

Qualidade de grãos de feijão crioulo Gurgutuba branco armazenados em silo bolsa e garrafa pet

Valter Barbosa Magalhães¹

Adalberto Hipólito de Sousa²

Resumo

O armazenamento hermético em silo do tipo bolsa de grãos tem se destacado como alternativa viável ao nível de propriedade rural. Este trabalho teve por objetivo avaliar o uso de silo do tipo bolsa como alternativa no armazenamento de grãos de feijão crioulo. O Experimento foi conduzido no Laboratório de sementes da UFAC, os grãos foram armazenados em silo do tipo bolsa durante 30, 60, 90 e 120 dias. Adicionalmente, foram armazenados em garrafas pet, prática usual. No tratamento controle utilizaram-se de garrafas pet fechadas com tecido organza. O modelo experimental foi DIC fatorial com parcelas subdivididas, com quatro repetições, sendo as parcelas condições de armazenamento e subparcelas períodos de armazenamento. Avaliou-se grau de infestação, teor de água, massa específica aparente, percentual de germinação e condutividade elétrica, em intervalos de 30 dias. Houve variação significativa ($p < 0,05$) entre os tipos de armazenamento. Ocorreu a infestação por *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) e *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae, Bruchidae). A infestação por estes bruchídeos foram inferiores a 7% em grãos armazenados em silo tipo bolsa e garrafa pet. No tratamento controle, o grau de infestação aumentou significativamente ($p < 0,05$), com índices acima de 90% ao fim de 120 dias. O teor de água, massa específica, germinação e condutividade elétrica, dos grãos armazenados em silo do tipo bolsa e garrafa pet preservou as características analisadas durante os 120 dias, com exceção do tratamento controle. O armazenamento em silo do tipo bolsa é uma alternativa eficaz no controle da infestação e na manutenção da qualidade do teor de água, massa específica, germinação e condutividade elétrica, até 120 dias.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L. Atmosfera modificada. Hermético. Infestação.

Introdução

Os genótipos crioulos de feijão são aqueles definidos em uso pelos agricultores, gerados a partir de cruzamentos naturais e que não passaram por processo de melhoramento genético (ELIAS et al., 2007),

A variedade de feijão Gurgutuba branco pertence à espécie *Phaseolus vulgaris* L., cultivada em áreas de terra firme. Possui hábito de crescimento trepador indeterminado, com porte prostrado e tendência a enrolar-se ao tutor (MATTAR et al., 2016). Essas variedades crioulas normalmente são armazenadas em pequenas e médias propriedades.

Com o aumento da produtividade de grãos no Brasil, a armazenagem desses produtos apresenta sistematicamente “déficit” na sua capacidade estática de armazenagem, contribuindo

1 Universidade Federal do Acre (UFAC). Mestrando em Agronomia/Produção Vegetal. valterbarbosa68@gmail.com, Rua 4, n. 318, Bairro Tucumã. 69191-805.

2 UFAC. Professor Titular, área de atuação Manejo Integrado de Pragas/ Agronomia. adalbertohipolito@hotmail.com.

para significativas perdas na rentabilidade dos produtores rurais (WACHTER; PEREIRA, 2015). As utilizações de novas tecnologias e as prevenções de perdas auxiliam a manutenção dos estoques de alimentos (LIMA JUNIOR et al., 2012).

No Brasil, o feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é um dos principais alimentos consumidos, a produção nacional é uma das maiores do planeta. A demanda no mercado brasileiro é bastante relevante, exigindo uma produção anual de 3,0 milhões de toneladas. Num cenário contemporâneo, foi estimado que a produção brasileira de grãos de feijão-comum é de apenas um quarto do seu potencial (WANDER et al., 2014).

Quando se fala em perda na produção de grão, que são alimentos base da população mundial, deve ser levado em conta além de fatores de campo, fatores relacionados ao armazenamento. Este possui entre suas finalidades base manter por um período de tempo as características dos grãos ou sementes, viabilizando a qualidade do produto. Outro fator que leva o grão ao armazenamento é a cotação do preço do produto no mercado (LIMA JUNIOR et al., 2012). Boa parte da produção de grãos no Brasil é armazenada em silos metálicos ou de alvenarias (graneleiro) antes da sua comercialização. Neste período, pode acontecer de o produto perder qualidade devido à permanência estendida no armazém (SANTOS; CHAVAGLIA, 2017). A aplicação indiscriminada de defensivos agrícolas durante o armazenamento de grãos traz vários problemas ambientais, podendo causar danos graves em longo prazo, e esses efeitos em muitos casos são irreversíveis (BOHNER et al., 2013).

