

USO COMBINADO DE ARMAZENAMENTO HERMÉTICO E CINZA DE MADEIRA: EFEITO NA QUALIDADE DE GRÃOS DE FEIJÃO-CAUPI ARMazenados

Ana Claudia dos Santos¹, Gutierrez Nelson Silva¹, Stenio Ferreira Martins, Karina Renostro Ducatti, Rafael Azevedo da Silva, Douglas Rafael e Silva Barbosa

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul – Campus Nova Andradina - MS

anaclaudia.santos142016@gmail.com, gutierrez.silva@ifms.edu.br

Resumo

Objetivou-se avaliar o uso combinado de cinza de madeira e garrafa pet na preservação duas cultivares de feijão-caupi armazenadas. Foram utilizados grãos de duas cultivares de feijão-caupi: BRS Tumucumaque e BRS Guariba. Na taxa instantânea de crescimento populacional (ri), os grãos de cada cultivar foram tratados com as doses de cinza (0,0; 1,0; 2,0 e 4,0 kg t⁻¹) e armazenados em garrafas PET e potes de vidro. Em cada tratamento, foi adicionado 35 insetos e armazenados durante 60 dias. Foram avaliados, após 60 dias de armazenamento, as seguintes características: teor de água, germinação e condutividade elétrica dos grãos. Utilizou-se o esquema fatorial 2 x 2 x 4, no DIC com três repetições. As características de qualidade dos grãos foram influenciadas significativamente entre as formas herméticas e não, para as doses de cinza. O uso combinado de garrafa PET e cinza foi eficaz na manutenção da qualidade dos grãos

Palavras-chave: preservação da qualidade, garrafa PET, armazenamento.

Introdução

O feijão-caupi, *Vigna unguiculata* (L.), é um alimento básico consumido em regiões tropicais e subtropicais, especialmente nos países em desenvolvimento (VASANTHARAJA et al., 2019; LOPES et al., 2018). O cultivo e consumo de feijão-caupi está expandindo intensamente para as regiões Centro-Oeste e Sudeste do Brasil, onde tem sido cultivado em grandes áreas, principalmente no período de entressafra (RODRIGUES et al., 2017). No Estado Mato Grosso do Sul, o cultivo do feijão-caupi é realizado principalmente em pequenas áreas na região nordeste do Estado (BARROSO et al., 2016; SANTOS et al., 2015).

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 um dos insetos de produto armazenado mais destrutivos de feijão-caupi (BAOUI et al., 2012; LOPES et al., 2018). Essa praga pode comprometer a qualidade e o valor comercial do feijão (FREITAS et al., 2016).

Normalmente, pequenos agricultores brasileiros vendem o feijão-caupi imediatamente após a colheita, quando o preço de mercado é baixo, para evitar perdas durante o armazenamento (SILVA et al., 2018). Diante dos 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 preservação da qualidade de feijão-caupi durante o armazenamento.

Nesse sentido, vem sendo sugerida a utilização de formas alternativas de armazenamento, como o uso de pós inertes e armazenamento hermético com o uso de garrafas pet (MAIER et al., 2006; SOUSA et al. 2008; SILVA et al., 2018), podendo haver a combinação dessas duas formas alternativas.

Os pós inertes (terra de diatomáceas, cinzas de madeira e de xisto) agem sobre larvas e adultos dos insetos, aderindo-se ao corpo deles à medida que se movimentam na superfície ou no interior da massa de grãos tratada (ALVES et al., 2006). Ocasionalmente a destruição 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).

Durante o armazenamento hermético, o processo respiratório da biota no ecossistema de armazenamento (grãos, fungos e insetos) consome o oxigênio (O₂), gerando dióxido de carbono (CO₂) (SILVA et al., 2018). Uma atmosfera rica em CO₂ e pobre em O₂ pode suprimir a capacidade de reprodução e / ou o desenvolvimento de insetos e fungos, bem como a atividade metabólica dos grãos, promovendo a conservação (NAVARRO, 2012; CHENG et al., 2013) e reduzindo a taxa de oxidação do produto armazenado (CARVALHO et al., 2012). O armazenamento de grãos em garrafas pet pode manter a qualidade de grãos durante o armazenamento, já que, são impermeáveis, e, conseqüentemente, evitam as trocas gasosas com o meio ambiente (FREITAS et al., 2016; SILVA et al., 2018).

