aproximadamente 4% (Saco de rafia: 15,81; Silo Bolsa: 11,77; $p < 0,05$), Manteigueinha a diferença foi de 0,91% (Saco de rafia: 12,91; Silo Bolsa: 12; $p < 0,05$) e a variedade Quarentão essa diferença foi superior a 4% (Saco de rafia: 14,4; Silo Bolsa: 10,09; $p < 0,05$) (Tabela 3).

Figura 2 - Teor de umidade de grãos de feijões-caupi armazenados em diferentes sistemas, silo bolsa e saco de rafia ao longo de 120 dias, Rio Branco, AC, 2022.

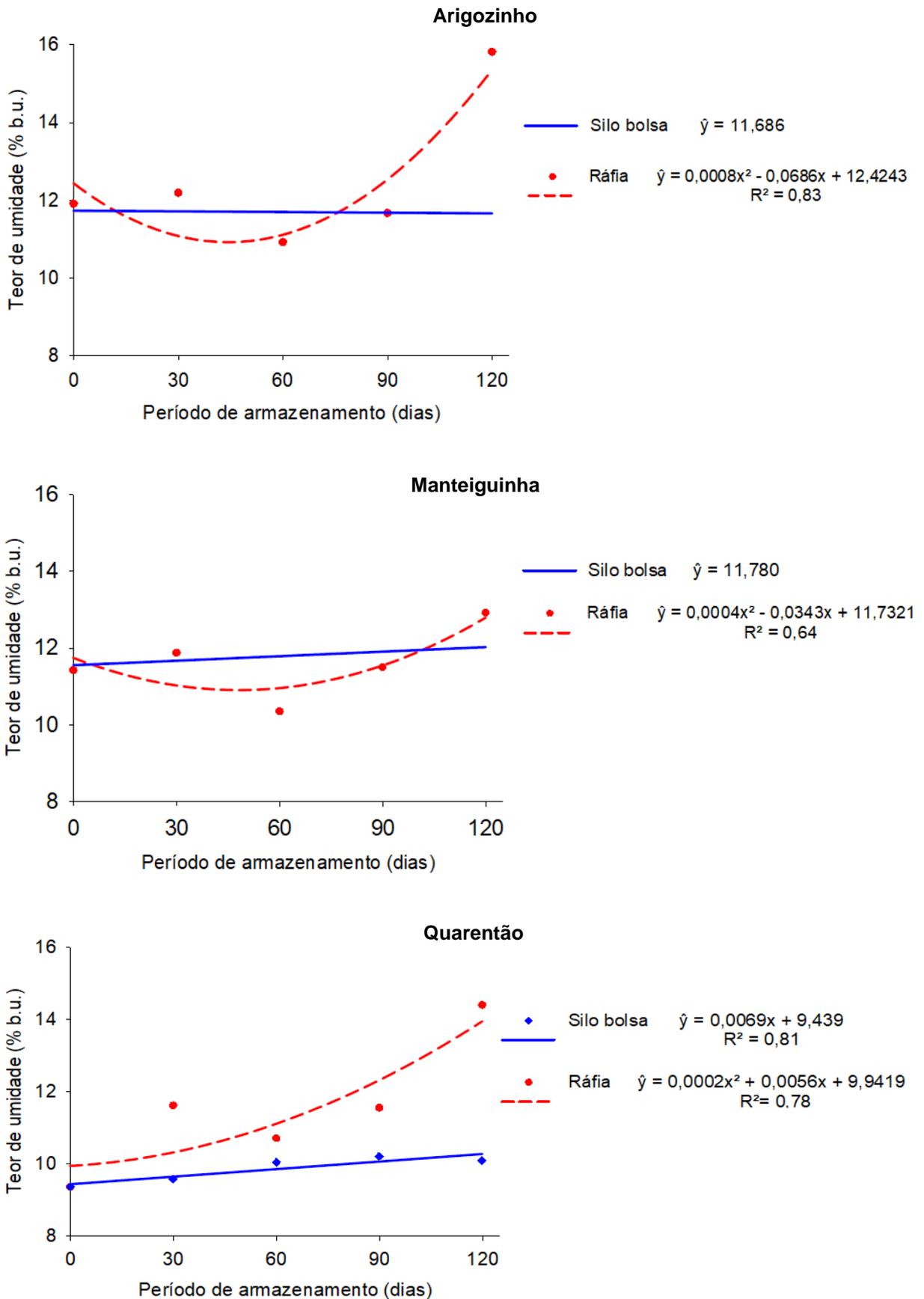


Tabela 3 - Interação entre os sistemas Saco de Ráfia e Silo Bolsa para teor de umidade em cada período de armazenamento nas variedades crioulas de feijão-caupi, Rio Branco, AC, 2022.

Variável	Armazenamento (dias)	Arigozinho		Manteiguinha		Quarentão	
		Ráfia	Silo Bolsa	Ráfia	Silo Bolsa	Ráfia	Silo Bolsa
Teor de umidade (%)	0	11,90 a	11,90 a	11,41 a	11,41 a	9,36 a	9,36 a
	30	12,18 a	11,59 b	11,87 a	11,86 a	11,62 a	9,58 b
	60	10,91 b	11,49 a	10,34 b	11,77 a	10,71 a	10,04 b
	90	11,66 a	11,68 a	11,49 b	11,86 a	11,55 a	10,21 b
	120	15,81 a	11,77 b	12,91 a	12,00 b	14,40 a	10,09 b

* Médias seguida pela mesma letra nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey à 5% de significância.

De acordo com Mesele et al. (2022), o incremento no teor de umidade em sistemas convencionais de armazenamento, pode estar relacionado à possível migração de umidade externa para o interior os armazéns, uma vez que estes permitem a circulação de ar. Resultados obtidos corroboram com Magalhães e Sousa (2020), que observaram um aumento considerável no teor de umidade de feijões comuns armazenados sob condições não herméticas, em contraposição, o sistema hermético não apresentou variação significativa ao longo dos 120 dias.

Kuyu et al. (2022), compararam diferentes métodos de armazenamento e constataram comportamento semelhante em grãos de feijão, milho, trigo e sorgo, onde ambos, para acondicionamento em sacos de juta e polipropileno, apresentaram umidade de aproximadamente 13% ao longo dos sete meses de armazenamento. Os autores afirmaram que, à medida que o tempo avança, devido a estrutura porosa dos sacos em sistemas tradicionais, à migração da umidade do ambiente para os grãos, elevando o teor de água e acelerando sua dinâmica metabólica.

Ngwenyama et al. (2020), vincularam o aumento no teor de umidade à presença de insetos-pragas, além de recomendar os sacos herméticos como meio de conservação da qualidade dos grãos, estes indicam como uma prática a ser adotada no manejo integrado de pragas. Os autores obtiveram respostas positivas quanto a adoção do sistema de armazenamento hermético, onde mantiveram relativamente constante o teor de umidade dos feijões, tiveram o menor dano e perda de massa dos grãos em comparação ao tratamento não hermético.

4.3 MASSA ESPECÍFICA

Os resultados referente a massa específica aparente dos grãos de feijões crioulos ao longo do período de armazenamento variaram significativamente (Arigozinho: $F_{4,24}= 268$; $p < 0,01$; Manteiguinha: $F_{4,24}= 8,62$; $p < 0,01$; Quarentão: $F_{4,24}= 272,99$; $p < 0,01$), entre os sistemas de armazenamento (Arigozinho: $F_{1,24}= 503,96$; $p < 0,01$; Manteiguinha: $F_{1,24}= 27,65$; $p < 0,01$; Quarentão: $F_{1,24}= 539,61$; $p < 0,01$), houve interação entre estes fatores nas variedades Arigozinho, Manteiguinha e Quarentão (Arigozinho: $F_{4,24}= 289,44$; $p < 0,01$; Manteiguinha: $F_{4,24}= 5,24$; $p < 0,01$; Quarentão: $F_{4,24}= 274,72$; $p < 0,01$) (APÊNDICES A, B e C).

