



COINTER PDVAgro 2023

VIII CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Edição Presencial Recife (PE) | 29, 30 de nov a 1 de dez

ISSN: 2526-7701 | PREFIXO DOI: 10.31692/2526-7701

COMBINAÇÃO DE GARRAFA PET E CINZA NO CONTROLE DE *CALLOSOBRUCHUS MACULATUS* E PRESERVAÇÃO DA QUALIDADE DE GRÃOS DE FEIJÃO-CAUPI

COMBINACIÓN DE BOTELLAS DE PET Y GREY PARA CONTROLAR *CALLOSOBRUCHUS MACULATUS* Y PRESERVAR LA CALIDAD DE LOS GRANOS DE CAUPI

COMBINATION OF PET AND GRAY BOTTLES TO CONTROL *CALLOSOBRUCHUS MACULATUS* AND PRESERVE THE QUALITY OF COWPEA GRAINS

Apresentação: Comunicação Oral

Stênio Pereira Martins¹; Douglas Rafael e Silva Barbosa²; Thamiris Marcela Lopes Gomes³; Gabrielly Ricardo da Silva⁴; Gutierrez Nelson Silva⁵

DOI :

RESUMO

Objetivou-se com este estudo investigar a eficácia da combinação de garrafa PET e cinza no controle *C. maculatus* e manutenção da qualidade de grãos de cultivares de feijão-caupi. Foram utilizados os as seguintes estruturas de armazenamento: garrafa PET em condições herméticas e potes de vidro em condição não hermética (controle). A cinza utilizada foi oriunda da queima da madeira de eucalipto (*Eucalyptus grandis*). O experimento foi realizado em esquema fatorial 2x2x4, tendo duas cultivares (BRS Tumucumaque e BRS Guariba), duas formas de armazenamento (garrafa PET – hermético e potes de vidro – não hermético) e quatro doses de cinza de madeira (0,0; 1,0; 2,0 e 4,0 kg t⁻¹), no delineamento inteiramente casualizado com três repetições. Cada parcela continha 500 g de feijão-caupi. A eficácia da combinação dessas duas tecnologias no controle de *C. maculatus* foi mensurada pela taxa instantânea de crescimento populacional de *C. maculatus* (ri). Na ri foram utilizados 35 insetos adultos, não-sexados. A progênie adulta foi contabilizada após 60 dias de armazenamento. A avaliação das características qualitativas foi realizada em grãos de oriundos nos bioensaios de ri. Foram realizadas as seguintes características: teor de água, germinação, massa específica aparente e condutividade elétrica. Os resultados obtidos neste estudo, confirmam pela primeira vez que uso combinado de garrafa PET e

¹ Graduando em agronomia, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul - Câmpus Nova Andradina, steniomartins2011@hotmail.com

² Graduação em Ciências Biológicas, Instituto Federal do Maranhão, douglas.barbosa@ifma.edu.br

³ Graduanda em agronomia, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul - Câmpus Nova Andradina, thamiris.gomes@estudante.ifms.edu.br

⁴ Graduanda em agronomia, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul - Câmpus Nova Andradina, gabrielly.silva14@estudante.ifms.edu.br

⁵ Doutor em fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul - Câmpus Nova Andradina, gutierrez.silva@ifms.edu.br

cinza é eficiente no manejo de *C. maculatus* em cultivares de feijão-caupi e que não afetam a qualidade dos grãos. É importante salientar que, nesse estudo, foi demonstrado a possibilidade de fonte de resistência da cultivar BRS Tumucumaque.

Palavras-Chave: bruquídeos, *Vigna unguiculata*, atmosfera modificada, Controle físico, alternative de controle.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue investigar la efectividad de la combinación de botellas de PET y ceniza para controlar *C. maculatus* y mantener la calidad de los granos de cultivares de caupí. Se utilizaron las siguientes estructuras de almacenamiento: botella de PET en condiciones herméticas y frascos de vidrio en condiciones no herméticas (control). La ceniza utilizada procedía de la quema de madera de eucalipto (*Eucalyptus grandis*). El experimento se realizó en un esquema factorial 2x2x4, con dos cultivares (BRS Tumucumaque y BRS Guariba), dos formas de almacenamiento (botella de PET – hermética y frascos de vidrio – no herméticos) y cuatro dosis de ceniza de madera (0,0; 1 . 0; 2.0 y 4.0 kg t⁻¹), en un diseño completamente al azar con tres repeticiones. Cada parcela contenía 500 g de caupí. La eficacia de la combinación de estas dos tecnologías para controlar *C. maculatus* se midió mediante la tasa de crecimiento instantáneo de la población de *C. maculatus* (r_i), en la que se utilizaron 35 insectos adultos no sexados. La progenie adulta se contó después de 60 días de almacenamiento. La evaluación de las características cualitativas se realizó en granos provenientes de bioensayos r_i . Se realizaron las siguientes características: contenido de agua, germinación, masa específica aparente y conductividad eléctrica. Los resultados obtenidos en este estudio confirman por primera vez que el uso combinado de PET y ceniza es eficiente en el manejo de *C. maculatus* en cultivares de caupí y que no afecta la calidad del grano. Es importante resaltar que en este estudio se demostró la posibilidad de una fuente de resistencia en el cultivar BRS Tumucumaque.

Palabras Clave: rúquidos, *Vigna unguiculata*, atmósfera modificada, control físico, control alternativo.

ABSTRACT

The objective of this study was to investigate the effectiveness of the combination of PET bottles and ash in controlling *C. maculatus* and maintaining the quality of grains of cowpea cultivars. The following storage structures were used: PET bottle in airtight conditions and glass jars in non-airtight condition (control). The ash used came from burning eucalyptus wood (*Eucalyptus grandis*). The experiment was carried out in a 2x2x4 factorial scheme, with two cultivars (BRS Tumucumaque and BRS Guariba), two forms of storage (PET bottle – airtight and glass jars – non-airtight) and four doses of wood ash (0.0; 1 .0; 2.0 and 4.0 kg t⁻¹), in a completely randomized design with three replications. Each plot contained 500 g of cowpea. The effectiveness of the combination of these two technologies in controlling *C. maculatus* was measured by the instantaneous population growth rate of *C. maculatus* (r_i). In r_i , 35 adult, non-sexed insects were used. Adult progeny were counted after 60 days of storage. The evaluation of qualitative characteristics was carried out on grains from r_i bioassays. The following characteristics were carried out: water content, germination, apparent specific mass and electrical conductivity. The results obtained in this study confirm for the first time that the combined use of PET and ash is efficient in the management of *C. maculatus* in cowpea cultivars and that it does not affect grain quality. It is important to highlight that, in this study, the possibility of a source of resistance in the BRS Tumucumaque cultivar was demonstrated.

Keywords: bruchids, *Vigna unguiculata*, modified atmosphere, Physical control, alternative control.