A demanda por produtos ecologicamente gerados é uma realidade. Esta demanda é aumentada a cada ano, porém a produção orgânica requer do produtor um considerável conhecimento das técnicas de cultivo e a utilização de variedades que possuam alta produtividade e armazenamento adequado (SOARES JUNIOR et al., 2015). Além de produzir, é de fundamental importância efetuar o armazenamento correto para conseguir minimizar as perdas de grãos, juntamente com prejuízos financeiros e logísticos (BARONI et al., 2017). A utilização de silo bolsa, técnica que consiste em armazenar grãos em bolsas plásticas seladas hermeticamente é uma alternativa aos métodos tradicionais de armazenagem de grãos em nível de fazenda (COSTA et al., 2010). Esse sistema é móvel, e as bolsas são horizontais, confeccionadas em polietileno de baixa densidade coextrusadas em três camadas, com espessura de 0,00025 metros e capacidade entre 60 e 180 mil quilos, possuindo diâmetros de 1,50, 1,80 e 2,70 metros, com 60 metros de comprimento (MARCHER BRASIL, 2020). A mobilidade, o baixo custo de investimento, a otimização do espaço e o fácil manuseio do material qualificam-no como opção ao armazenamento de grãos aos pequenos e médios produtores.

Sendo assim, objetivou-se com este trabalho avaliar a qualidade dos grãos de feijão crioulo Gurgutuba branco, armazenados em silos do tipo bolsa em comparação a outros tipos de armazenamento.

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* Rio Branco, em Rio Branco/AC. Os grãos da variedade crioula Gurgutuba branco foram adquiridos direto do produtor em Cruzeiro do Sul/AC, coordenadas E-792598. 00 N-9141665. 21, Zona 18M, safra 2017. Foram realizados os testes de grau de infestação, teor de água, massa específica, germinação e condutividade elétrica para caracterização inicial dos grãos (Tabela 1).

Tabela 1 – Caracterização inicial dos grãos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L)

Características dos Grãos	Variedade
	Gurgutuba branco
Infestação por insetos-praga (%)	3,67
Teor de água (% b.u.)	11,12
Massa específica aparente (kg m ⁻³)	662,70
Percentual de germinação (%)	66,25
Condutividade elétrica (μS cm ⁻¹ g ⁻¹)	70,38

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Após caracterização inicial, os grãos foram embalados em sacos de silo de polietileno e garrafas de polietileno tereftalato (Pet). Os sacos tinham capacidade para 0,5 kg (embalagens retangulares de 0,3 m x 0,2 m) com 0,00025 m de espessura, compostos de três camadas, pretos no lado interno e brancos no lado externo com estabilizadores UV, selados com uma máquina de selagem multiusos (barra quente 0,4 m). As garrafas pet foram devidamente seladas com uma tampa de rosca. As garrafas plásticas foram reutilizadas, apresentavam transparência, capacidade de 0,6 L e espessura de 0,00027 m. Com relação ao tratamento controle, estas foram fechadas com tecido tipo organza, a fim de permitir as trocas gasosas com o ecossistema interior das garrafas e o meio externo. O experimento foi conduzido em ambiente controlado durante 30, 60, 90 e 120 dias, com temperatura de 25 °C ± 1,5 °C e umidade relativa de 76 % ± 12,5 %. As avaliações foram realizadas a cada 30 dias.

Para avaliação da variável grau de infestação, foram utilizadas duas amostras de 100 sementes crioulas, retiradas aleatoriamente, que foram imersas em água durante 24 horas. Após esse período, os grãos foram retirados da água e secos em papel toalha, cortados e examinados individualmente. Consideraram-se infestados os grãos com as características do protocolo descrito em Regras de Análises de Sementes – RAS (BRASIL, 2009).

Para a determinação do teor de água dos grãos, foram utilizados 30,0 g em triplicata para cada uma das quatro repetições. Essas amostras foram colocadas em estufa com convecção forçada de ar e aquecimento regulado a 105°C ± 3°C durante 24 h. Após este período, procedeu-se à pesagem das amostras com auxílio de uma balança analítica com precisão de 0,01 g. Adotou-se a rotina descrita em Regras de Análises de Sementes – RAS (BRASIL, 2009).

A determinação da massa específica aparente foi feita com auxílio de balança hectolétrica, com capacidade de um quarto de litro (250,0 ml). Foram efetuadas leituras em triplicata para cada amostra, sendo escolhidas a média simples das três. Como o peso hectolitro de uma amostra varia de acordo com o seu teor de água, foram feitas determinações simultaneamente (BRASIL, 2009).

O percentual de germinação foi realizado com oito repetições de 50 grãos, em substrato papel padrão, umedecido com água destilada em proporção de 2,5 vezes o peso do papel, foram colocados sobre duas folhas posteriormente coberto por outra folha do mesmo papel e embalado em formato de rolos. Os rolos foram alocados em posição horizontal dentro do germinador e mantidos numa temperatura de 25 ± 1 °C. A contagem foi realizada ao final do nono dia após a semeadura; consideram-se germinados a protrusão do tegumento, protocolo descrito em Regras de Análises de Sementes – RAS (BRASIL, 2009).