Os resultados para a massa específica aparente ao longo de 120 dias, onde verificou-se que a massa específica aparente dos grãos crioulos armazenados em sacos de rafia, foram menores que em condições herméticas. Os grãos de feijão-caupi para o armazenamento em silo bolsa, quando analisados ao longo dos 120 dias, obtiveram comportamentos similares em ambas as variedades, embora houvesse variação significativa, esta não teve incremento acentuado na perda da qualidade dos grãos (Figura 3 e Tabela 4).

As perdas registradas na massa específica aparente, ao longo dos 120 dias de armazenamento em sacos de rafia, podem estar associadas a infestação por *Z. subfasciatus* e oscilação no teor de água dos grãos (Figura 1 e Figura 2). Com base no modelo matemático (Tabela 4) representado por cada variedade, o decréscimo na massa dos grãos, inicia-se aproximadamente aos 30 dias de armazenamento em sacos de rafia.

No comparativo quanto aos sistemas de armazenamento, observou-se semelhante respostas entre as variedades, onde ambas apresentaram redução na massa dos grãos ao 120 dias de armazenamento, destacando o decréscimo entre os sistemas de aproximadamente 205 kg.m^{-3} para a variedade Arigozinho (Saco de rafia: 481,03; Silo Bolsa: 686; $p < 0,05$), Manteiguinha apresentou diferença de 27 kg.m^{-3} (Saco de rafia: 720; Silo Bolsa: 747,33; $p < 0,05$) e Quarentão foi superior a 213 kg.m^{-3} (Saco de rafia: 487,5; Silo Bolsa: 700,66; $p < 0,05$) (Tabela 4).

Figura 3 - Comportamento da Massa Específica de variedades feijões-caupi armazenados em diferentes sistemas, silo bolsa e sacos de rafia ao longo de 120 dias, Rio Branco, AC, 2022

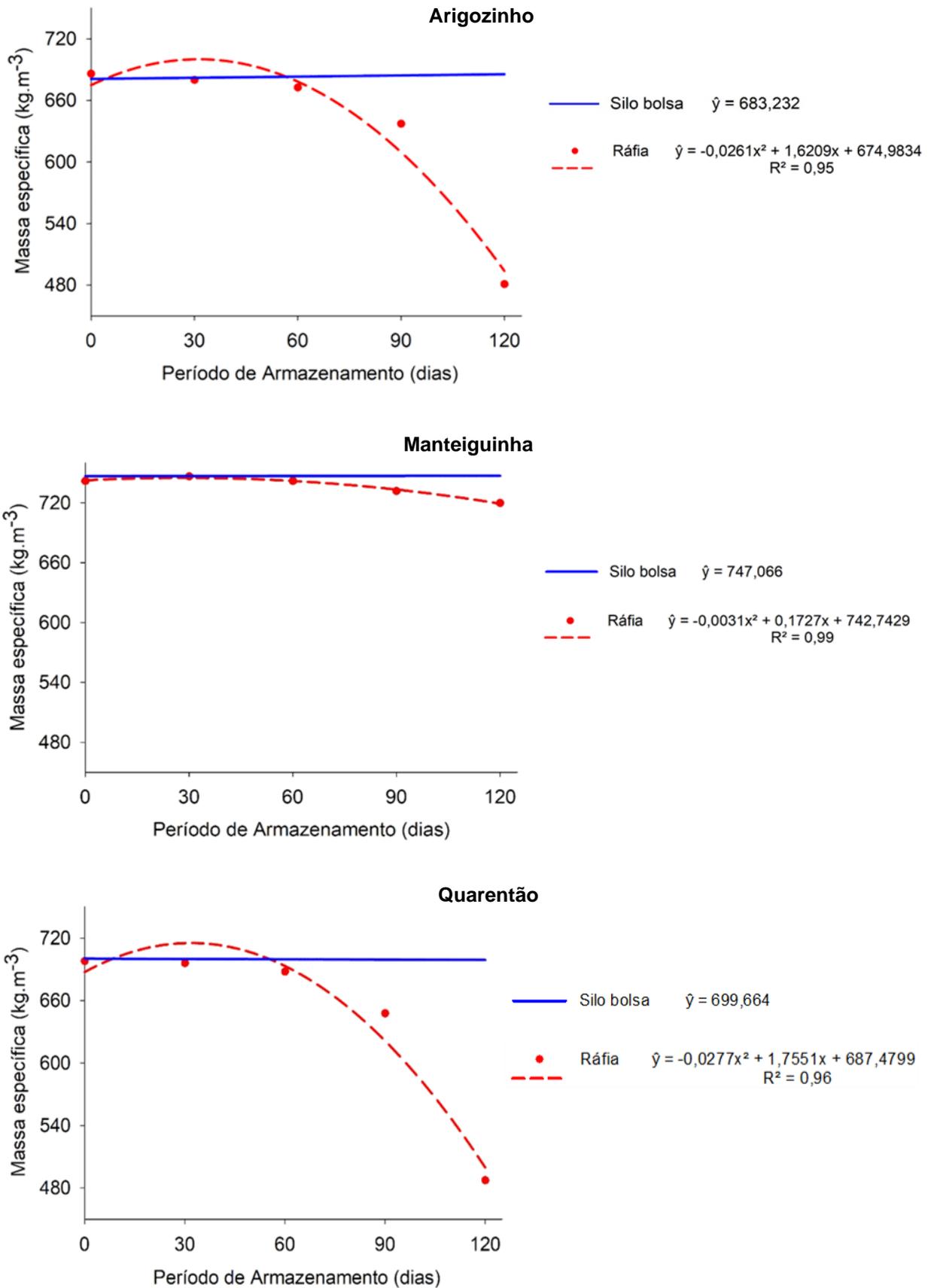


Tabela 4 - Interação entre os sistemas Saco de Ráfia e Silo Bolsa para massa específica em cada período de armazenamento nas variedades crioulas de feijão-caupi, Rio Branco, AC, 2022.

Variável	Armazenamento (dias)	Arigozinho		Manteiguinha		Quarentão	
		Ráfia	Silo Bolsa	Ráfia	Silo Bolsa	Ráfia	Silo Bolsa
Massa específica (kg.m ⁻³)	0	686,00 a	680,00 a	742,00 a	742,00 a	698,00 a	698,00 a
	30	680,00 a	684,00 a	746,67 a	752,00 a	696,00 a	705,33 a
	60	672,67 b	682,83 a	742,00 b	752,00 a	687,83 a	697,66 a
	90	637,33 b	683,33 a	732,00 b	742,00 a	647,83 b	696,67 a
	120	481,03 b	686,00 a	720,00 b	747,33 a	487,50 b	700,66 a

* Médias seguida pela mesma letra nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey à 5% de significância.

Ratificando os resultados encontrados no presente estudo, Magalhães e Sousa (2020), relataram que as perdas de massa específica aparente durante o armazenamento de grãos, geralmente estão associadas ao aumento do teor de umidade e a presença de insetos, que, contudo, favorece a degradação dos grãos, levando a redução na qualidade física e nutricional do lote.

Resultados encontrados por Momanyi et al. (2022), mostraram que, a etapa de armazenamento dos grãos é crucial para a determinação da qualidade final do lote, estes afirmam que a tecnologia de armazenamento hermético conserva os nutrientes dos grãos por um longo período. Comparado ao armazenamento em saco de polipropileno convencional, os grãos em sacos herméticos apresentaram 22%, 23% e 18% mais açúcares solúveis totais, amido *in vitro* e digestibilidade proteica, respectivamente.

Ressaltando quanto a qualidade física, os autores Ngwenyama et al. (2020), compararam o desempenho de sacos herméticos no armazenamento e controle preventivo de insetos em grãos de feijão. Destacaram que, os sacos herméticos mantiveram a redução na massa dos grãos abaixo de 5%, durante o período de 32 semanas, mantendo assim a qualidade do produto, em oposição, o tratamento não hermético apresentou maior perda na massa dos grãos, aproximadamente 40%.