Embora o uso de cinzas de madeira e garrafa pet sejam amplamente utilizados como uma forma segura de armazenamento de feijão-caupi para pequenos produtores, faltam informações na literatura sobre o uso combinado dessas duas tecnologias. Diante do exposto, este estudo teve como objetivo, avaliar o uso combinado de cinza de madeira

e garrafa pet para preservação da qualidade de grãos de feijão-caupi armazenados.

Metodologia

Os bioensaios foram desenvolvidos no Laboratório de Entomologia do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, Campus Nova Andradina.

Foram utilizados, nos bioensaios, insetos adultos da espécie *Callosobruchus maculatus* obtidos de criação de laboratório. Os insetos foram multiplicados a partir de criações mantidas em laboratório no IFMS, Campus Nova Andradina.

Para a realização do estudo, foram utilizados grãos de duas cultivares de feijão-caupi: BRS Tumucumaque e BRS Guariba. Essas cultivares são amplamente utilizadas no Brasil. Os grãos foram adquiridos de uma fazenda produtora de sementes, localizada em Timon, MA.

Para análise de qualidade dos grãos foi realizado um bioensaio de taxa instantânea de crescimento populacional (r_i), onde os grãos de cada cultivar (Tumucumaque e Guariba) foram tratados com as doses de cinza de 0,0; 1,0; 2,0 e 4,0 kg t⁻¹ e, posteriormente, armazenados em garrafas PET em condições herméticas (capacidade de 0,6 L) e condição não hermética (controle), em potes de vidro, com capacidade de 1,5 L. No tratamento controle era possível ocorrer trocas gasosas (Figura 1).



Figura 1. Bioensaio de taxa instantânea de crescimento de *C. maculatus*.

Os grãos foram infestados com 35 insetos adultos não-sexuados, com idade variando de um a dois dias. Os grãos foram armazenados sob condições constantes de temperatura (30±2 °C), umidade relativa (70±5%) e escotofase de 24 h. A progênie adulta foi contabilizada após 60 dias de armazenamento.

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 população.

O experimento de taxa instantânea de crescimento populacional foi realizado em esquema fatorial 2 x 2 x 4, sendo duas cultivares de feijão-caupi (BRS Tumucumaque e BRS Guariba), duas formas de armazenamento (hermético – garrafa PET e não hermético – controle) 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 48 parcelas.

A avaliação das características qualitativas foi realizada em grãos de feijão-caupi utilizados nos bioensaios de taxa instantânea de crescimento populacional, após 60 dias de armazenamento. Foram realizadas as seguintes características: teor de água, germinação e condutividade elétrica dos grãos de cada tratamento.

Os dados foram analisados por meio de análise de variância e de regressão. Para os fatores qualitativos, as médias foram comparadas, utilizando o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para o fator quantitativo, os modelos de regressão foram escolhidos baseados na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste “t” a 5% de probabilidade, no coeficiente de determinação (R²) e no fenômeno biológico. Para os dados que não foram possíveis ajustes de regressão, optou-se pelo uso de estatística descritiva (média e erro padrão). Na análise de variância, foi utilizado o Software SAS (SAS Institute, 2002). Para a obtenção das equações de regressão e plotagem dos gráficos, foi utilizado o Software Sigma Plot (SPSS, 2001).

Resultados e Discussão

O teor de água dos grãos de feijão-caupi, após 60 dias de armazenamento, apresentou variação significativa (P<0,05) entre as cultivares (Tumucumaque e Guariba), quando armazenadas em condições não herméticas (controle), para todas as doses de cinza utilizada, vale destacar que a cultivar Guariba apresentou valores médios de teor de água significativamente superior (P<0,05), em relação a cultivar Tumucumaque, para todas as doses de cinza de madeira utilizada (Figura 2). No armazenamento hermético, não houve diferença significativa entre as cultivares (P>0,05), independentemente da dose de cinza de madeira utilizada.