INTRODUÇÃO

O feijão-caupi, *Vigna unguiculata* (L.), é considerado um alimento básico e consumido



em regiões tropicais e subtropicais, especialmente nos países em desenvolvimento (VASANTHARAJA et al., 2019; LOPES et al., 2018). Os grãos dessa leguminosa possuem quantidades significativas de vitaminas, fibras, minerais e outros nutrientes vitais para o funcionamento metabólico normal do corpo humano (PÉREZ-RODRÍGUEZ et al., 2019). Muitos países usam o feijão-caupi como fonte alternativa de proteína, uma vez que, outras proteínas são menos acessíveis, tais como: laticínios e carnes (MANDA et al., 2019).

Essa leguminosa constitui a principal fonte de alimentação nas regiões Norte e Nordeste do Brasil e possui características de subsistência. Entretanto a cultura do feijão-caupi vem adentrando nas regiões produtoras do centro-oeste, sendo cultivadas em grandes áreas, substituindo o milho safrinha (RODRIGUES et al., 2017). O feijão-caupi apresenta uma série de vantagens para ser cultivado na região centro-oeste, tais como: adaptabilidade e tolerância ao déficit hídrico; essa região apresenta, em média, a maior produtividade do Brasil (1.019 t ha⁻¹/ano) (CONAB, 2023); apresenta baixo custo de produção (MELO et al., 2022) e capacidade de crescimento e desenvolvimento em solos com baixa matéria orgânica e fertilidade.

A cultura é geralmente cultivada na época das chuvas, mas é consumido ao longo do ano, gerando assim, necessidade de avanços no armazenamento (IBRO et al., 2014). Durante o armazenamento de feijão-caupi são observadas consideráveis perdas, tanto de natureza quantitativa como qualitativa. Tais perdas podem ser ocasionadas por ataque de insetos-praga. *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) é o principal inseto-praga durante o armazenamento de feijão-caupi (LOPES et al., 2018). Essa praga pode reduzir o peso dos grãos, a capacidade germinativa e a qualidade nutricional (HAMZAVI et al., 2022). Populações de *C. maculatus* crescem rapidamente, gerando assim, possibilidade de 100% de infestação dos grãos em poucos meses (SILVA et al., 2018). Devido ao potencial destrutivo, vários agricultores vendem toda a safra de feijão-caupi imediatamente após a colheita, quando os preços de mercado estão baixos, sem armazenar sementes para semear a próxima safra ou para consumo próprio (LOPES et al., 2018).

O controle desta praga no Brasil tem sido realizado utilizando um único produto fumigante (fosfeto de magnésio) (AGROFIT, 2023). No entanto, o uso prolongado de fosfina e a aplicação inadequada tem causado uma preocupação crescente com os insetos que desenvolvem resistência a esse produto (ZAKLADNOY et al., 2020). Esse produto pode



também oferecer riscos à saúde humana e ao meio ambiente. O uso de fumigantes para controle de bruquídeos em grãos de feijão-caupi armazenados não é uma técnica comum aos pequenos agricultores, já que, é necessária uma sala ou espaço fechado e separado (THANDAR et al., 2021). Pequenos agricultores comercializam o feijão-caupi, de forma imediata logo após a colheita, quando o preço de mercado é baixo, para evitar perdas durante o armazenamento (SILVA et al., 2018).

Perante os problemas associados ao uso de produtos químicos, e disponibilidade limitada de métodos de armazenamento alternativos para pequenos produtores é importante que sejam realizadas pesquisas sobre técnicas alternativas para manejo de *C. maculatus* e preservação da qualidade de feijão-caupi durante o armazenamento. Em vista disso, vem sendo apresentada a utilização de tratamentos alternativos, como o emprego de pós inertes e armazenamento hermético com o uso de garrafa PET (SILVA et al., 2018), sendo capaz de haver a combinação dessas duas formas.

O armazenamento hermético baseia-se na criação/modificação do ambiente de armazenamento, tornando o local desfavoráveis a pragas (YEWLE et al., 2022). No ambiente hermético, o processo respiratório dos componentes bióticos do ecossistema (grãos, fungos e insetos) consome o oxigênio (O_2), gerando dióxido de carbono (CO_2) (SILVA et al., 2018). Armazenamento em garrafa PET pode ser uma alternativa aos sacos de silo para a produção de leguminosas na agricultura familiar.

Os pós inertes (terra de diatomáceas, cinzas de madeira e de xisto) atuam sobre larvas e adultos dos insetos, agregam-se ao corpo deles à medida que se movimentam na superfície ou no interior da massa de grãos tratada. Neste sentido, ocasiona certa aniquilação da camada de lipídios que forma a superfície externa da cutícula, facilitando a perda de água, o que conduz o inseto à morte por desidratação (CONCEIÇÃO et al., 2012). Vale ressaltar que o uso dessa técnica é pouco utilizado, uma vez que, necessita elevada quantidade de material inerte (KALPNA; HAJAM; KUMAR, 2022). Os pós inertes, em grandes quantidades, podem afetar negativamente a qualidade dos grãos. Para superar esses entraves, uma sugestão é o uso de pós inertes em combinação com outras ferramentas ou produtos no manejo de insetos (GAD et al., 2022).

Apesar da importância econômica e social de feijão-caupi, não há informações



disponíveis sobre a eficácia da combinação de garrafa PET e cinza no controle de *C. maculatus* e manutenção da qualidade dos grãos durante o armazenamento dessa leguminosa. Diante desse contexto, objetivou-se com esse estudo foi investigar a eficácia da combinação de garrafa PET e cinza no controle *C. maculatus* e manutenção da qualidade de grãos de cultivares de feijão-caupi.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Feijão-caupi

O feijão-caupi constitui a principal fonte de proteína na dieta de populações de baixa renda na América Latina e África (OLIVEIRA et al., 2013). É popularmente conhecido como feijão-de-corda, feijão-miúdo, feijão-macassar e feijão-fradinho (grãos brancos). De acordo com os autores Onofre (2008) e Freire Filho et al. (2011), O feijão é classificado como sendo pertencentes à ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboideae, tribo Phaseoleae, gênero *Vigna*, Secção *Catyang*, espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp. A sua origem é divergente entre vários autores da área, existem diversas hipóteses que busca não só sua origem, mas também quando o homem começou a utilizar na sua alimentação (PEREIRA, 2014). Já no Brasil foi introduzido através dos escravos e índios logo após o descobrimento do Brasil.