Esses resultados estão de acordo com o achado de Silva et al. (2018) que relataram a redução na massa dos grãos de feijão armazenado, onde o sistema não hermético apresentou perda de 56% da densidade aparente, comparado ao sistema hermético. Os autores vincularam essa redução na massa específica aparente dos grãos, devido a infestação por *Callosobruchus maculatus*, ocasionando diminuição da matéria seca, conseqüentemente reduzindo o volume e o seu valor comercial.

4.4 GERMINAÇÃO

Os resultados obtidos para variável germinação nos grãos de feijões crioulos ao longo do período de armazenamento variaram significativamente (Arigozinho: $F_{4,24}= 404,96$; $p < 0,01$; Manteiguinha: $F_{4,24}= 28,68$; $p < 0,01$; Quarentão: $F_{4,24}= 187,63$; $p < 0,01$) entre os sistemas de armazenamento (Arigozinho: $F_{1,24}= 926,06$; $p < 0,01$; Manteiguinha: $F_{1,24}= 73,61$; $p < 0,01$; Quarentão: $F_{1,24}= 534,09$; $p < 0,01$), houve interação entre estes fatores (Arigozinho: $F_{4,24}= 383,73$; $p < 0,01$; Manteiguinha: $F_{4,24}= 24,15$; $p < 0,01$; Quarentão: $F_{4,24}= 177,88$; $p < 0,01$) (APÊNDICES A, B e C).

Os resultados obtidos no percentual de germinação dos grãos de feijão-caupi durante o armazenamento são apresentados na Figura 4 e na Tabela 5. Foram ajustados modelos de regressão apenas para as características que apresentaram variação significativa com o período de armazenamento. As características que não apresentaram variação significativa foram representadas pelas médias de seus valores (Tabela 5).

No decorrer do período de armazenamento que, a germinação dos grãos das variedades armazenadas em sacos de ráfia foi menor ($p < 0,01$) que os percentuais dos grãos armazenados em silo bolsa. Ocorreu interação entre tipo de armazenamento x período, destacou-se que, o percentual de germinação dos grãos, são afetados ao longo do tempo dependendo do tipo de armazenamento. Constatou-se perdas significativas ao longo dos 120 dias, quando armazenados em saco de ráfia, sendo expressivo subsequente aos 25, 29 e 22 dias para as variedades Arigozinho, Manteiguinha e Quarentão, respectivamente (Figura 4 e Tabela 5).

Ao examinar os sistemas de armazenamento, observou-se a eficiência do acondicionamento em silo bolsa, onde este apresentou melhor desempenho na conservação da qualidade dos grãos e principalmente no vigor aos 120 dias (Tabela 5). Destacou-se semelhantes respostas entre as variedades, onde ambas apresentaram resultados superiores no teste de geminação, quando armazenados em silo bolsa e resultados inferiores em sacos de ráfia, ressalta-se a diferença entre os sistemas de aproximadamente 72% para a variedade Arigozinho (Saco de ráfia: 25,33%; Silo Bolsa: 97,88%; $p < 0,05$), a Manteiguinha apresentou diferença de 27% (Saco de ráfia: 69,75%; Silo Bolsa: 96,87%; $p < 0,05$) e Quarentão aproximou-se a 60% (Saco de ráfia: 36,5%; Silo Bolsa: 96,37%; $p < 0,05$).

Figura 4 - Germinação de feijões caupi crioulos armazenados em diferentes sistemas, silo bolsa e saco de ráfia ao longo de 120 dias, Rio Branco, AC, 2022.

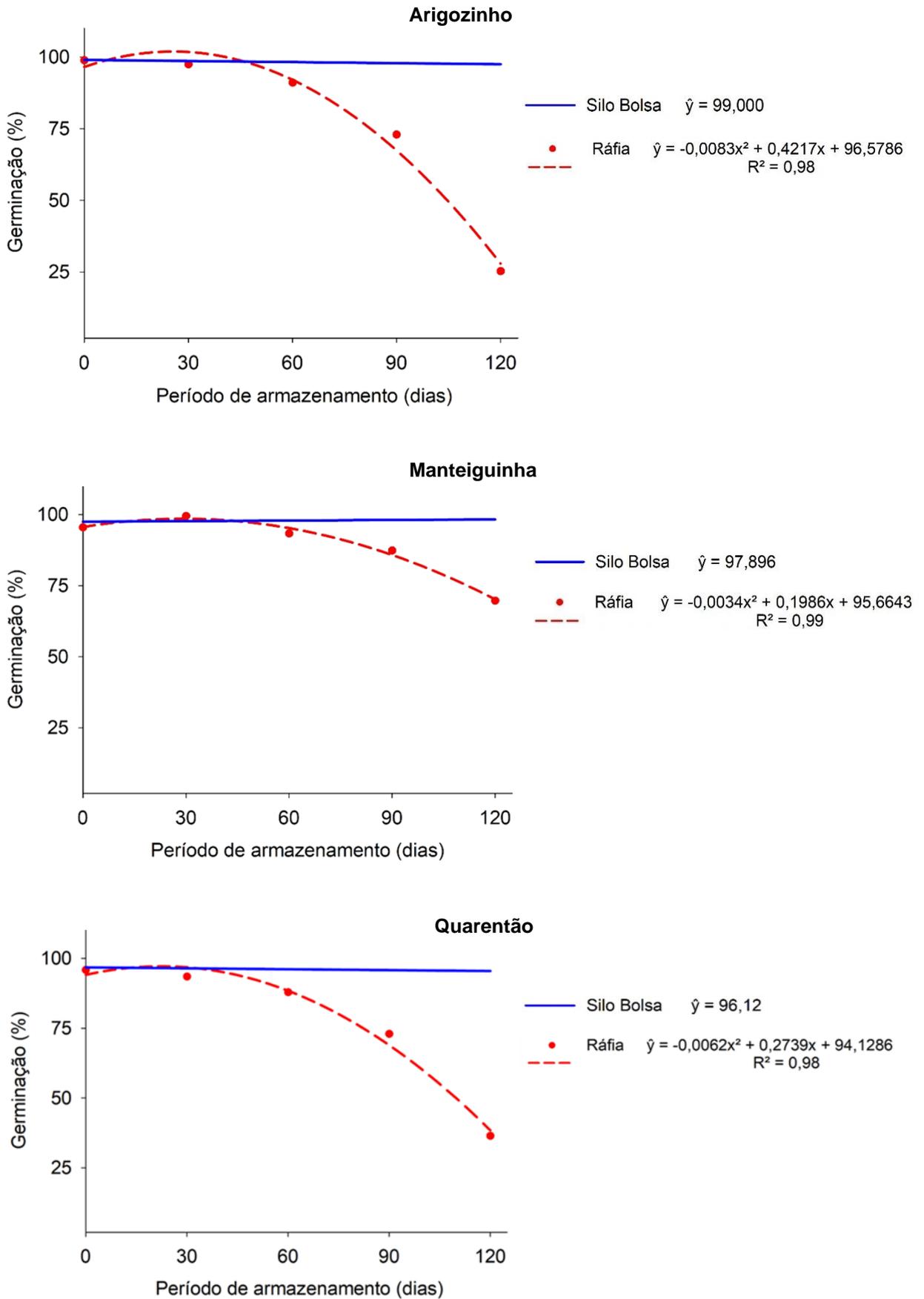


Tabela 5 - Interação entre os sistemas Saco de Ráfia e Silo Bolsa para germinação em cada período de armazenamento nas variedades crioulas de feijão-caupi, Rio Branco, AC, 2022.