Para a variável condutividade elétrica da solução, foram realizadas três repetições de 50 grãos, retirados aleatoriamente de cada tratamento. Os grãos foram pesados em balança com precisão de

0,01 g e colocados em copos de plásticos com capacidade para 200 ml, aos quais foram adicionados 75 ml de água destilada. Em seguida, os copos foram postos em câmara climática do tipo BOD à temperatura de 25 °C, durante 24 horas. Após esse período, foram retirados da câmara para que fossem realizadas as medições da condutividade elétrica da solução contendo os grãos utilizando-se de um condutímetro de bancada. O valor da condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$) fornecido pelo aparelho devidamente calibrado foi dividido pela massa total dos grãos, obtendo-se o valor expresso em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ de massa total (VIEIRA; CARVALHO, 1994)

Utilizou-se o esquema fatorial de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram representadas pelas condições de armazenagem (silo tipo bolsa, garrafa pet e controle) e a subparcela por cinco períodos de armazenamento (0, 30, 60, 90 e 120 dias). Os dados foram submetidos à verificação da normalidade dos resíduos (SHAPIRO; WILK, 1965) e homogeneidade das variâncias (COCHRAN, 1957). Observada a normalidade dos resíduos e a homogeneidade das variâncias, procedeu-se com a análise de variância (Teste F) ao nível de 5% de probabilidade.

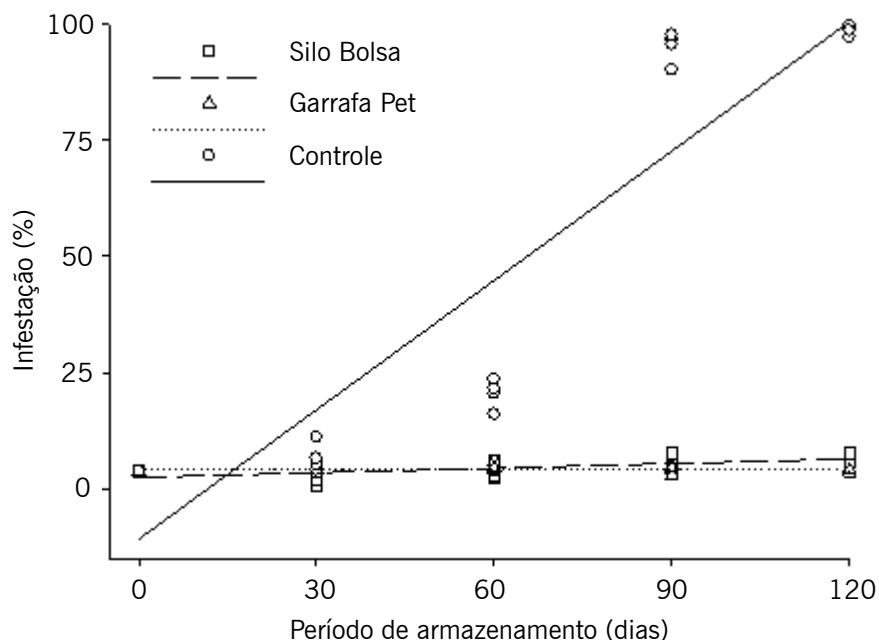
As condições de armazenagem foram comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Os dados de teor de água, massa específica aparente, condutividade elétrica, percentual de germinação e grau de infestação foram submetidos à análise com a utilização do software SISVAR, versão 5.6 (FERREIRA, 2014). Para as interações significativas, foram realizadas análises de regressão em função do tempo, por meio do software SigmaPlot®, versão 11.0 (SPSS, 2006).

Resultados e discussão

Foi possível identificar nos grãos a presença de *Zabrotes. subfasciatus* e o *Acanthoscelides obtectus*. Estas espécies apresentam hábito alimentar primário e importância econômica reconhecida (FARONI; SOUSA, 2006). O grau de infestação de insetos-praga nos grãos de feijão crioulo variou significativamente ao longo do armazenamento ($F_{4,36} = 1667,41$; $p \leq 0,01$), entre os sistemas ($F_{2,36} = 1777,50$; $p \leq 0,01$), houve interação ($F_{8,36} = 1512,30$; $p \leq 0,01$) ao final do período de 120 dias.

Os resultados da infestação por *Z. subfasciatus* e *A. obtectus* nos grãos de feijão crioulo durante o período de armazenamento estão apresentados na Figura 1 e na Tabela 2. Foram ajustados a 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.

Figura 1 – Grau de infestação dos grãos de feijão crioulo Gurgutuba ao longo do período de armazenamento



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Tabela 2 – Modelos matemáticos utilizados para representar os valores ao longo do armazenamento, em cada sistema de armazenamento.