Apresentam-se, na Figura 2, as curvas de regressão que descrevem o comportamento de teor de água dos grãos de duas cultivares feijão-caupi (Tumucumaque e Guariba) armazenados em condições hermética (Garrafa PET) e não hermética (controle), em função de diferentes doses de cinza de madeira (0,0; 1,0; 2,0 e 4,0 kg/ton), após 60 dias de armazenamento. No armazenamento não hermético, verificou-se redução do teor de água das duas cultivares de feijão-caupi à medida que se elevou as doses de cinza de madeira. Já no armazenamento hermético, independentemente da cultivar, o teor de água dos grãos

manteve-se na faixa entre 12,30 a 12,65% b.u., para todas as doses de cinza utilizadas. Os modelos ajustados para representar esta variação encontram-se disposto na Tabela .

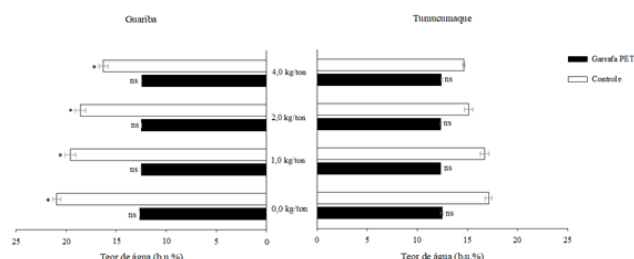


Figura 2. Teor de água de grãos de duas cultivares de feijão-caupi (Tumucumaque e Guariba) armazenados em condições hermética (Garrafa PET) e não hermética (controle), em diferentes doses de cinza de madeira (0,0; 1,0; 2,0 e 4,0 kg/ton). As médias agrupadas com barras na mesma altura não diferem entre formas de armazenamento (garrafa PET e controle), para cada dose de cinza de madeira pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). E os asteriscos indicam diferença significativa entre as cultivares de feijão-caupi, para cada forma de armazenamento (garrafa PET e controle), em cada dose de cinza de madeira pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

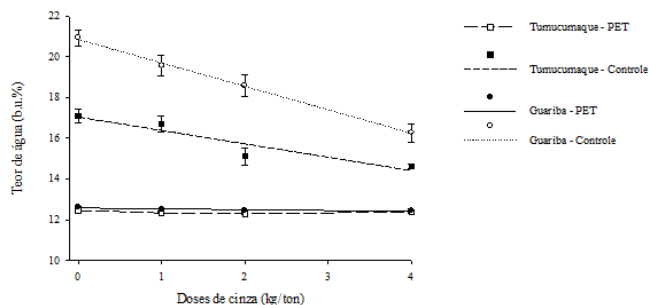


Figura 3. Teor de água de grãos de duas cultivares feijão-caupi (Tumucumaque e Guariba) armazenados em condições hermética (Garrafa PET) e não hermética (controle), em função de diferentes doses de cinza de madeira (0,0; 1,0; 2,0 e 4,0 kg/ton), após 60 dias de armazenamento.

Tabela 1. Sumário das equações ajustadas para as curvas das características de qualidade dos grãos de feijão-caupi, para cada tratamento, após 60 dias de armazenamento.

VA	Trat	Equações ajustadas	R ²
TA	T - GP	$\hat{y} = 12,3675$	-
	T - C	$\hat{y} = 17,0384 - 0,6568^*x$	0,87
	G - GP	$\hat{y} = 12,5884 - 0,0428^*x$	0,71
	G - C	$\hat{y} = 20,8450 - 1,1501^{**}x$	0,99
G	T - GP	$\hat{y} = 81,7409 + 2,3629^{ns}x - 0,9129^*x^2$	0,97
	T - C	$\hat{y} = 13,8867 + 3,3457^*x$	0,91
	G - GP	$\hat{y} = 89,33$	-
	G - C	$\hat{y} = -2,4400 + 5,5038^*x$	0,92
CE	T - GP	$\hat{y} = 218,7812 + 1,4407^{ns}x - 0,3194^{ns}x^2$	0,76
	T - C	$\hat{y} = 292,273 + 35,5566^{ns}x - 9,053^{ns}x^2$	0,60
	G - GP	$\hat{y} = 192,78$	-
	G - C	$\hat{y} = -2,4400 + 5,5038^*x$	0,92

VA = variável, Trat = tratamento, T - GP = Tumucumaque - Garrafa PET, T - C = Tumucumaque - Controle, G - GP = Guariba - Garrafa PET, G - C = Guariba - Controle, TA = teor de água, G = germinação, CE = condutividade elétrica, *Significativo a 5%, ** significativo a 1% e ns não significativo pelo test t. R2 = coeficiente de determinação.