Variável	Armazenamento (dias)	Arigozinho		Manteiguinha		Quarentão	
		Ráfia	Silo Bolsa	Ráfia	Silo Bolsa	Ráfia	Silo Bolsa
Germinação (%)	0	98,88 a	98,88 a	95,50 a	95,50 a	95,87 a	95,87 a
	30	97,50 a	99,13 a	99,5 a	99,37 a	93,50 b	97,87 a
	60	91,13 b	98,00 a	93,37 b	99,12 a	87,87 b	96,87 a
	90	73,00 b	97,38 a	87,37 b	98,62 a	73,00 b	93,62 a
	120	25,33 b	97,88 a	69,75 b	96,87 a	36,50 b	96,37 a

* Médias seguida pela mesma letra nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey à 5% de significância.

Na pesquisa descrita por Kuyu et al. (2022), avaliaram-se diferentes tecnologias de armazenamento de grãos, visando o controle de insetos-pragas e a conservação dos grãos por um longo período. Dentre os tipos de armazenamentos testados, os autores enfatizaram o método de armazenagem hermética, como sendo o melhor na preservação da capacidade de germinação, composição nutricional e redução da porcentagem de danos causados por agentes nocivos. Destacaram ainda, que, as menores porcentagens de germinação foram registradas em grãos armazenados nos sacos de juta e polipropileno, justificada pela presença de insetos e de oxigênio, aumentando a respiração e reduzindo a viabilidade das sementes, o que, contudo, corrobora com os resultados encontrados no presente trabalho.

Em estudos com variedades crioulas de feijão comum e a utilização de embalagens herméticas, os autores Magalhães e Sousa (2020) observaram que, a porcentagem de germinação é afetada ao longo do período e influenciada pelo sistema de armazenamento. Destacaram que as embalagens herméticas (silo bolsa e garrafa PET) promoveram melhores respostas ao longo de 120 dias, comparado ao tratamento não hermético.

Mesele et al. (2022), ao compararem diferentes tipos de armazenamento, revelaram que as reduzidas taxas de germinação de feijão, foram em sacos de *Diya*, juta e polietileno, justificaram que, essa menor taxa de germinação deveu-se à disponibilidade de circulação de ar, que proporcionou condições favoráveis ao crescimento de insetos e microrganismos nocivos, resultando em danos no embrião e reduzindo o potencial germinativo do lote, além da perda de qualidade nutricional e massa dos grãos.

A porcentagem de germinação está intimamente relacionada com o potencial fisiológico do lote de sementes. O armazenamento busca preservar por longos períodos, a qualidade inicial do produto até sua utilização, estudos relataram a eficiência do armazenamento hermético em cultivares de feijão-caupi, visando o controle de qualidade e proteção contra infestações por bruquídeos, em contraste, os resultados para o armazenamento não hermético foram expressivos, chegando à redução de 100% na germinação dos lotes avaliados (SILVA et al., 2018).

4.5 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

Os resultados obtidos para condutividade elétrica dos grãos de feijões crioulos ao longo do período de armazenamento variaram significativamente (Arigozinho: $F_{4,24} = 3005,09$; $p < 0,01$; Manteiguinha: $F_{4,24} = 42,09$; $p < 0,01$; Quarentão: $F_{4,24} = 2216,18$; $p < 0,01$) entre os sistemas de armazenamento (Arigozinho: $F_{1,24} = 4574,45$; $p < 0,01$; Manteiguinha: $F_{1,24} = 6,21$; $p < 0,05$; Quarentão: $F_{1,24} = 3906$; $p < 0,01$), houve interação entre estes fatores (Arigozinho: $F_{4,24} = 3024,27$; $p < 0,01$; Manteiguinha: $F_{4,24} = 3,82$; $p < 0,05$; Quarentão: $F_{4,24} = 1928,18$; $p < 0,01$) conforme exibido no resumo da análise de variância (APÊNDICES A, B e C).

Os resultados da condutividade elétrica dos grãos de feijão-caupi ao longo do período de armazenamento são apresentados na Figura 5. Foram ajustados aos modelos de regressão para características que apresentaram variação significativa. As características que não apresentaram variação significativa foram representadas pelas médias de seus valores (Tabela 6).

As análises relatam que ocorreu interação entre os sistemas de armazenamento e o período, destacando-se que os valores da condutividade elétrica, são afetados ao longo do tempo, dependendo do sistema de armazenamento utilizado. Os resultados indicam menores variações ao longo do período, para os tratamentos que utilizaram o silo bolsa como sistema de armazenagem, enfatizando ainda que, estes apresentaram resultados inferiores comparados ao sistema de sacos de ráfia, sendo que, quanto maior a lixiviação eletrolítica dos solutos celulares, menor é o vigor das sementes avaliadas e maior é o valor da condutividade elétrica.

Destacou-se ainda aos 120 dias, a diferença entre os dois sistemas de armazenamento, para a variedade Arigozinho a diferença atingiu $299 \mu\text{S cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ (Saco de ráfia: $330,15$; Silo Bolsa: $31,14$; $p < 0,05$), o menor valor foi encontrado na variedade Manteiguinha com aproximadamente $7,85 \mu\text{S cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ (Saco de ráfia: $71,39$; Silo Bolsa: $63,54$; $p < 0,05$) e Quarentão foi superior a $245 \mu\text{S cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ (Saco de ráfia: $295,62$; Silo Bolsa: $50,28$; $p < 0,05$).

Figura 5 - Resultado da condutividade elétrica de feijão-caupi crioulo armazenado em diferentes sistemas, silo bolsa e saco de rafia ao longo de 120 dias, Rio Branco, AC, 2022.