Variável	Armazenamento	Equações ajustadas	g.l.erro	F	P	R ²
Grau de Infestação	Silo bolsa	$\hat{y}=2,4520+0,0330x$	18	20,56	0,0003	0,53
	Garrafa pet	$\hat{y}=4,13$	-	-	-	-
	Controle	$\hat{y}=10,7730+0,9264x$	18	96,71	<0,0001	0,83
Teor de Água	Silo bolsa	$\hat{y}=11,67$	-	-	-	-
	Garrafa pet	$\hat{y}=11,43$	-	-	-	-
	Controle	$\hat{y}=10,4815+0,0589x$	18	92,51	<0,0001	0,83
Massa Específica Aparente	Silo bolsa	$\hat{y}=666,14$	-	-	-	-
	Garrafa pet	$\hat{y}=656,8640+0,1531x$	18	23,63	0,0001	0,56
	Controle	$\hat{y}=676,3025 - 0,6127x$	18	35,93	<0,0001	0,66
Percentual de Germinação	Silo bolsa	$\hat{y}=60,3750 - 0,2600x$	18	72,13	<0,0001	0,80
	Garrafa pet	$\hat{y}=62,1750 - 0,2821x$	18	207,64	<0,0001	0,92
	Controle	$\hat{y}=65,6375 - 0,5933x$	18	480,32	<0,0001	0,96
Condutividade Elétrica	Silo bolsa	$\hat{y}=68,1440+0,1571x$	18	11,29	0,0035	0,38
	Garrafa pet	$\hat{y}=68,3690+0,1317x$	18	89,08	<0,0001	0,83
	Controle	$\hat{y}=53,4455+0,8253x$	18	51,09	<0,0001	0,73

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

O grau de infestação nos grãos armazenados em silos do tipo bolsa foi significativo ($p \leq 0,05$) (Tabela 2), no entanto, foi constante durante todos os períodos de armazenamento e não proporcionou incremento que promovesse depreciação acentuada do produto, exceto no tratamento controle (Figura 1). Na mesma figura, o modelo linear representa satisfatoriamente os valores experimentais, sendo significativo a 1% de probabilidade pelo Teste Tukey, apresentando valores aceitáveis na

literatura para o coeficiente de determinação (R^2). Ocorreu interação do tipo de armazenamento x período, os grãos armazenados em silo do tipo bolsa e garrafa pet apresentaram os menores percentuais de infestação.

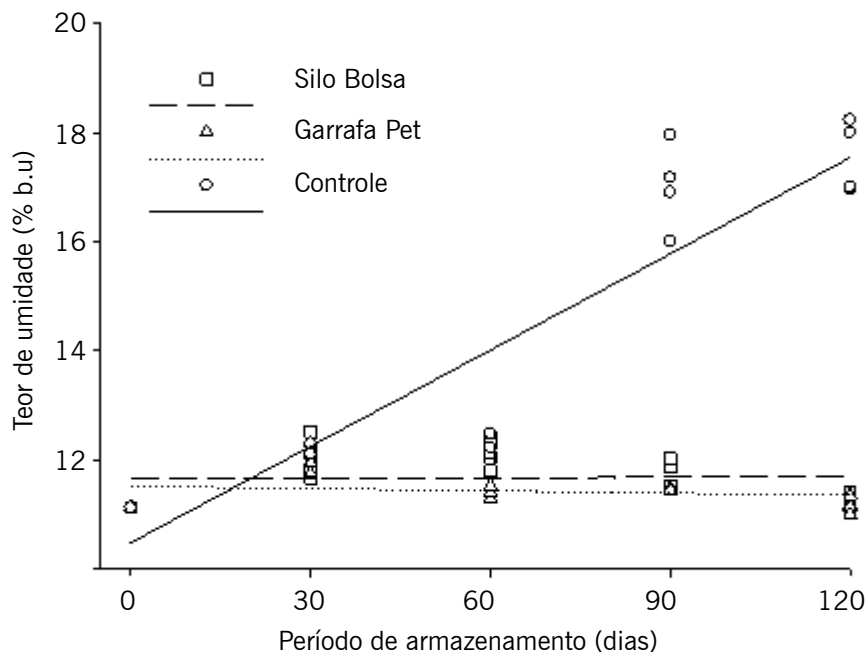
As diferenças observadas estão relacionadas às características genóticas (COELHO et al., 2010), ou ainda pela ocorrência de infestação cruzada (BRAGANTINI, 2005). Os resultados obtidos neste trabalho concordam com o entendimento de Rodriguez et al. (2019), que descrevem o ambiente hermético em silo do tipo bolsa como o causador da redução de O_2 e o aumento de CO_2 , desfavorecendo a reprodução de insetos. Em condições herméticas, o nível de oxigênio reduz drasticamente devido principalmente à respiração dos grãos (NAVARRO, 2012a; 2012b; NJOROGÉ et al., 2014). Com o aumento do nível de dióxido de carbono os insetos param de se alimentar e eventualmente morrem de asfixia ou dessecação (NJOROGÉ et al., 2014). A ocorrência de caruncho *A. obtectus* e o *Z. subfasciatus* pode estar associada a infestações cruzadas; ao infestar os grãos, o produto perde qualidade e pode ocorrer redução no percentual de germinação e vigor, entre outros prejuízos (SILVA, et al., 2013). Segundo Freitas (2009), o armazenamento de grãos em silo do tipo bolsa apresenta resultados bem elucidados e desponta como uma alternativa viável no controle de insetos-praga. Porém, em condição não hermética de armazenagem, os índices de infestação crescem exponencialmente ao longo do armazenamento. Para a certificação de grãos de feijão, é tolerado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento até 3% de infestação (MAPA, 2013). O resultado obtido para a variedade testada extrapola os parâmetros fixados pelo MAPA.