Vieira et al. (2017) afirmam que o cultivo de feijão-caupi é de fundamental importância no Brasil, em especial na região Nordeste, pois oferece a oportunidade de alimentação humana assim como a alimentação animal. No mundo o feijão chega a ser produzido em cerca de 100 países, consequentemente, o fazendo assim um alimento tradicional ocupando a posição central da dieta de mais de 400 milhões de pessoas espalhadas pelo mundo (PEREIRA, 2014). Existem diversas formas de consumo podendo elas serem em vagem verde em saladas, grãos verdes consumidos principalmente na semana santa e o tradicional grão seco, sem contar que pode ser ingredientes de diversas receitas como farinha para o acarajé, pães, sopa e biscoitos. Os grãos ou sementes são ricos em aminoácidos e proteínas sendo elas a tiamina, fibras dietéticas e niacina.

Callosobruchus maculatus



São besouros com manchas amarronzadas nos élitros, vivem em torno de 5 a 8 dias e podem sobreviver até 12 dias (BARBOSA, 2010). Amplamente distribuído em todas as regiões tropicais e subtropicais, a espécie aparenta ser dominante na África onde se tem como possível origem do inseto, constituindo-se uma praga muito importante do feijão-caupi (PEREIRA et al., 2008).

Em relação aos danos causados por esta praga, destaca-se, os danos diretos, tais como, perda de massa, redução do valor nutritivo, menor poder germinativo das sementes e, danos indiretos, como a redução do valor comercial devido ao hábito alimentar desses insetos, que durante a fase larval, abrem galerias no interior dos grãos e ainda se tem a preocupação com a presença de insetos mortos, ovos e excrementos, o que vem a reduzir a qualidade do produto (ALMEIDA et al., 2005).

Uso de cinzas no armazenamento de grãos

Cinzas de madeira e controlam a maioria das espécies de insetos-praga de grãos armazenados de forma eficaz (CANEPPELE et al., 2010). O tratamento dos grãos com cinzas de madeira e outros pós inertes possui algumas vantagens em relação ao tratamento químico convencional, tais como: baixa toxicidade para mamíferos e para o meio ambiente; não deixam resíduos nocivos no produto tratado; substituição de inseticidas químicos, tanto os preventivos como os curativos (expurgo); controle de populações de pragas resistentes aos inseticidas químicos e não promoção de resistência em insetos; longo efeito residual nos grãos; estabilidade e persistência em altas e baixas temperaturas; e não afeta a qualidade do produto (COLLINS, 2006; CANEPPELE et al., 2010).

Armazenamento hermético

A constituição de uma atmosfera pobre em O₂ e rica em CO₂ (condição hermética) pode suprimir a capacidade de reprodução e/ou desenvolvimento de insetos e fungos, como também reduzir a atividade metabólica dos grãos, favorecendo a sua conservação (RUPOLLO et al., 2004), além de reduzir a taxa de oxidação do produto armazenado (VILLERS, et al., 2006). O desenvolvimento dos insetos cessa quando o ar intergranular apresenta concentração de oxigênio igual ou inferior a 3%, e, o desenvolvimento fúngico cessa quando esse valor é de



aproximadamente 1% (MORENO et al., 2000). Num sistema hermeticamente fechado não ocorre trocas gasosas entre os meios interno e externo, impossibilitando a entrada do O₂ e a saída do CO₂.

Nas zonas rurais dos países em desenvolvimento, o armazenamento hermético constitui, praticamente, a única forma eficiente de armazenamento seguro de grãos. Esse sistema, não representa grandes custos ao agricultor, pois a armazenagem pode ser feita em embalagens recicladas ou reutilizadas que permitam vedação, tais como tambores. O armazenamento hermético, também, torna-se menos oneroso por dispensar o controle químico de pragas. Além do baixo custo, esse sistema permite ao agricultor manter o produto armazenado, de forma segura, durante a entressafra e/ou período de queda nos preços (QUEZADA et al., 2006).

No Brasil tem sido crescente o uso de garrafas pet como forma de armazenamento hermético (FREITAS et al., 2016). O International Rice Research Institute (IRRI) tem estudado o uso de invólucros de plásticos e sistemas fechados, confeccionados com base em embalagens recicláveis e tambores, como alternativa de armazenagem para pequenos produtores.

METODOLOGIA

1.1 Local de realização do experimento e aquisição das cultivares de feijão-caupi

O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul (IFMS), Nova Andradina, Brasil. Foram utilizados grãos oriundos de duas cultivares de feijão-caupi: BRS Tumucumaque e BRS Guariba. Os grãos foram doados pela empresa LC Sementes®, localizada em Sorriso, Mato Grosso, Brazil. Os grãos foram mantidos em câmara fria a 5±2 °C até sua posterior utilização.

A caracterização inicial mostrou que os grãos da cultivar BRS Tumucumaque apresentava as seguintes características: taxa de infestação por insetos: 0,0%; teor de água: 12,35%; percentual de germinação: 86,66%; massa específica aparente: 782,0 kg m⁻³ e condutividade elétrica: 257,69 μS cm⁻¹ g⁻¹. Já a cultivar BRS Guariba apresentou as seguintes características: 0,0%; teor de água: 12,83% ; percentual de germinação: 93,66%; massa específica aparente: 786,66 kg m⁻³ e condutividade elétrica 204,06 μS cm⁻¹ g⁻¹.

2.2. Criação de insetos



Os insetos serão obtidos a partir de insetos adultos, da espécie *Callosobruchus maculatus*, pertencentes ao acervo do laboratório de Entomologia – IFMS, Campus Nova Andradina. Serão utilizados insetos adultos, com idade de até 48 h.

2.3. Delineamento experimental

O experimento foi realizado em esquema fatorial 2x2x4, tendo duas cultivares (BRS Tumucumaque e BRS Guariba), duas formas de armazenamento (garrafa PET – hermético e potes de vidro – não hermético) e quatro doses de cinza de madeira (0,0; 1,0; 2,0 e 4,0 kg t⁻¹), no delineamento inteiramente casualizado com três repetições, totalizando 16 tratamentos e 48 parcelas. Cada parcela continha 500 g de feijão-caupi e 35 insetos adultos, não sexados.

2.4. Uso combinado de garrafa PET e cinza de madeira

Foram utilizadas as seguintes estruturas herméticas, com o uso de garrafa PET (0,6 L) e não hermética, em potes de vidro (1,5 L), essa última forma foi considerada tratamento controle, onde era possível ocorrer trocas gasosas, pois os frascos foram fechados com tecido orgânico.

A cinza foi obtida através da queima da madeira de eucalipto (*Eucalyptus grandis*) e foi peneirada até que a cinza ficasse apenas o pó. As doses de cinza utilizadas foram as seguintes: (0,0; 1,0; 2,0 e 4,0 kg t⁻¹). Essas doses foram estabelecidas mediante estudos preliminares. A sequência experimental foi a seguinte: inserção de 500 g dos grãos na estrutura de armazenamento (hermético e não hermético), em seguida as doses de cinza, por fim, foram colocados os insetos adultos nos tratamentos.