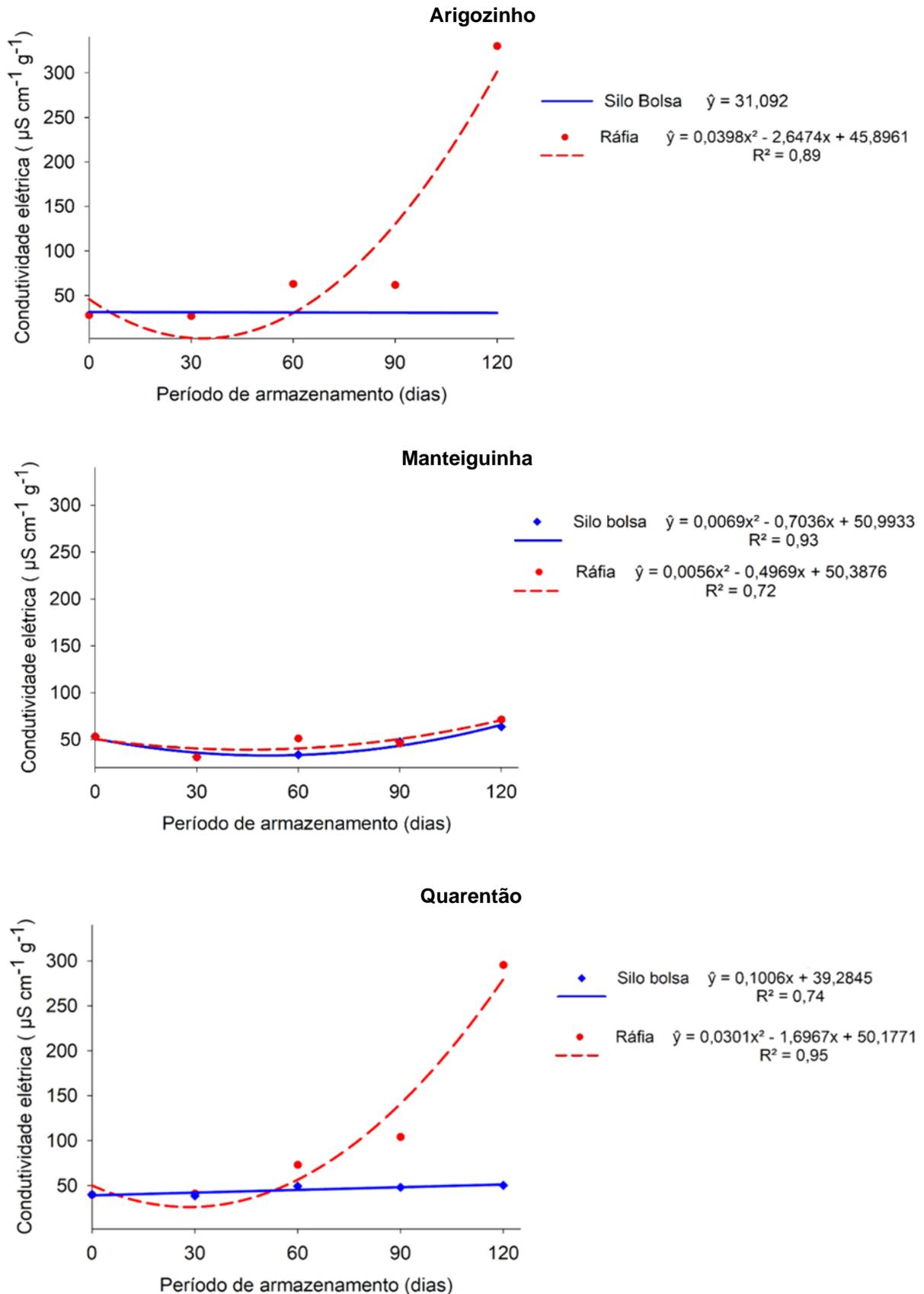


Tabela 6 - Interação entre os sistemas Saco de Ráfia e Silo Bolsa para condutividade elétrica em cada período de armazenamento nas variedades crioulas de feijão-caupi, Rio Branco, AC, 2022.

Variável	Armazenamento (dias)	Arigozinho		Manteiguinha		Quarentão	
		Ráfia	Silo Bolsa	Ráfia	Silo Bolsa	Ráfia	Silo Bolsa
Condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$)	0	28,13 a	28,13 a	53,27 a	53,27 a	39,95 a	39,97 a
	30	26,94 b	37,31 a	31,17 a	31,44 a	41,30 a	38,65 a
	60	63,08 a	30,04 b	51,18 a	33,83 b	73,21 a	49,49 b
	90	61,85 a	28,84 b	45,81 a	47,75 a	104,26 a	48,21 b
	120	330,15 a	31,14 b	71,39 a	63,54 a	295,62 a	50,28 b

* Médias seguida pela mesma letra nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey à 5% de significância.

Em estudos Prado et al. (2019), afirmaram a eficiência do uso de teste de condutividade elétrica para avaliar o vigor das sementes de soja, em programas de controle de qualidade. Destacaram a importância do uso do teste de vigor das sementes, para determinação de lotes com altos potenciais fisiológicos, sendo o vigor da semente inversamente proporcional à leitura da condutividade elétrica, ou seja, quanto maior a condutividade elétrica menor é o seu vigor. Assim como na soja, o feijão é classificado como semente ortodoxa, enfatizado pelos autores que, a desorganização em sementes desse tipo ocorre por duas situações: através do processo de deterioração e ou como resultado da oscilação do teor de água presente, que, contudo, corroboram com os testes anteriores este estudo (Figura 1 e 2).

Segundo Magalhães e Sousa (2020), o armazenamento em silo bolsa é uma alternativa eficaz para manter a qualidade dos grãos de feijão comum, em termos de umidade, infestação, germinação, condutividade elétrica e massa específica, por até 120 dias. Os autores destacaram que no sistema de armazenagem com a presença de oxigênio, apresentou maior lixiviação de solutos celulares após 60 dias de armazenamento e para os dois métodos herméticos os valores foram inferiores, propiciando a conservação da qualidade dos grãos quando acondicionados em embalagens herméticas.

Silva et al. (2018), indicaram a utilização de silo bolsas e garrafas PET hermeticamente fechadas, como alternativa no controle de insetos-praga e na preservação da qualidade dos grãos da cultivar BRS Guariba de feijão-caupi, durante 120 dias de armazenamento. Os pesquisadores observaram correlação significativa, indicando que o teor de umidade e a condutividade elétrica de feijão-caupi, aumentam

conforme o acréscimo da taxa infestação, constatando assim, que a infestação causa elevação nos valores da condutividade elétrica, provido pelo rompimento do tegumento e o aumento do teor de umidade devido as dinâmicas metabólicas destes.

5 CONCLUSÕES

O armazenamento hermético em silo bolsa é uma alternativa segura e eficiente no controle de infestações por *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) em até 120 dias, além de mitigar os efeitos ambientais que levam à deterioração dos grãos de feijão-caupi.

O silo bolsa conserva as características qualitativas, em relação ao teor de água, massa específica, germinação e condutividade elétrica, das variedades crioulas de feijão-caupi: Arigozinho, Manteiguinha e Quarentão, por até 120 dias.

REFERÊNCIAS

ABREU, A. O.; FARONI, L. R. D'A.; SILVA, M. V. de A.; SOUSA, A. H. de; ALENCAR, E. R. de; SILVA, G. N. Ozone as an alternative fumigant for controlling *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Chrysomelidae) in cowpea beans. **Journal of Stored Products Research**, v. 97, p. 101969, 2022.

AGROFIT - Sistemas de agrotóxicos fitossanitários. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 12 de maio de 2022.

ARAÚJO NETO, A. C.; NUNES, R. T. C.; ROCHA, P. A. DA; ÁVILA, J. S.; MORAIS, O. M. Germinação e vigor de sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) de diferentes tamanhos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 2, p. 71-75, 2014.

ARAÚJO, D. J.; AZEREDO, G. A. de; GUEDES, L. R.; SILVA, J. H. C. S.; TARGINO, V. A. Conservação de sementes de feijão-caupi sob diferentes condições de armazenamento. **Diversitas Journal**, v. 6, n. 1, p. 74-88, 2021.

ARAÚJO, F. M. M. C. de. **Caracterização bioquímica de sementes de cultivares de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)**. 1997. 84f. Dissertação (Mestrado em Bioquímica) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1997.

ARAÚJO, J. P. P.; RIOS, G. P.; WATT, E. E.; NEVES, B. P.; FAGERIA, N. K.; OLIVEIRA, I. P.; GUIMARÃES, C. M.; FILHO, A. S. **Cultura do caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp; descrição e recomendações técnicas de cultivo**. Embrapa Arroz e Feijão, Goiânia, 1984. 82p.

BARIBUTSA, D.; BAOUA, I. B. Hermetic bolsas maintain soybean seed quality under high relative humidity environments. **Journal of Stored Products Research**, v. 96, p. 101952, 2022.

BOTELHO, F. M.; FARIA, M. E. M. de; BOTELHO, S. C. C.; RUFFATO, S.; MARTINS, R. N. Metodologias para determinação de massa específica de grãos. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 11, n. 41, p. 251-259, 2018.

BRASIL. Instrução Normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013 – Padrões de identidade e qualidade para produção e comercialização de sementes. 1 do Diário Oficial da União de 18 de Julho de 2013. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/publicacoes-sementes-e-udas/copy_of_INN45de17desetembrode2013.pdf>. Acesso em: 12 de julho de 2022.

BRASIL. Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças e dá outras providências. Brasília, DF, 5 de agosto de 2003. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/2003/L10.711.htm>. Acesso em: 12 de julho de 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Secretaria de Defesa Agropecuária (ACS). **Regras para análise de sementes (RAS)**. Brasília, DF: MAPA, 2009. 399 p.

CARDOSO, M. J.; BASTOS, E. A.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; SOBRINHO, C. A. **Feijão-caupi: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Embrapa, Brasília, DF. 2017. 244 p. (Coleção: 500 perguntas, 500 respostas).

CHAGAS, J. T. B.; FARIAS, J. E. C.; SOUZA, R. F. de; FREITAS JÚNIOR, S. de P.; COSTA, M. G. de S. Germinação e vigor de sementes crioulas de feijão-caupi. **Agrarian academy**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 5, n. 9, p. 487-498, 2018.