O resultado do teor de água dos grãos da variedade Gurgutuba branco estão apresentados na Figura 2 e na Tabela 2. O teor de água dos grãos do feijão crioulo variou significativamente ao longo do armazenamento ($F_{4,36} = 108,93$; $p \leq 0,01$), entre os sistemas ($F_{2,36} = 584,11$; $p \leq 0,01$), houve interação ($F_{8,36} = 121,06$; $p \leq 0,01$) conforme resumo da análise de variância.

Os dados foram ajustados para modelos de regressão, apenas para as características que apresentaram variação significativa com o período de armazenamento.

Os teores de água dos grãos não variaram significativamente ($p \geq 0,05$) ao longo dos 120 dias de armazenamento nos tratamentos silo do tipo bolsa e garrafa pet. Ao contrário do tratamento controle, que apresentou incrementos maiores ($p \leq 0,05$) em relação aos demais tratamentos (Figura 2). Os teores de água dos grãos armazenados em silos tipo bolsa e garrafas pet mantiveram-se constantes durante todo período de armazenamento. O modelo linear utilizado atende aos valores experimentais, sendo significativo a 1% de probabilidade pelo Teste Tukey, apresentando significativo valor para o coeficiente de determinação (R^2). Houve interação entre armazenamento *versus* período. Não houve diferença significativa entre os tratamentos silo do tipo bolsa e garrafa pet ao final do período de 120 dias, no entanto, eles diferiram estatisticamente ($p \leq 0,05$) do tratamento controle.

Schneider et al. (2014), trabalhando com feijão comum, observaram que os grãos armazenados em embalagens impermeáveis por 120 dias em ambiente controlado conservaram sua qualidade fisiológica e sanitária. Os resultados obtidos corroboram o verificado por Costa et al. (2010), que observaram não existir aumento do teor de água dos grãos de milho armazenados hermeticamente. O efeito do armazenamento hermético sobre grãos é corroborado pelo estudo com embalagens plásticas de tripla camada (MUTUNGI et al., 2015), no qual foram obtidos resultados similares a este trabalho.

Figura 2 – Teor de umidade dos grãos do feijão crioulo Gurgutuba ao longo do período de armazenamento

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

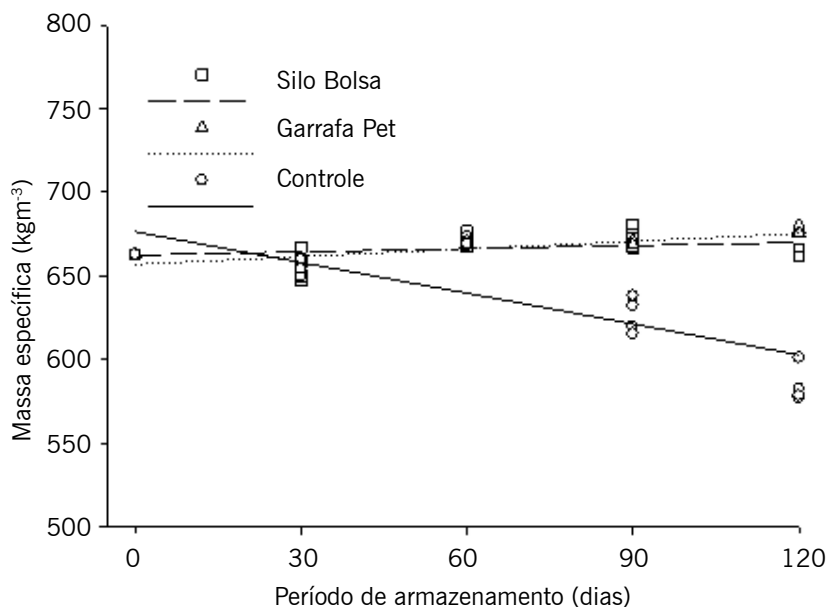
Os resultados obtidos referentes à massa específica aparente dos grãos de feijões crioulos ao longo do período de armazenamento variaram significativamente ($F_{4,36} = 45,45$; $p \leq 0,01$) entre os sistemas ($F_{2,36} = 332,00$; $p \leq 0,01$), houve interação ($F_{8,36} = 70,40$; $p \leq 0,01$). Estão apresentados na Figura 3 e na Tabela 2 os resultados para a massa específica aparente ao longo do armazenamento, em que se verificou que a massa específica aparente dos grãos crioulos armazenados no controle foi menor que a massa específica aparente dos grãos armazenados nas condições herméticas. As perdas registradas de massa específica aparente ao longo do armazenamento nos grãos de feijão Gurgutuba no tratamento controle está associada ao aumento do teor de água, favorecido pela presença de insetos, o que foi observado a partir dos 30 e 60 dias de armazenamento respectivamente (Figura 2). O modelo de regressão linear apresentado satisfaz o valor experimental, sendo significativo a 1% de probabilidade pelo Teste Tukey, exibindo valores significativos para o coeficiente de determinação (R^2) (Tabela 2).