2.5. Taxa instantânea de crescimento populacional (r_i) de *C. maculatus*

Para avaliação da eficácia da combinação garrafa PET e cinza no controle dos insetos foi utilizado bioensaios de taxa instantânea de crescimento populacional (r_i). Para determinar a r_i , utilizou-se 35 insetos adultos, com idade de até 48 h, para cada parcela experimental. Os tratamentos da r_i foram armazenados sob condições constantes de temperatura (30±2 °C), umidade relativa (70±5%) e escotofase de 24 horas. A prole adulta foi contabilizada após 60 dias. A r_i foi calculada por meio da equação proposta por Walthall e Stark (1997), utilizando-se o total de insetos obtidos ao final do armazenamento (60 dias) e o número inicial de insetos



de cada tratamento.

2.6. *Qualidade dos grãos*

A avaliação das características qualitativas foi realizada em grãos oriundos nos bioensaios da r_i , após 60 dias. Foram realizadas as seguintes características: teor de água, germinação, massa específica aparente e condutividade elétrica.

O teor de água dos grãos de feijão-caupi foi medido a 103 ± 1 °C por 72 h (ASAE – American Society of Agricultural Engineers, 2004). Foi utilizado amostras de 30 g de grãos, para cada tratamento. Os resultados foram expressos em porcentagem de base úmida.

A germinação das sementes de feijão-caupi foi avaliada de acordo com as Normas para Sementes Análise, em quatro repetições (BRASIL, 2009). Foram utilizadas amostras 50 feijões-caupi, em quatro repetições, para cada tratamento.

A massa específica aparente foi determinada com o auxílio de um hectolitro escala, modelo “Determinador de PH” (DPH), fabricado pela Dalle Molle, (Balanças Dalle Molle Ltda), com capacidade de carga de um quarto de litro (250 ml). As análises foram feitas de acordo com a metodologia descrita pelas Normas para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), realizado em triplicata e os resultados expressos em kg m^{-3} .

A condutividade elétrica da solução com os grãos de feijão-caupi foi determinada pelo método da “condutividade de massa”. Amostras de cinquenta grãos foram adicionadas a recipientes com 75 mL de água destilada e depois mantida a 25 °C (câmara BOD) por 24 h. A condutividade da solução foi medido, e os resultados foram expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$.

2.7. *Análise estatística*

Os dados qualitativos (cultivares e forma de armazenamento) foram submetidos a análises de covariância, em caso de significância, foi utilizando o teste de Tukey a 1% de probabilidade. Para o fator quantitativo (doses de cinza) foi utilizado análise de regressão. Os modelos foram escolhidos baseados na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste “t” a 1, 5 e 10 % de probabilidade, no coeficiente de determinação (R^2) e no fenômeno biológico. Independentemente de interação de maior grau ser ou não significativa, optou-se pelo desdobramento da mesma, devido ao interesse de estudo. Na análise de covariância, utilizou-se



o Software SAS (SAS Institute, 2002). Para a obtenção das equações de regressão e plotagem dos gráficos, utilizou-se o Software SigmaPlot (SPSS, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este é o primeiro estudo que compila dados sobre a combinação dos métodos de controle: garrafa PET e cinza como alternativa de controle de *C. maculatus* e manutenção da qualidade de grãos de duas cultivares comerciais de feijão-caupi no Brasil. Foram constatadas variações significativa entre as cultivares de feijão-caupi (BRS Tumucumaque e BRS Guariba) para a taxa instantânea de crescimento populacional de *C. maculatus* (r_i) ($F^{1,32} = 483,39$; $P < 0,01$), teor de água dos grãos ($F^{1,32} = 106,21$; $P < 0,01$), massa específica aparente ($F^{1,32} = 1098,42$; $P < 0,01$), germinação ($F^{1,32} = 6,80$; $P < 0,05$) e condutividade elétrica ($F^{1,32} = 13,33$; $P < 0,01$). Também houve variação significativa entre as formas de armazenamento (garrafa PET e controle) para r_i ($F^{1,32} = 44363,88$; $P < 0,01$), teor de água dos grãos ($F^{1,32} = 106,21$; $P < 0,01$), massa específica aparente ($F^{1,32} = 3429,82$; $P < 0,01$), germinação ($F^{1,32} = 7571,43$; $P < 0,05$) e condutividade elétrica ($F^{1,32} = 643,60$; $P < 0,01$). Diferença significativa foi observado também entre as doses de cinza (0,0; 1,0; 2,0 e 4,0 kg t⁻¹) para r_i ($F^{3,32} = 56,17$; $P < 0,01$), teor de água dos grãos ($F^{3,32} = 28,87$; $P < 0,01$), massa específica aparente ($F^{3,32} = 58,08$; $P < 0,01$) e condutividade elétrica ($F^{3,32} = 17,70$; $P < 0,01$).

Constatou-se interação significativa tripla entre cultivares, sistemas de armazenamento e doses de cinza, para r_i ($F^{3,32} = 21,84$; $P < 0,01$), massa específica aparente ($F^{3,32} = 36,27$; $P < 0,01$) e condutividade elétrica ($F^{3,32} = 10,35$; $P < 0,01$). No entanto não foi verificado interação tripla para o teor de água ($F^{3,32} = 2,32$; $P > 0,05$) e germinação ($F^{3,32} = 0,44$; $P > 0,05$).

Não houve r_i dos insetos no ambiente hermético (garrafa PET), em ambas as cultivares, independentemente da dose de cinza. Desta forma, o valor da r_i para esses tratamentos foi zero, demonstrando assim, eficiência no controle desta praga com o uso isolado da garrafa PET, bem como a combinação deste método com o pó inerte. Outros estudos demonstraram eficácia do armazenamento hermético no controle de bruquideos (MURDOCK et al., 2012; SILVA et al., 2018). O armazenamento hermético baseia-se na criação/modificação do ambiente de armazenamento, tornando o local desfavoráveis a pragas (YEWLE et al., 2022). Em condições herméticas ocorre redução drástica no de oxigênio aumento de dióxido de carbono,



consequentemente, os insetos morrem de asfixia ou dessecação (MURDOCK et al., 2012)

O uso isolado de cinza (condição não hermética) não impediu a r_i dos insetos, no entanto, houve uma redução nesse parâmetro com o aumento da dose (Figura 1 e 2 e Tabela 1). Karimzadeh et al. (2020), estudando os efeitos individuais e combinados de inseticidas, poeiras inertes e altas temperaturas em *C. maculatus*, verificaram que a cinza de madeira de damasco (*Prunus armeniaca* L) foi eficaz no controle deste inseto. A cinza pode causar mortalidade de insetos através abrasão da cutícula e/ou desidratação do corpo do inseto. O uso de pó inerte no controle de pragas em grãos armazenados é pouco difundido, pois, é necessária uma grande quantidade de material, principalmente em grandes quantidades de grãos (HAJAM; KUMAR, 2022). Dentro deste contexto, torna-se importante a combinação dessa tecnologia com outras técnicas de controle.