COCHRAN, W. G. e COX, G. M. (1968). **Experimental Designs**. 2 ed. New York: Wiley, 1957. 611 p.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Safra 2021/22, 7º levantamento. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 02 abr. 2022.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Safra 2021/22, 1º levantamento. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 07 fev. 2021.

CORADI, P. C.; LIMA, R. E.; PADIA, C. L.; ALVES, C. Z.; TEODORO, P. E.; CANDIDO, A. C. da S. Soybean seed storage: packaging technologies and conditions of storage environments. **Journal of Stored Products Research**, v. 89, p. 101709, 2020.

COSTA, A. F. da; SOUZA, M. da C. M. de; SILVA, K. da R. G. da. Feijão-caupi: do plantio ao armazenamento. *In*: COSTA, A. F. da. (org.). **Feijão-caupi no semiárido brasileiro**. Editora UFRPE, Recife: CREA-PE, v. 17, n. 3, 2020. p. 27-30.

CREDLAND, P. F.; DENDY, J. Comparison of seed consumption and the practical use of insect weight in determining effects of host seed on Mexican bean weevil, *Zabrotes subfasciatus* (Boh.). **Journal of Stored Products Research**, v. 28, p. 225-234, 1992.

ELIAS, M. C.; OLIVEIRA, M. de; VANIER, N. L. Fatores que influenciam a aeração e o manejo da conservação de grãos no armazenamento. *In*: LORINI, I. J.; MIIKE, L. H.; SCUSSEL, V. M.; FARONI, L. R. D'A. (ed.). **Armazenagem de grãos**, Instituto Bio Geneziz, Jundiaí, SP: IBG, 2018. p. 279- 326.

FAOSTAT. *Crops*. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 08 dez. 2021.

FARONI, L. R. D'A.; SOUSA, A. H. de. Aspectos biológicos e taxonômicos dos principais insetos-praga de produtos armazenados. *In*: ALMEIDA, F. A. C.; DUARTE, M. E. M.; MATA, M. E. R. M. C. **Tecnologia de Armazenagem em sementes**. Campina Grande, 2006. p. 371-402.

FAZOLIN, M.; ALÉCIO, M. R.; ESTRELA, J. L. V., ALVES, S. B. Controle alternativo de pragas para o cultivo e armazenamento de feijão. *In*: MATTAR, E. P. L.; OLIVEIRA, E. de; SANTOS, R. C. dos; SIVIERO, A. (orgs.). **Feijões do Vale do Juruá**. Rio Branco, AC: Ifac, 2016, p. 249-297.

FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V.; LEMOS, R. N. S. de; MARSARO JUNIOR, A. L.; FRAGOSO, D. de B.; TEIXEIRA, C. A. D.; SALLET, L. A. P.; CARDOSO, S. R. de S.; MEDEIROS, F. R.; TREVISAN, O.; SOUZA, F. de F.; CHAGAS, E. F. das; SILVA, R. Z. da; LIMA, A. C. S. Insetos-praga e seus inimigos naturais. *In*: ZILLI, J. E.; VILARINHO, A. A.; ALVES, J. M. A. (ed.). **A cultura do feijão-caupi na Amazônia brasileira**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2009. Cap. 8, p. 271-304.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI P. P.; NOGUEIRA D. A.; **ExpDes.pt: Pacote Experimental Designs (Portuguese)**. R package version 1.2.0. 2018. Disponível em: <<https://CRAN.R-project.org/package=ExpDes.pt>>. Acesso em: 03 de junho de 2022.

FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. **Feijão-caupi: Avanços tecnológicos**. Brasília, DF: Embrapa Informações tecnológicas. 2005. 477p.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. M.; SILVA, K. J. D.; NOGUEIRA, M. S. R.; RODRIGUES, E. V. **Feijão caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011. 84 p.

GAD, H. A.; LABAN, G. F. A.; METWALY K. H.; AL-ANANY F. S.; ABDELGALEIL, S. A. M. Efficacy of ozone for *Callosobruchus maculatus* and *Callosobruchus chinensis* control in cowpea seeds and its impact on seed quality. **Journal of Stored Products Research**, v. 92, p. 101786, 2021.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GOMES, C. D. L.; SA, J. M. D.; GODOY, M. S. D.; MOLINA-RUGAMA, A.; OLIVEIRA, L. L. D.; PASTORI, P. L. Bioactivity of plant extracts from caatinga on cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 26, n. 7, p. 541, 2022.

GRUBBS, F. E. Procedures for detecting outlying observation in samples. **Technometrics**, v. 11, n. 1, p. 1-21, Feb. 1969.

GUIMARÃES, D. G.; VIANA, B. A. R.; VASCONCELOS, R. C. de.; OLIVEIRA, L. M.; PRATES, C. J. N. Avaliação da qualidade de sementes e desempenho de plantas de

genótipos de feijão-caupi após 48 meses de armazenamento em câmara fria. **Holos**, v. 3, n. 37, p. 1-16, 2021.

HARLAN, J. R. Our vanishing genetic resources. **Science**, v. 188, p. 618-621, 1975.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Rio de Janeiro, v. 30 n. 1 p. 1-81, jul. 2017. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/mapasite/mapasite.php#download>>. Acesso em: 27 de dezembro de 2021.

KALPNA, H. Y. A.; KUMAR, R. Management of stored grain pest with special reference to *Callosobruchus maculatus*, a major pest of cowpea: A review. **Heliyon**, v. 8, n. 1, p. 8703, 2022.

KUYU, C. G.; YETENAYET, B. T.; MOHAMMED, A.; MENGESH, A.; MPAGALILE J. J. Evaluation of different grain storage technologies against storage insect pests over an extended storage time. **Journal of Stored Products Research**, v. 96, p. 101945, 2022.

LAWRENCE, J. F. Order Coleoptera. In: STEHR, F.W. (ed.). **Immature insects**. Dubuque: Kendall/Hunt Publishing Company, Iowa, v. 2. 1991. p. 144-658.

LORINI, I. J.; MIIKE, L. H.; SCUSSEL, V. M.; FARONI, L. R. D'A. **Armazenagem de grãos**. Instituto Bio Geneziz, Jundiaí, SP: IBG, 2018. 1031p.

LORINI, I.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A.; HENNING, F. A. **Manejo integrado de pragas de grãos e sementes armazenadas**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 84 p.

MAGALHÃES, V. B.; SOUSA, A. H. de. Quality of white Gurgutuba creole beans stored in silo bolsas and PET bottles. **Revista Agrogeoambiental**, v. 12, n. 3, p. 91-104, 2020.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do Agronegócio - Brasil 2020/21 a 2030/2031**. Brasília, DF. 2021.

MARINHO, J. T. S.; PEREIRA, R. C.; COSTA, J. G. **Seleção massal na população de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) "Carioca Pitoco" em Rio Branco, Acre**. Embrapa-Acre. Rio Branco, AC, 1997.

MATTAR, E. L. P.; JESUS, J. C. S.; SIVIERO, A.; ARAUJO, M. L.; OLIVEIRA, E. Creole beans production systems of Jurua valley, amazon, Brasil. **Indian Journal of Traditional Knowledge**, v. 54, p. 619-624, 2016b.

MATTAR, E. P. L.; OLIVEIRA, E. de.; ARAÚJO, M. L.; JESUS, C. S. de. Breve histórico da biodiversidade de feijões no Vale do Juruá. In: MATTAR, E. P. L.; OLIVEIRA, E. de.; SANTOS, R. C. dos; SIVIERO, A. (org.). **Feijões do Vale do Juruá**. Ed. IFAC, 336 p. Rio Branco, 2016a.

MESELE, T.; DIBABA, K.; GARBABA, C. A.; MENDESIL, E. Effectiveness of different storage structures for the management of Mexican bean weevil, *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera: bruchidae) on stored common bean, *Phaseolus vulgaris* L. (Fabaceae). **Journal of Stored Products Research**, v. 96, p. 101928, 2022.