Ocorreu interação para a variável massa específica na variedade crioula Gurgutuba, percebe-se que o valor da massa específica dos grãos armazenados em silo do tipo bolsa não apresentou redução ao longo do armazenamento. Os tratamentos silo do tipo bolsa e garrafa pet obtiveram os menores incrementos ao longo do período de armazenamento (Figura 3).

Os grãos armazenados em silo do tipo bolsa e garrafa pet apresentaram os melhores resultados ($p \leq 0,05$) em relação ao tratamento controle. De acordo com Freitas et al. (2011), as perdas registradas na densidade aparente dos grãos armazenados podem estar associadas ao aumento do teor de umidade, à presença de fungos e de insetos-pragas, a partir de 60 dias. Por outro lado, para Di Lanaro (2011), a redução dos valores da densidade dos grãos pode ser explicada pela menor densidade da água em relação aos demais componentes deste; como o aumento das dimensões dos grãos aumenta a porosidade, a densidade aparente se reduz. De acordo com Jesus et al. (2013), o valor do teor de água é inversamente proporcional ao da massa específica aparente. Para Freitas (2009),

o comportamento similar dos grãos nos sistemas de armazenamento pode estar associado principalmente ao baixo teor de água e à ausência de fungos, uma vez que ocorre a redução da água metabolizada no processo respiratório dos grãos conservando o teor de água da massa de grãos. Os tipos de sistemas de armazenamento silo do tipo bolsa e garrafa Pet apresentaram maior massa específica ($p \geq 0,05$), sugerindo eficácia na manutenção dessa variável ao longo do período de 120 dias de armazenamento. Costa et al. (2010), trabalhando com milho armazenado em silo do tipo Bolsa, concluíram que não houve decréscimo significativo da massa específica aparente do produto ao longo do armazenamento nas condições testadas. Nogueira et al. (2014), estudando a validação de modelo matemático para armazenamento de milho, concluíram que o sistema silo do tipo bolsa é uma técnica viável para armazenamento de grãos.

Figura 3 – Massa específica dos grãos de feijão crioulo Gurgutuba ao longo do período de armazenamento.