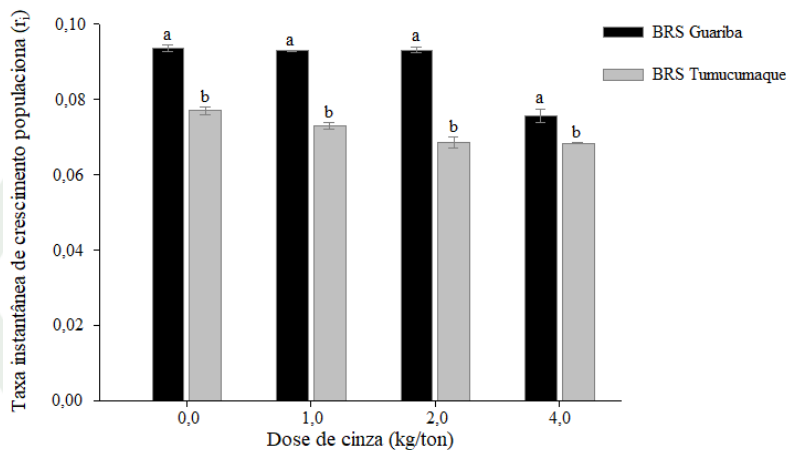


Figura 1. Taxa instantânea de crescimento populacional de *Callosobruchus maculatus* (média \pm erro padrão) de duas cultivares feijão-caupi (BRS Tumucumaque e BRS Guariba) armazenados em condições não herméticas (controle), com diferentes doses de cinza (0,0; 1,0; 2,0 e 4,0 kg/ton). As médias agrupadas com a mesma letra, não diferem entre as cultivares, para cada dose de cinza, pelo teste de Tukey ($P < 0,01$).

Fonte: Própria (2021).



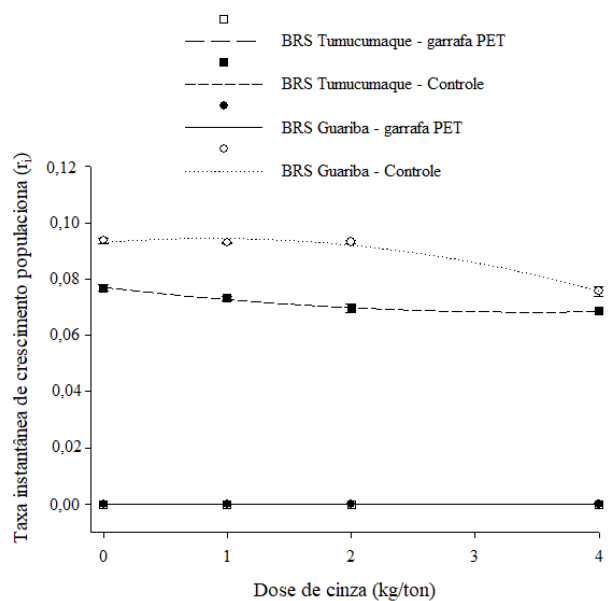


Figura 2. Taxa instantânea de crescimento de *Callosobruchus maculatus* em grãos em duas cultivares feijão-caupi (BRS Tumucumaque e BRS Guariba) armazenados em condições hermética e não hermética, em função de doses de cinza (0,0; 1,0; 2,0 e 4,0 kg/ton), após 60 dias.

Fonte: Própria (2021)

Tabela 1. Sumário das equações ajustadas para taxa instantânea de crescimento populacional de *Callosobruchus maculatus* e características de qualidade dos grãos.

Variável	Tratamento	Equações ajustadas	R ²
Taxa instantânea de crescimento	BRS Tumucumaque – garrafa PET	$\hat{y} = 0,00$	-
	BRS Tumucumaque – Controle	$\hat{y} = 0,0770 - 0,0051*x + 0,0007*x^2$	0,99
	BRS Guariba – garrafa PET	$\hat{y} = 0,00$	-
	BRS Guariba – Controle	$\hat{y} = 0,0930 + 0,0033*x - 0,0019*x^2$	0,98
Teor de água	BRS Tumucumaque – garrafa PET	$\hat{y} = 12,3675$	-
	BRS Tumucumaque – Controle	$\hat{y} = 17,0384 - 0,6568*x$	0,87
	BRS Guariba - garrafa PET	$\hat{y} = 12,5884 - 0,0428*x$	0,71
	BRS Guariba - Controle	$\hat{y} = 20,8450 - 1,1501**x$	0,99
Germinação	BRS Tumucumaque - garrafa PET	$\hat{y} = 81,7409 + 2,3629^{ns}x - 0,9129^0x^2$	0,97
	BRS Tumucumaque - Controle	$\hat{y} = 13,8867 + 3,3457*x$	0,91
	BRS Guariba - garrafa PET	$\hat{y} = 89,33$	-
	BRS Guariba - Controle	$\hat{y} = -2,4400 + 5,5038*x$	0,92



Massa específica aparente	BRS Tumucumaque - garrafa PET	$\hat{y} = 746,5959 + 3,3232^0x$	0,82
	BRS Tumucumaque - Controle	$\hat{y} = 643,9383 + 23,2257^*x$	0,92
	BRS Guariba - garrafa PET	$\hat{y} = 741,7071 - 17,7239^0x + 3,2548^0x^2$	0,97
	BRS Guariba - Controle	$\hat{y} = 436,5185 + 39,1323^*x$	0,89
Condutividade elétrica	BRS Tumucumaque - garrafa PET	$\hat{y} = 218,7812 + 1,4407^{ns}x - 0,3194^{ns}x^2$	0,76
	BRS Tumucumaque - Controle	$\hat{y} = 292,273 + 35,5566^{ns}x - 9,053^{ns}x^2$	0,60
	BRS Guariba - garrafa PET	$\hat{y} = 192,78$	-
	BRS Guariba - Controle	$\hat{y} = -2,4400 + 5,5038^*x$	0,92

R² = Coeficiente de determinação; ** significativo a 1%, * significativo a 5% e ⁰ significativo a 10% e ^{ns} não significativo pelo teste t.