MOMANYI, M. R.; NDUKO, J. M.; OMWAMBA, M. Effect of hermetic Purdue Improved Crop Storage (PICS) bolsa on chemical and anti-nutritional properties of common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties during storage. **Current Research in Food Science**, v. 5, p. 107-116, 2022.

MUTUNGI, C. M.; AFFOIGNON, H.; NJOROGE, A. W.; BARIBUTSA, D.; MURDOCK, L. L. Storage of mung bean (*Vigna radiata* [L.] Wilczek) and pigeonpea grains (*Cajanus cajan* [L.] Millsp) in hermetic triple-layer bolsas stops losses caused by *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). **Journal of Stored Products Research**, v. 27, p. 239-243, 2014.

NASCIMENTO, J. M. do; LOPES, L. M.; ROCHA, J. F.; SANTOS, V. B. dos; SOUSA, A. H. de. Population development of bean weevils (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) in landrace varieties of cowpeas and common beans. **Florida Entomologist**, v. 103, n. 2, p. 215, 2020.

NGWENYAMA, P.; MVUMI, B. M.; NYANGA, L. K.; STATHERS, T. E.; SIZIBA, S. Comparative performance of five hermetic bolsa brands during on-farm smallholder cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) storage. **Journal of Stored Products Research**, v. 88, p. 101658, 2020.

NOGUEIRA, R. M.; RUFFATO, S. **Qualidade de grãos: Teor de água**. MT Ciência, UFMT, Campus Sinop, v. 1, n. 5, 2021. (Fichas Técnicas/ ISSN 2763-5228).

ODJO, S.; BURGUEÑO, J.; RIVERS, A.; VERHULST, N. Hermetic storage technologies reduce maize pest damage in smallholder farming systems in Mexico. **Journal of Stored Products Research**, v. 88, p. 101664, 2020.

OLIVEIRA, A. M. C. de; MELO NETO, B.; ROCHA, M. de M.; SILVA, M. R. da; OLIVEIRA, M. R. Produção de alimentos na base do feijão-caupi (*Vigna unguiculata*): importância nutricional e benefícios para a saúde. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 14, 2021.

OLIVEIRA, E. de; MATTAR, E. P. L.; ARAÚJO, M. L. de; JESUS, J. C. S. de; NAGY, A. C. G.; SANTOS, V. B. dos. Descrição de cultivares locais de feijão-caupi coletados na microrregião Cruzeiro do Sul, Acre, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 45, n. 3, p. 243-254, 2015.

OLIVEIRA, G. P. de; MORAIS, O. M. Maturação e qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos-PB, v. 15, n. 1, p. 23-34, 2019.

OLIVEIRA, I. J.; FONTES, J. R. A.; DIAS, M. C.; BARRETO, J. F. **Recomendações técnicas para o cultivo de feijão-caupi no estado do Amazonas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2019. 30 p. (Circular Técnica, 71).

OLIVEIRA, L. G. de; ARAÚJO, E. R.; LEÃO, M. P. C.; COSTA, A. F. da. Principais pragas do feijão-caupi. *In*: COSTA, A. F. da. (Org.) **Feijão-caupi no semiárido brasileiro**. Editora UFRPE, Recife: CREA-PE, v. 17, n. 3, 2020.

PRADO, J. P. do; KRZYZANOWSKI, F. C.; MARTINS, C. C.; VIEIRA, R. D. Physiological potential of soybean seeds and its relationship to electrical conductivity. **Journal of Seed Science**, v. 41, n. 4, p. 407-415, 2019.

QUINTELA, E. D.; NEVES, B. P. das; QUINDERÉ, M. A. W.; ROBERTS, D. W. **Principais pragas do caupi no Brasil**. EMBRAPA-CNPAP: Goiânia, 1991. 37 p. (Documentos, 35).

ROCHA, M. de M.; FREIRE FILHO, F. R.; SILVA, K. J. D. e; RIBEIRO, V. Q. **Feijão-caupi**: Biologia Floral. Embrapa: Meio-Norte, Teresina/PI, 2007.

ROCHA, V. de S. **Cobertura morta no cultivo do feijão-caupi**. 2018. 54 f. (Dissertação, Mestrado em Agronomia Tropical) – Programa de Pós Graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.

SANTOS, J. P. dos. Métodos preventivos de controle de insetos-pragas de grãos armazenados. *In*: LORINI, I. J.; MIKE, L. H.; SCUSSEL, V. M.; FARONI, L. R. D'A. (ed.). **Armazenagem de grãos**. Instituto Bio Geneziz, Jundiaí, SP: IBG, 2018. p. 384-420.

SANTOS, V. B. dos; NASCIMENTO, F. S. S.; SANTOS, R. C.; MARINHO, J. T. S.; MENDONÇA, M. S.; GOMES, L. P. Coleta e caracterização das variedades locais de feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) e feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) da agricultura familiar do Acre. *In*: SANTOS, R. C.; SIVIERO, A. (orgs). **Agroecologia no Acre**. Rio Branco: IFAC, 2015, p. 407-428.

SANTOS, V. S.; SILVA, P. H. S. da; PÁDUA, L. E. M. Bioatividade do óleo essencial de *Lippia sidoides* Cham. (alecrim pimenta) sobre *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (Coleoptera: Chrysomelidae). **EntomoBrasilis**, v. 11, n. 2, p. 113-117, 2018.

SCARANARI, C.; **Retardamento da Secagem de Espigas e Qualidade Fisiológica de Sementes de Milho**. 1997. 60p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 1997.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, Oxford, v. 52, n. 3-4, p. 591-611, 1965.

SILVA, A. M. C. D.; MATOS, C. H. C.; OLIVEIRA, C. R. F. D. Resistance of landrace and commercial cowpea genotypes to *Callosobruchus maculatus* attack. **Journal of Stored Products Research**, v. 92, p. 101801, 2021.

SILVA, H. T. **Descritores mínimos indicados para caracterizar variedades de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Embrapa Arroz e Feijão: Goiânia, GO, 2005. 31 p. (Documentos, 184).

SILVA, P. H. S. da; ATHAYDE SOBRINHO, C. **Guia prático de reconhecimento e controle das principais pragas do feijão-caupi**. Embrapa Meio-Norte, Teresina, 2019. 16 p. (Documentos, 260).

SILVA, S. S. da; VIEIRA, R. D.; GRZYBOWSKI, C. R. de S.; CARVALHO, T. C. de; PANOBIANCO, M. Electrical conductivity of different common bean seeds genotypes. **Journal of Seed Science**, v. 35, n. 2, p. 216-224, 2013.

SILVA, M. G. C.; SILVA, G. N.; SOUSA, A. H. de; FREITAS, R. S.; SILVA, M. S. G.; ABREU, A. O. Hermetic storage as an alternative for controlling *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae) and preserving the quality of cowpeas. **Journal of Stored Products Research**, v. 78, p. 27-31, 2018.

SILVEIRA, D. C. DA; LEITE, A. C. N.; SANTOS, N. C.; GOMES, J. P. Physical characteristics of fava beans (*Phaseolus lunatus* L.). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 14, n. 4, p. 518 - 523, 2019.

SIVIERO, A.; SANTOS, R. C. dos; MATTAR, E. P. L. **Conservação e tecnologias para o desenvolvimento agrícola e florestal do Acre**. Rio Branco: IFAC, 2019. 788 p.

SIVIERO, A.; SANTOS, V. B. dos; SANTOS, R. C. dos; MARINHO, J. T. de S. Caracterização das principais variedades locais de feijão comum e caupi do Acre. *In*: MATTAR, E. P. L.; OLIVEIRA, E. de; SANTOS, R. C. dos; SIVIERO, A. (org.). **Feijões do Vale do Juruá**. Ed. IFAC, Rio Branco, 2016. p. 129-165.

SMIDERLE, O. J.; MARINHO, J. T. de S.; GONÇALVES, J. R. P.; VIEIRA JUNIOR, J. R. Colheita e armazenamento de grãos e sementes. *In*: ZILLI, J. E.; VILARINHO, A. A.; ALVES, J. M. A. (ed.). **A cultura do feijão-caupi na Amazônia brasileira**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2009. p. 327-356.