O elevado teor de água dos grãos é uma das principais causas de perda de qualidade em grãos armazenados (SILVA et al., 2018). O aumento do teor de água em grãos está associado principalmente com grau de infestação, ácaros e fungos, e condições prévias de armazenamento (QUEZADA et al., 2006; FREITAS et al. 2016). No presente estudo o armazenamento hermético combinado com o uso de cinza de madeira preservou o teor de água dos grãos, durante 60 dias de armazenamento, em ambas as cultivares de feijão-caupi. Já nos tratamentos em condições não hermética foi observado tendo aumentado substancial no teor de água, assim como ocorreu com o grau de infestação de insetos. Vale destacar que nesses tratamentos, o teor de água reduziu, com a elevação das doses de cinza utilizada, demonstrando assim, que mesmo em condições não hermética, doses de cinza podem reduzir a infestação de insetos, e, consequentemente, frear o aumento do teor de água dos grãos. Silva et al. (2018), estudando o efeito do uso de garrafa PET no armazenamento de feijão-caupi, observaram também manutenção do teor de água dos grãos, após 120 dias de armazenamento.

No que se refere à variável germinação dos grãos de feijão-caupi, notou-se que os valores médios obtidos variaram significativamente ($P < 0,05$) entre as cultivares (Tumucumaque e Guariba), quando armazenadas em condições não herméticas (controle), para todas as doses de cinza utilizada, vale destacar que a cultivar Guariba apresentou valores médios germinação significativamente superior ($P < 0,05$), em relação a cultivar Tumucumaque, para todas as doses de cinza de madeira utilizada (Figura 4). A germinação em ambas as cultivares, foi estatisticamente superior ($P < 0,05$) no armazenamento hermético (garrafa PET), comparado ao armazenamento não hermético, para todas as doses de cinza de madeira utilizada.

As curvas de regressão que descrevem o comportamento de germinação de duas cultivares de feijão-caupi armazenadas de forma hermética e não hermética, em função de diferentes doses de cinza de madeira, são apresentadas na Figura 5. 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%. Já em relação ao armazenamento não hermético, houve um incremento positivo na germinação, em ambas as cultivares, com a elevação das doses de cinza. Apesar do aumento da germinação, com a elevação das doses de cinza, a germinação nesses tratamentos não foi superior a 30%. Isso demonstra que o uso somente de cinza não é suficiente para manutenção da germinação dos grãos. Na Tabela 1, encontram-se os modelos ajustados para representarem estas variações.

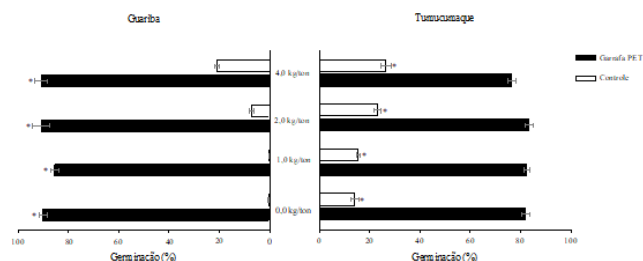


Figura 4. Germinação (%) de grãos de duas cultivares de feijão-caupi (Tumucumaque e Guariba) armazenados em condições hermética (Garrafa PET) e não hermética (controle), em diferentes doses de cinza de madeira (0,0; 1,0; 2,0 e 4,0 kg/ton). As médias agrupadas com barras na mesma altura não diferem entre formas de armazenamento (garrafa PET e controle), para cada dose de cinza de madeira pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). E os asteriscos indicam diferença significativa entre as cultivares de feijão-caupi, para cada forma de armazenamento (garrafa PET e controle), em cada dose de cinza de madeira pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

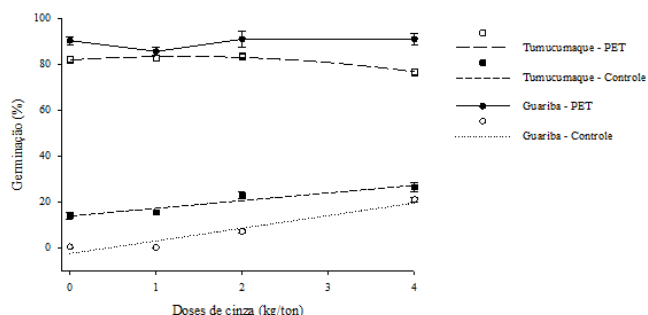


Figura 5. Germinação de grãos (%) de grãos de duas cultivares feijão-caupi (Tumucumaque e Guariba) armazenados em condições hermética (Garrafa PET) e não hermética (controle), em função de diferentes doses de cinza

de madeira (0,0; 1,0; 2,0 e 4,0 kg/ton), após 60 dias de armazenamento.