Vale destacar que a r_i dos insetos na cultivar BRS Tumucumaque, foi estaticamente menor ($P < 0,01$), em relação a cultivar BRS Guariba, para todas as doses do pó inerte. A r_i dos insetos na cultivar BRS Tumucumaque, no armazenamento não hermético (controle) reduziu de 0,076 na dose 0.0 kg ha⁻¹ para 0,068 na dose 4,0 kg ha⁻¹, já para a cultivar BRS Guariba reduziu de 0,093 na dose 0,0 kg ha⁻¹ para 0,075 na dose 4,0 kg ha⁻¹. (Figura 1 e 2 e Tabela 1). A r_i de *C. maculatus* na cultivar BRS Tumucumaque indicou a possibilidade de fonte de resistência. Os parâmetros de crescimento populacional de insetos são importantes indicadores para avaliar resistência ou suscetibilidade das plantas hospedeiras a pragas (TAHMASEBI et al., 2022). Cruz et al. (2016), estudando avaliação da resistência de diferentes cultivares de feijão-caupi à infestação de *C. maculatus*, observaram que a cultivar BRS Tumucumaque apresentou atrasos significativos na emergência e declínio no número de insetos emergidos. Os autores sugerem que os efeitos deletérios sobre o desenvolvimento desse bruquídeo está relacionados à diminuição da capacidade digestiva das larvas.

Fases larvais dos insetos podem ingerir compostos das sementes, como inibidores de enzimas digestivas e proteínas ligadoras de quitina que se ligam à matriz peritrófica larval, e assim, reduzir a digestão e absorção de nutrientes, levando a essa redução no surgimento de insetos adultos (VENTURY et al., 2022). Vale ressaltar que em pequenas propriedades, genótipos de feijão-caupi resistentes a *C. maculatus* é uma alternativa promissora. Essa forma de manejo pode reduzir o uso de inseticidas, conseqüentemente, evitando a contaminação ambiental e alimentar (VENTURY et al., 2022).



Em nosso estudo, o aumento da r_i nos tratamentos não herméticos, em ambas as cultivares de feijão-caupi, resultou na redução do poder germinativo e massa específica aparente, bem como, aumento no teor de água e condutividade elétrica dos grãos, após 60 dias de armazenamento. Já nos tratamentos com garrafa PET, independentemente da dose de cinza, a qualidade dos grãos de feijão-caupi manteve-se, para ambas as cultivares, após 60 dias de armazenamento (Figura 3 e 4 e Tabela 1). *C. maculatus* pode ocasionar, durante o armazenamento de feijão-caupi, perda de peso, redução da qualidade nutricional, redução da capacidade germinativa e baixo valor de mercado (HAMZAVI et al., 2022). Resultados análogos foi verificado por Silva et al. (2018), onde verificaram redução na qualidade dos grãos de feijão-caupi, em armazenamento não hermético, após 120 dias, devido ao ataque de *C.maculatus*.

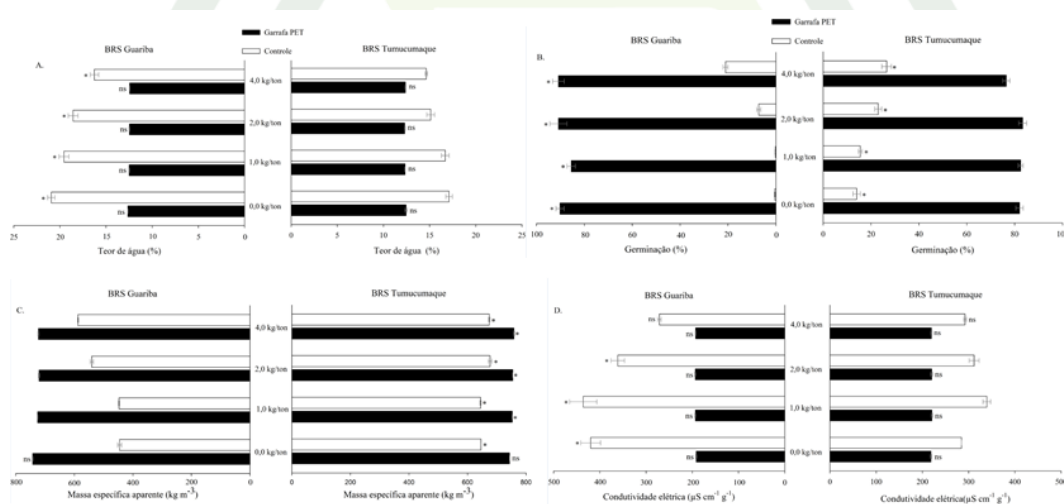


Figura 3. Valores (média \pm erro padrão) de teor de água (A), germinação (B), massa específica aparente (C) e condutividade elétrica dos grãos (D) de duas cultivares de feijão-caupi (BRS Tumucumaque e BRS Guariba) armazenados em condições hermética (garrafa PET) e não hermética (controle), em diferentes doses de cinza (0,0; 1,0; 2,0 e 4,0 kg/ton). As médias agrupadas com barras na mesma altura não diferem entre formas de armazenamento, para cada dose de cinza de madeira pelo teste de Tukey ($P > 0.01$). E os asteriscos indicam diferença significativa entre as cultivares de feijão-caupi, para cada forma de armazenamento, em cada dose de cinza pelo teste de Tukey ($P < 0.01$).

Fonte: Própria (2021)



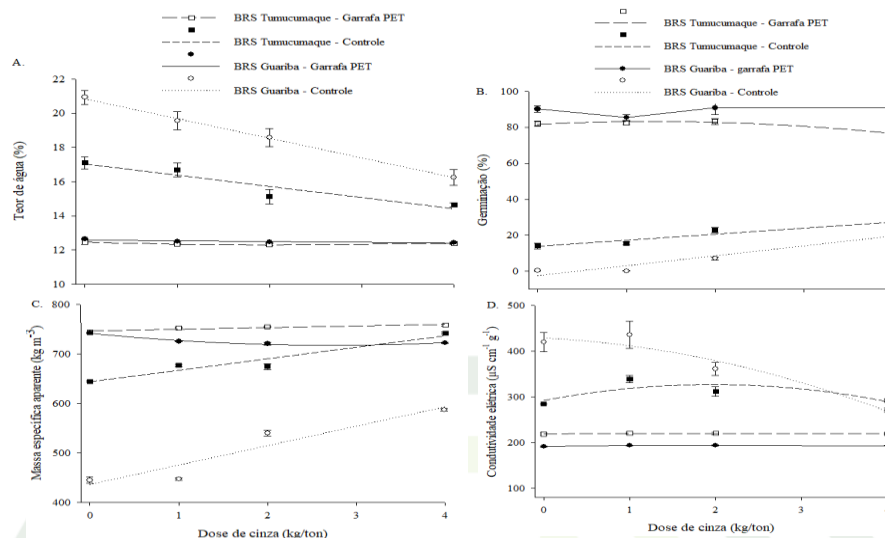


Figura 4. Valores (média \pm erro padrão) de teor de água (A), germinação (B), massa específica aparente (C) e condutividade elétrica (D) de duas cultivares feijão-caupi (BRS Tumucumaque e BRS Guariba) armazenados em condições hermética (garrafa PET) e não hermética (controle), em função de diferentes doses de cinza (0,0; 1,0; 2,0 e 4,0 kg/ton), após 60 dias de armazenamento.