SOUSA, A. H. de; FARONI, L. R. D'A. Atmosferas modificadas como alternativa de controle de insetos-pragas de produtos armazenados. *In*: LORINI, I. J.; MIIKE, L. H.; SCUSSEL, V. M.; FARONI, L. R. D'A. (ed.). **Armazenagem de grãos**. Instituto Bio Geneziz, Jundiaí, SP: IBG, 2018. p. 421-452.

SOUSA, G. A.; HERNANDES, E. E.; DAMASCENO, S. S.; MATTAR, E. P. L.; SIVIERO, A. Qualidade de feijão-caupi crioulo do Alto Juruá armazenado em embalagem a vácuo. **Revista Conexão na Amazônia**, v. 2, n. Edição especial VI Conc&t, p. 21-39, 2021.

SOUSA, G.; IMADA, K.; SILVA, M. T.; NUNES, M.; MATTAR, E.; SIVIERO, A. Levantamento de feijões crioulos do Acre. **Caderno de Ciência e Tecnologia**, v. 6, p. 96-107, 2020.

SPSS. **Sigma Plot user's guide**, Version 10.0. Chicago: SPSS, 2006.

TESHOME, A.; BAUM, B.; FAHRIG, L.; TORRANCE, J. K.; ARNASON, T. J.; LAMBERT, J. D. Sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] landrace variation and classification in North Shewa and South Welo, Ethiopia. **Euphytica**, v. 97, p. 255-263, 1997.

TUKEY, J. W. Comparing individual means in the analysis of variance. **International Biometric Society**, Washington, v. 5, n. 2, p. 99-114, 1949.

VALE, E. C. da C.; MONTEIRO, N. da S. **Influência da secagem sobre as propriedades físicas dos grãos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp)**. 2021. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Belém, PA, 2021.

VIEIRA, R. D. Teste de condutividade elétrica. *In*: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.103-132.

WANG, G.; MCGIFFEN, M. E.; EHLERS, J. D.; MARCHI, E. C. S. Competitive ability of cowpea genotypes with different growth habit. **Weed Science**, v. 54, n. 4, p. 775-778, 2017.

APÊNDICE

APÊNDICE A - Análise de variância do Grau Infestação (GI), Teor de água (TA), Massa Específica (ME), Percentual de Germinação (GE) e Condutividade Elétrica (CO) da variedade Arigozinho, experimento realizado em DIC Fatorial parcela subdividida, em Rio Branco, AC, 2022.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		GI	TA	ME	GE	CO
Armazenamento	1	6.956,4**	6,52**	26.860,9**	4.445,1**	50.319,0**
Erro 1	6	2,20	0,16	21,30	0,80	24,00
Período	4	3.616,7**	7,89**	14.284,8**	1.943,8**	33.056,0**
Armazento x Período	4	2.762,0**	6,86**	15.427,3**	1.841,9**	33.267,0**
Erro 2	24	2,00	0,06	53,30	4,80	11,00
Total	39					
CV 1		7,72	3,35	0,70	1,00	7,33
CV 2		7,34	2,09	1,11	2,50	5,07
Média		19,06	12,09	657,32	87,71	66,56

Teste F – ns, * ou **: não significativo e significativo ao nível de 5 ou 1%, respectivamente.

APÊNDICE B - Análise de variância do Grau Infestação (GI), Teor de água (TA), Massa Específica (ME), Percentual de Germinação (GE) e Condutividade Elétrica (CO) da variedade Manteiguinha, experimento realizado em DIC Fatorial parcela subdividida, em Rio Branco, AC, 2022.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		GI	TA	ME	GE	CO
Armazenamento	1	2.795,58 **	0,35 ns	1.109,55 **	774,40 **	211,55 *
Erro 1	6	0,60	0,07	63,22	25,13	28,25
Período	4	759,70 **	2,15 **	346,05 **	301,70 **	1.433,61 **
Armazento x Período	4	685,72 **	1,41 **	210,39 **	254,10 **	130,35 *
Erro 2	24	2,41	0,08	40,13	10,052	34,06
Total	39					
CV 1		6,87	2,25	1,07	5,36	11,01
CV 2		13,78	2,43	0,85	3,47	12,09
Média		11,26	11,70	741,80	93,50	48,27

Teste F – ns, * ou **: não significativo e significativo ao nível de 5 ou 1%, respectivamente.

APÊNDICE C - Análise de variância do Grau Infestação (GI), Teor de água (TA), Massa Específica (ME), Percentual de Germinação (GE) e Condutividade Elétrica (CO) da variedade Quarentão, experimento realizado em DIC Fatorial parcela subdividida, em Rio Branco, AC, 2022.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		GI	TA	ME	GE	CO
Armazenamento	1	10.653,6**	28,01**	31.621,5**	3.525,0**	42.966,0**
Erro 1	6	2,50	0,22	71,70	2,60	29,0
Período	4	3.634,5**	8,67**	15.997,0**	1.238,4**	24.378,0**
Armazento x Período	4	3.158,4**	5,51**	16.098,5**	1.174,0**	21.210,0**
Erro 2	24	1,20	0,12	58,6	6,60	11,0
Total	39					
CV 1		7,60	4,34	1,26	1,88	6,86
CV 2		5,37	3,19	1,14	2,97	4,20
Média		20,78	10,69	671,55	86,74	78,10

Teste F – ns, * ou **: não significativo e significativo ao nível de 5 ou 1%, respectivamente.

APÊNDICE D - Exemplificação metodológica de etapas das avaliações de qualidade dos grãos de feijão-caupi ao longo de 120 dias. (A) Sacos de Ráfia x Silos bolsa; (B) Infestação por *Zabrotes subfasciatus*; (C) Teor de umidade dos grãos; (D) Aferição da massa específica aparente.



(A) Sacos de Ráfia X Silos bolsa



(B) Infestação por *Z. subfasciatus*



(C) Teor de umidade dos grãos

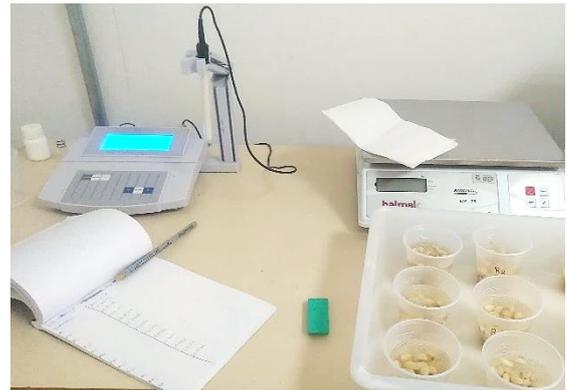
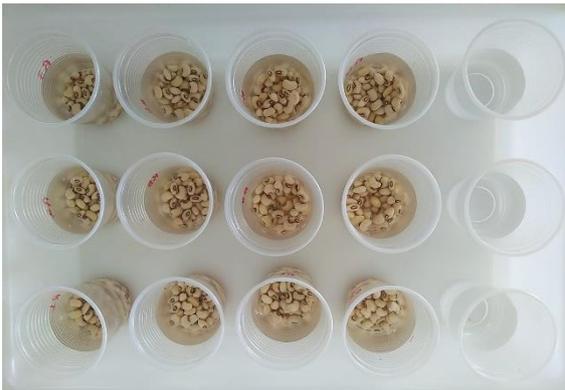


(D) Aferição da massa específica aparente

APÊNDICE E - Exemplificação metodológica de etapas das avaliações de qualidade dos grãos de feijão-caupi ao longo de 120 dias. (E) Teste de germinação; (F) Condutividade elétrica; (G) Saco de rafia x Silo bolsa, após 120 dias de armazenamento.



(E) Teste de germinação



(F) Condutividade elétrica



(G) Saco de rafia x Silo bolsa, após 120 dias de armazenamento