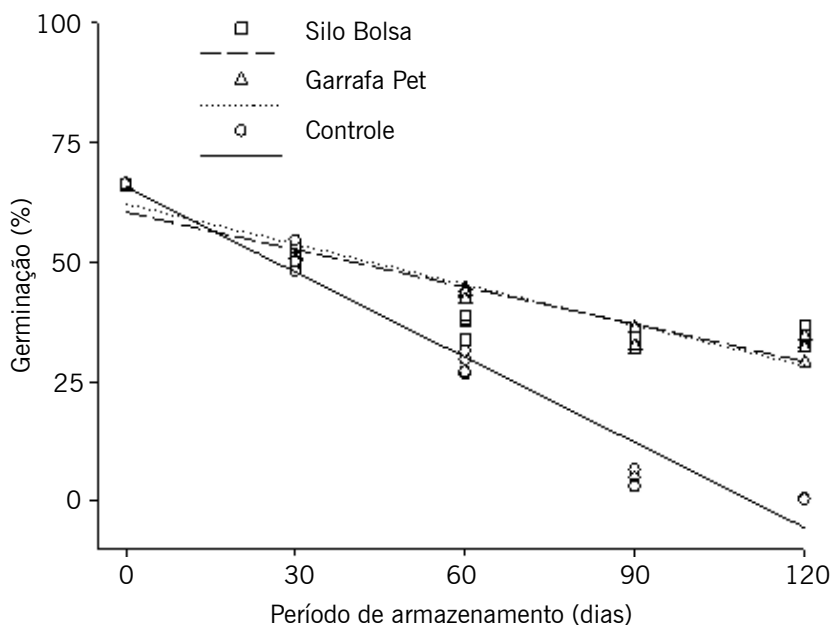


Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Os resultados obtidos para variável germinação nos grãos de feijões crioulos ao longo do período de armazenamento variaram significativamente ($F_{4,36} = 1511,53$; $p \leq 0,01$) entre os sistemas ($F_{2,36} = 812,83$), houve interação entre estes fatores ($F_{8,36} = 130,62$; $p \geq 0,01$). Os resultados obtidos no percentual de germinação dos grãos de feijão crioulos durante o armazenamento são apresentados na Figura 4 e na Tabela 2. 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. Foi observado no decorrer do período de armazenamento que a germinação dos grãos das variedades crioulas armazenadas no tratamento controle foi menor ($p \leq 0,05$) que os percentuais de germinação dos grãos armazenados em silo do tipo bolsa e garrafa pet (FIGURA 4), constituindo o resultado mais acentuado no controle. O modelo linear representa satisfatoriamente aos valores experimentais, sendo significativo a 1% de probabilidade pelo Teste Tukey, apresentando valores aceitáveis para o coeficiente de determinação (R^2). Ocorreu interação do tipo de armazenamento *versus* período, percebe-se que o percentual de germinação dos grãos é afetado ao longo do período de armazenamento dependendo do tipo de armazenamento. Os grãos de feijão das variedades

Gurgutuba em silo do tipo bolsa e garrafa pet reduziram linearmente o percentual de germinação ao longo do período de armazenamento, no entanto, essa redução foi maior no tratamento controle. Foi observada ao final de 120 dias de armazenamento diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os tipos de armazenamento. Destacaram-se os tratamentos silo do tipo bolsa e garrafa pet como os melhores ao final de 120 dias. De acordo com Silva et al., (2108), o incremento negativo é mais expressivo no tratamento controle, com redução de até 100% na germinação. O percentual de germinação reduziu proporcionalmente conforme o teor de água dos grãos aumentou (Figura 4), estabelecendo uma possível correlação. Todavia, a queda no percentual de germinação também pode ser associada às perdas registradas no grau de infestação, haja vista que os ajustes realizados no modelo de regressão para estas variáveis apresentaram tendências similares na qualidade dos grãos (FIGURA 2). Esses resultados são corroborados por Silva et al. (2018), quando estabeleceram correlações sugerindo que o teor de água e a condutividade elétrica aumentaram com o incremento do grau de infestação, e a massa específica e a germinação reduziram com o incremento do grau de infestação. O percentual de germinação acima de 70% é padrão mínimo exigido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para comercialização (MAPA, 2013), na caracterização inicial essa variável já estava abaixo dos padrões exigidos, no entanto, o incremento negativo foi menor nos silos bolsa e garrafa pet. As diferenças entre genótipos sugerem existir variabilidade genética e esse caractere sofrer influência do ambiente (MICHELS et al., 2014).

Figura 4 – Germinação de grãos de feijão crioulo Gurgutuba ao longo do período de armazenamento



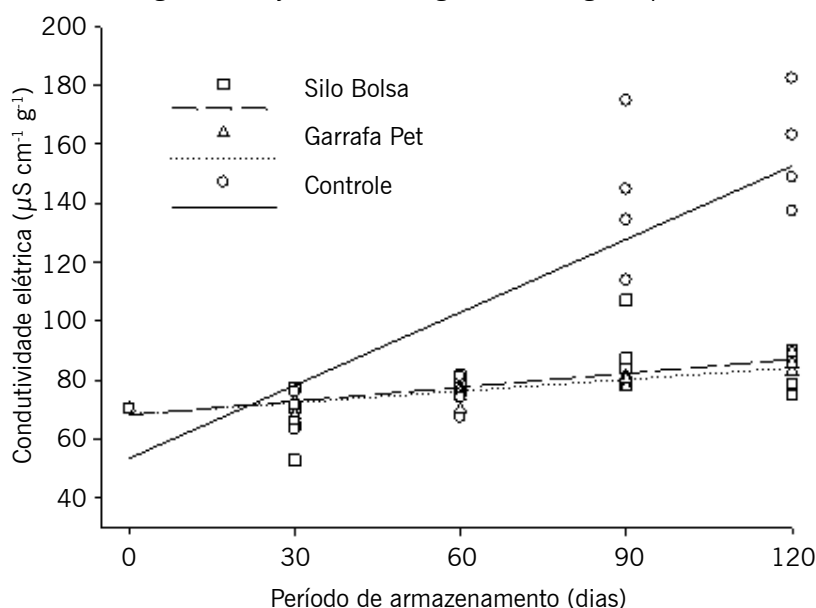
Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Os resultados obtidos para condutividade elétrica dos grãos de feijões crioulos ao longo do período de armazenamento variaram significativamente ($F_{4,36} = 39,42$; $p \leq 0,01$) entre os sistemas ($F_{2,36} = 112,64$; $p \leq 0,01$), houve interação ($F_{8,36} = 16,34$; $p \leq 0,01$). Os resultados da condutividade elétrica dos grãos de feijões crioulos ao longo do período de armazenamento são apresentados na Figura 5 e na Tabela 2. Foram ajustados modelos de regressão apenas para as características que apresentaram variação significativa. As características que não apresentaram variação significativa foram representadas pelas médias de seus