Fonte: Própria (2021)

O elevado teor de água dos grãos é uma das principais causas de perda de qualidade em grãos armazenados (SILVA et al., 2018). No presente estudo o a combinação garrafa PET e cinza preservou o teor de água dos grãos, durante 60 dias de armazenamento, em ambas as cultivares de feijão-caupi. Um dos principais danos causados por *C. maculatus* é o consumo das reservas cotilédones, esse dano é causado pelas larvas, resultando assim, do valor nutricional e comercial dos grãos e inviabilizando a germinação (CRUZ et al., 2016). Observou-se que o armazenamento hermético, em ambas as cultivares, independentemente da dose de cinza de madeira, preservou a germinação dos grãos, mantendo a germinação nesses tratamentos, em geral, com valores médios superiores a 80%. A capacidade de preservar a germinação em armazenamento hermético pode ser uma alternativa para pequenos agricultores que vislumbrem o armazenamento do feijão-caupi para fins de semente e, conseqüentemente, poder usa-las em um novo plantio.



O ataque de insetos ocasiona o aumento da condutividade elétrica, já que, esses rompem o tegumento dos grãos, promovendo assim, aumento do teor de água e a presença de microorganismos (FREITAS et al., 2016). O uso combinado de armazenamento hermético (PET) e cinza, para duas cultivares de feijão-caupi, em condições constantes de temperatura (25 ± 2 °C) e umidade relativa ($70 \pm 5\%$), durante 60 dias, preservou a condutividade elétrica e a massa específica dos grãos. O armazenamento hermético em garrafa PET é, particularmente, importante para pequenos produtores em condições de fazenda (SILVA et al., 2018). Estes produtores geralmente apresentam pequeno poder aquisitivo e condições de armazenamento limitadas (LOPES et al., 2018; MURDOCK et al. 2012).

Os resultados obtidos neste estudo, confirmam pela primeira vez que uso combinado de garrafa PET e cinza é eficaz no manejo de *C. maculatus* em cultivares comerciais de feijão-caupi e que não afetam a qualidade dos grãos. É importante salientar que, nesse estudo, foi demonstrado a possibilidade de fonte de resistência da cultivar BRS Tumucumaque. Diante do exposto, esses resultados reforçam a necessidade de estudos aprofundados para melhor caracterizar as possíveis fontes de resistência dessa cultivar, e, conseqüentemente, uma melhor utilização dessa cultivar em programas de manejo integrado de pragas em grãos de feijão-caupi armazenado a nível de pequeno agricultor.

CONCLUSÕES.

Os resultados obtidos neste estudo, confirmam pela primeira vez que uso combinado de garrafa PET e cinza é eficiente no manejo de *C. maculatus* em cultivares de feijão-caupi e que não afetam a qualidade dos grãos. É importante salientar que, nesse estudo, foi demonstrado a possibilidade de fonte de resistência na cultivar BRS Tumucumaque.

REFERÊNCIAS

AGROFIT Sistema de agrotóxicos fitossanitários. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento** MAPA Disponível: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 22 maio de 2023.

ALMEIDA, I. P.; DUARTE, M. E. M.; RANGEL, M. E.; MATA, M. C.; FREIRE, R. M. M.; GUEDES, M. A. Armazenamento de feijão macassar tratado com mamona: Estudo da prevenção do *Callosobruchus maculatus* e das alterações nutricionais do grão. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.7, n.2, p.133-140, 2005.



BARBOSA, D. R. S. **Efeitos da radiação microondas nas diferentes fases do ciclo evolutivo de *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Bruchidae) visando seu controle em feijão-caupi**. 2010. 89f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Produção Vegetal). Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2010.

BRASIL. **Regras para Análises de Sementes**. Brasília: Ministério da Educação, 2009. 365p.

CANEPPELE, M. A. B.; ANDRADE, P. J.; SANTAELLA, A. G. Diferentes dosagens de pó inerte e temperaturas em milho armazenado para controle de gorgulho-do-milho. **Scientia Agraria**, v. 11, n. 4, p. 343-347, 2010.

COLLINS, D. A. A review of alternatives to organophosphorus compounds for the control of storage mites. **Journal of Stored Products Research**, v. 42, p. 395–426, 2006.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA DE GRÃOS – OITAVO LEVANTAMENTO, v. 8, p. 1-102, JULHO DE 2023.

CONCEIÇÃO, P. M.; FARONI, L. R. D. A.; SOUSA, A. H.; PIMENTEL, M. A. G.; FREITAS, R. S. Diatomaceous earth effects on weevils with different susceptibility standard to phosphine. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, p. 309-313, 2012.

Cruz, L. P., de Sá, L. F., Santos, L. A., Gravina, G. A., Carvalho, A. O., Fernandes, K. V. S., ... & Oliveira, A. E. A. (2016). Evaluation of resistance in different cowpea cultivars to *Callosobruchus maculatus* infestation. *Journal of pest science*, 89, 117-128.

FREIRE FILHO, F. R., RIBEIRO, V. Q., ROCHA, M. D. M., SILVA, K. J. D., NOGUEIRA, M. D. S., & RODRIGUES, E. V. Produção, melhoramento genético e potencialidades do feijão-caupi no Brasil. In Embrapa Meio-Norte-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: **REUNIÃO DE BIOFORTIFICAÇÃO NO BRASIL**, 4., 2011. Teresina. Palestras e resumos... Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos; Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011.

FREITAS, R. S., FARONI, L. R., & SOUSA, A. H. Hermetic storage for control of common bean weevil, *Acanthoscelides obtectus* (Say). **Journal of Stored Products Research**, v. 66, p. 1-5, 2016.

Gad, H. A., El-Deeb, S. E., Al-Anany, F. S., & Abdelgaleil, S. A. (2022). Effectiveness of two inert dusts in conjunction with carbon dioxide for the control of *Callosobruchus maculatus* and *Callosobruchus chinensis* in stored cowpea seeds. *Journal of Stored Products Research*, 95, 101910.

Hajam, Y. A., & Kumar, R. (2022). Management of stored grain pest with special reference to *Callosobruchus maculatus*, a major pest of cowpea: A review. *Heliyon*.



HAMZAVI, F.; NASERI, B.; HASSANPOUR, M.; RAZMJOU, J.; GOLIZADEH, A. Biology and life table parameters of *Callosobruchus maculatus* (F.) on *Vigna unguiculata* (L.) Walp. fertilized with some mineral-and bio-fertilizers. **Journal of Stored Products Research**, v. 97, 101978, 2022.

IBRO, G., SORGHO, M. C., IDRIS, A. A., MOUSSA, B., BARIBUTSA, D., & LOWENBERG-DEBOER, J. Adoption of cowpea hermetic storage by women in Nigeria, Niger and Burkina Faso. **Journal of Stored Products Research**, v. 58, p. 87-96, 2014.