O armazenamento hermético combinado com o uso de cinza preservou a germinação dos grãos de feijão-caupi em ambas as cultivares. Esses resultados poderão servir de auxílio para pequenos produtores que armazenam essa leguminosa para fins de sementes, e assim, usar em um novo plantio.

A condutividade elétrica da solução que continha os grãos de duas cultivares de feijão-caupi em ambiente não hermético, apresentou valores médios significativamente maiores ($P < 0,05$), em relação aos grãos armazenados em condições herméticas, para todas as doses de cinza de madeira. No armazenamento hermético, a cultivar Tumucumaque apresentou valores médios de condutividade elétrica estatisticamente inferior ($P < 0,05$) em relação a cultivar guariba. Exceção foi verificada apenas na dose de 4 kg/ton, onde não foi observada diferença significativa ($P > 0,05$) entre as cultivares no ambiente hermético (Figura 6).

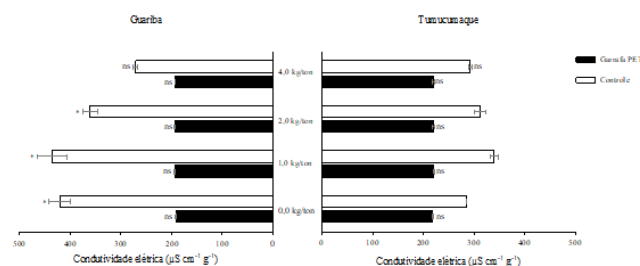


Figura 6. Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) de grãos de duas cultivares de feijão-caupi (Tumucumaque e Guariba) armazenados em condições hermética (Garrafa PET) e não hermética (controle), em diferentes doses de cinza de madeira (0,0; 1,0; 2,0 e 4,0 kg/ton). As médias agrupadas com barras na mesma altura não diferem entre formas de armazenamento (garrafa PET e controle), para cada dose de cinza de madeira pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). E os asteriscos indicam diferença significativa entre as cultivares de feijão-caupi, para cada forma de armazenamento (garrafa PET e controle), em cada dose de cinza de madeira pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

As curvas de regressão que descrevem o comportamento de condutividade elétrica da solução que continha os grãos de duas cultivares de feijão-caupi armazenadas em condições herméticas e não herméticas em função de diferentes doses de cinza de madeira, após 60 dias de armazenamento, são apresentadas na Figura 7. Notou-se que, não houve influência do armazenamento hermético, em ambas as cultivares, na condutividade elétrica da solução que continha grãos de feijão-caupi, em todas as doses de cinza, pós 60 dias de armazenamento. Vale ressaltar que o tratamento (Tumucumaque – garrafa PET), apresentou menores valores de condutividade elétrica, nessa condição, a condutividade elétrica manteve-se entre $218,59 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ e $220,40 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$.

$\text{cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, em todas as doses de cinza. Os modelos ajustados para representar esta variação encontram-se dispostos na Tabela 1.

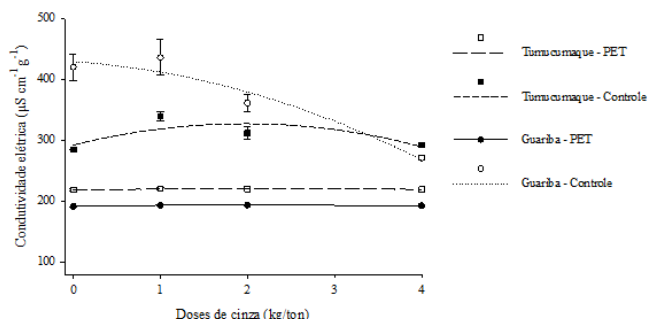


Figura 7. Condutividade elétrica $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ de grãos de duas cultivares feijão-caupi (Tumucumaque e Guariba) armazenados em condições hermética (Garrafa PET) e não hermética (controle), em função de diferentes doses de cinza de madeira (0,0; 1,0; 2,0 e 4,0 kg/ton), após 60 dias de armazenamento.