Karimzadeh, R., Javanshir, M., & Hejazi, M. J. (2020). Individual and combined effects of insecticides, inert dusts and high temperatures on *Callosobruchus maculatus* (coleoptera: Chrysomelidae). *Journal of Stored Products Research*,

LOPES, L. M., SOUSA, A. H., SANTOS, V. B., SILVA, G. N., & ABREU, A. O. Development rates of *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae) in landrace cowpea varieties occurring in southwestern Amazonia. **Journal of Stored Products Research**, v. 76, p. 111-115, 2018.

MANDA, J.; ALENE, A. D.; TUFA, A. H.; ABDOULAYE, T.; WOSSEN, T.; CHIKOYE, D.; MANYONG, V. The poverty impacts of improved cowpea varieties in Nigeria: A counterfactual analysis. **World Development**, v. 122, p. 261-271, 2019.

MORENO, M. E.; JIMENEZ, A. S.; VAZQUEZ, M. E. Effect of *Sitophilus zeamais* and *Aspergillus chevalieri* on the oxygen level in maize stored hermetically. **Journal of Stored Products Research**, v. 36, p. 25-36, 2000.

MURDOCK, L. L., MARGAM, V., BAOUA, I., BALFE, S., & SHADE, R. E. Death by desiccation: effects of hermetic storage on cowpea bruchids. **Journal of Stored Products Research**, v. 49, p. 166-170, 2012.

OLIVEIRA, O. M. S.; SILVA, J. F.; FERREIRA, F. M.; KLEHM C. S.; BORGES, C. V. Associações genótípicas entre componentes de produção e caracteres agrônômicos em feijão-caupi. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 4, p. 851-857, 2013.

ONOFRE, A. V. C. **DIVERSIDADE GENÉTICA E AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI CONTRASTANTES PARARESISTÊNCIA AOS ESTRESSES BIÓTICOS E ABIÓTICOS COM MARCADORES SSR, DAF E ISSR**. 2008. 78f. Dissertação (Mestrado em ciências Biológicas) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2008.

PEREIRA, A. C. R. L.; OLIVEIRA, J. V.; GONDIM JUNIOR, M. G. C.; CÂMARA, C. A. G. Atividade inseticida de óleos essenciais e fixos sobre *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Bruchidae) em grãos de caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.3, p.717-724, 2008.



PEREIRA, ELENILDA DE JESUS. **ESTUDO DA COMPOSIÇÃO EM MACRONUTRIENTES, RETENÇÃO E BIOACESSIBILIDADE DE FERRO E ZINCO EM CULTIVARES DE FEIJÃO-CAUPI (*Vigna unguiculata* L WAP) EM GRÃOS CRUS E APÓS O COZIMENTO**. 2014. Tese (Doutor em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

PÉREZ-RODRÍGUEZ, M.; GAIAD, J. E.; HIDALGO, M. J.; AVANZA, M. V.; PELLERANO, R. G. Classification of cowpea beans using multielemental fingerprinting combined with supervised learning. **Food Control**, v. 95, p. 232–241, 2019.

QUEZADA, M. Y.; MORENO, J.; VÁZQUEZ, MARIO. E.; MENDOZA, M.; MÉNDEZ-ALBORES, A.; MORENO-MARTÍNEZ, E. Hermetic storage system preventing the proliferation of *Prostephanus truncatus* Horn and storage fungi in maize with different moisture contents. **Postharvest Biology and Technology**, v. 39, p. 321-326, 2006.

RUPOLLO, G.; GUTKOSKI, L. C.; MARINI, L. J.; ELIAS, M. C. Sistemas de armazenamentos herméticos e convencionais na conservabilidade de grãos de aveia. **Ciência Rural**, v.34, n.6, p.1715-1722, 2004.

RODRIGUES, E. V.; DAMASCENO-SILVA, K. J.; ROCHA, M. M.; BASTOS, E. A.; TEODORO, P. E. Selection of cowpea populations tolerant to water deficit by selection index. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 48, p. 889-896, 2017.

SILVA, M. G.; SILVA, G. N.; SOUSA, A. H.; FREITAS, R. S.; SILVA, M. S.; 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.

SPSS. **Sigma Plot user's guide**, version 7.0 (revised edition). Chicago: SPSS Inc., 2001.

Tahmasebi, M., Shakarami, J., Mardani-Talaei, M., & Serrão, J. E. (2022). Evaluation of resistance of six chickpea cultivars to the cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* (F.)(Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) with age-stage, two-sex life table. *Journal of Stored Products Research*, 99, 102014.

THANDAR, K.; LAOSATIT, K.; YIMRAM, T.; SOMTA, P. Genetic analysis of seed resistance to *Callosobruchus chinensis* and *Callosobruchus maculatus* in cowpea. **Journal of Stored Products Research**, v. 92, 101783, 2021.



VASANTHARAJA, R., ABRAHAM, L. S., INBAKANDAN, D., THIRUGNANASAMBANDAM, R., SENTHILVELAN, T., JABEEN, S. A., & PRAKASH, P. Influence of seaweed extracts on growth, phytochemical contents and antioxidant capacity of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp). **Biocatalysis and agricultural biotechnology**, v. 17, p. 589-594, 2019.

VENTURY, K. E.; FERREIRA, S. R.; MOURA ROCHA, M.; AMARAL GRAVINA, G.; SILVA FERREIRA, A. T.; PERALES, J.; OLIVEIRA, A. E. A. Performance of cowpea weevil *Callosobruchus maculatus* (F.) infesting seeds of different *Vigna unguiculata* (L.) Walpers genotypes: The association between bruchid resistance and chitin binding proteins. *Journal of Stored Products Research*, v. 95, p. 101925, 2022.

VIEIRA C. L.; FREITAS A. D.; SILVA A. F.; SAMPAIO E.V.; ARAÚJO M. D. S. Inoculação de variedades locais de feijão macassar com estirpes selecionadas de rizóbio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, p. 1170-1175, 2017.

VILLERS, P.; BRUIN, T.; NAVARRO, S. Safe storage of grain in the tropics: A comparison of hermetic storage in flexible silos versus rigid metal or concrete silos. In: WEST, A., BROWN, J. (Eds.) **Feed Technology Update**. Honolulu, 2006, p. 17-22.

WALTHALL, W. K.; STARK, J. D. A comparison of acute mortality and population growth rate as endpoints of toxicological effect. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 37, n. 1, p. 45-52, 1997.

YEWLE, N.; SWAIN, K. C.; MANN, S.; GURU, P. N. Performance of hermetic bags in green gram [*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek] storage for managing pulse beetle (*Callosobruchus chinensis*). **Journal of Stored Products Research**, v. 95, 101896, 2022.

ZAKLADNOY, G. A. Analysis of the resistance of grain pests to phosphine. Review. *Food systems*, v. 3, n.1, p. 21-24, 2020.