O ataque de insetos ocasiona o aumento da condutividade elétrica devido, 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 (garrafa PET) e cinza de madeira para duas cultivares de feijão-caupi, em condições constantes de temperatura ($25 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$) e umidade relativa ($70 \pm 5\%$), durante 60 dias, preservou teor de água, germinação e condutividade elétrica dos grãos. O armazenamento hermético em garrafas 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, aliados às informações disponíveis na literatura, confirmam que o uso combinado de armazenamento hermético é uma alternativa de armazenamento de grãos de feijão-caupi para pequenos produtores. É importante salientar que essa técnica combinada de armazenagem é barata e possibilita o não uso de agrotóxicos para controle de insetos-praga durante o armazenamento.

Considerações Finais

O uso combinado de armazenamento hermético (garrafa PET) e cinza de madeira foi eficaz na manutenção da qualidade de grãos de ambas as cultivares de feijão-caupi.

Referências

ALVES, L.F.A.; BUZARELLO, G. D.; OLIVEIRA, D. G. P.; ALVES, S. B. Ação da terra de diatomácea contra adultos do cascudinho *Alphitobius diaperinus* (Panzer,

1797) (Coleoptera: Tenebrionidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v.73, p.115-118, 2006.

BARROSO, L. M. A.; TEODORO, P. E.; NASCIMENTO, M.; TORRES, F. E.; SANTOS, A.; CORREA, A. M.; SAGRILO, E.; CORREA, C. C. G.; SILVA, F. A.; CECCON, G. Bayesian approach increases accuracy when selecting cowpea genotypes with high adaptability and phenotypic stability. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 15, p. 15017625, 2016.

CARVALHO, M. O., PIRES, I., BARBOSA, A., BARROS, G., RIUDAVETS, J., GARCIA, A. C.; NAVARRO, S. The use of modified atmospheres to control *Sitophilus zeamais* and *Sitophilus oryzae* on stored rice in Portugal. **Journal of stored products research**, v. 50, p. 49-56, 2012.

CHENG, W., LEI, J., AHN, J. E., WANG, Y., LEI, C., & ZHU-SALZMAN, K. CO₂ enhances effects of hypoxia on mortality, development, and gene expression in cowpea bruchid, *Callosobruchus maculatus*. **Journal of insect physiology**, v. 59, n. 11, p. 1160-1168, 2013.

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.

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.

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.

MAIER, D.E.; HULASARE, R.; CAMPABADALL, C.A.; WOLOSHUK, C.P.; MASON, L. Ozonation as a non-chemical stored product protection technology. In: LORINI, I; BACALTCHUK, B.; BECKEL, H.; DECKERS, D.; SUNDFELD, E.; SANTOS, J.D.; BIAGI, J.D.; CELARO, J.C.; FARONI, L.R.A.; BORTOLINI, L.O. F.; SARTORI, M.R.; ELIAS, M.C.; GUEDES, R.N.C.; FONSECA, R.G.; SCUSSEL, V.M. **Proceedings of the 9th International Working Conference on Stored-Product Protection**, Campinas: ABRAPOS, 2006, p. 773-788.

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** 49, 166–170, 2012.

NAVARRO, S. The use of modified and controlled atmospheres for the disinfestation of stored products. **Journal of Pest Science**, v. 85, n.3, p. 301-322, 2012.

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.

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.

SANTOS, A.; CECCON, G.; RODRIGUES, E. V.; TEODORO, P. E.; MAKINO, P. A.; ALVES, V. B.; SILVA, J. F.; CORREA, A. M.; ALVAREZ, R. C. F. Adaptability and stability of cowpea genotypes to Brazilian Midwest. **African Journal of Agricultural Research**, Cidade do Cabo, v. 10, p. 3901-3908, 2015.

SAS Institute. **SAS/STAT User's Guide**, version 6.0. Cary: SAS Institute Inc., 2002.

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.

SOUSA, A. H.; FARONI, L. R. D. A.; GUEDES, R. N. C.; TÓTOLA, M. R.; URRUCHI, W. I. Ozone as a management alternative against phosphine-resistant insect-pests of stored products. **Journal of Stored Products Research**, v. 44, p. 379-385, 2008.

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.