valores. O modelo linear representa adequadamente os dados experimentais, sendo significativo a 1% de probabilidade pelo Teste Tukey, apresentando valores aceitáveis para o coeficiente de determinação (R^2). Ocorreu interação do tipo de armazenamento *versus* período. Observa-se que os valores da condutividade elétrica são afetados ao longo do período de armazenamento dependendo do tipo de armazenamento (Figura 5). A condutividade elétrica da solução contendo os grãos variou significativamente ($p \leq 0,05$) ao longo do período de armazenamento nos sistemas silo do tipo bolsa e Garrafa Pet (Tabela 2), mas essa variação foi inexpressiva em relação ao tratamento controle ($p \leq 0,01$). O aumento na condutividade elétrica na solução contendo os grãos foi mais expressivo no tratamento controle a partir de 60 dias (Figura 5), o que indica maior lixiviação eletrolítica dos solutos celulares nesses grãos. Os resultados indicam a eficácia dos tipos de armazenamento silo do tipo bolsa e garrafa pet, que apresentaram baixa lixiviação de solutos nos grãos armazenados.

Não ocorreu diferença significativa ($p \geq 0,05$) para as médias da condutividade elétrica ao final de 120 dias entre os tipos armazenamentos, exceto o tratamento controle. Destacaram-se os tratamentos silo do tipo bolsa e garrafa pet como os melhores ao final de 120 dias. Para Zambiasi (2015), o tempo de armazenamento, influencia diretamente os valores da condutividade elétrica a partir dos 60 dias. Por outro lado, Pereira et al. (2007) correlacionaram o acréscimo nos valores da condutividade elétrica da solução que contém grãos com o grau de infestação por insetos-praga, confirmando os resultados obtidos neste trabalho (Figura 1). Para Marcos Filho (2015), concentrações elevadas indicam elevada lixiviação nos solutos e estão conectadas a grãos de baixa qualidade. Cassol (2017) afirma que lixiviação de eletrólitos indica menor estabilidade da membrana plasmática; logo, quanto maior o valor da condutividade elétrica, maior a interferência na qualidade do grão, em função da liberação íons minerais. O aumento da condutividade elétrica obtidos neste estudo pode estar associado ao aumento no teor de água e ao elevado grau de infestação por insetos-praga (Figuras 1 e 2). Silva et al. (2018) estabelecem análises de correlações, sugerindo que o teor de água e a condutividade elétrica aumentaram com o incremento do grau de infestação e que a massa específica e a germinação reduziram com o incremento do grau de infestação.

Figura 5 – Condutividade elétrica de grãos de feijão crioulo Gurgutuba ao longo do período de armazenamento



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Conclusão

O armazenamento hermético em silo do tipo bolsa e garrafa Pet é alternativa eficaz no controle da infestação de insetos pragas (*A. obtectus* e *Z. subfasciatus*) e não compromete as qualidades fisiológicas dos grãos em relação ao teor de água, massa específica, germinação e condutividade elétrica pelo período de até 120 dias.

Quality of white Gurgutuba creole beans stored in silo bags and PET bottles

Abstract

Hermetic storage in silo bag has provided a viable alternative for farms. This study evaluates the use of silo bags as an alternative for storing creole beans. The experiment was conducted in the UFAC seed laboratory. The beans were stored in silo bags for 30, 60, 90 and 120 days or in PET bottles, which is the common practice. In the control treatment, PET bottles sealed with organza fabric were used. The experimental model was factorial CRD with subdivided plots and four replications, with the plots being storage conditions; and sub-plots, storage periods. The degree of infestation, moisture content, apparent specific mass, germination percentage and electrical conductivity were evaluated at 30-day intervals. There was significant variation ($p < 0.05$) between storage types *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) and *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae, Bruchinae), then infestations occurred. Infestation using these bruchids was $< 7\%$ in the beans stored in the silo bag and PET bottle. For the control treatment, the degree of infestation was slightly higher ($p < 0.05$) with rates of $> 90\%$ after 120 days. The moisture content, specific mass, germination, and electrical conductivity of the beans stored in the silo bag and PET bottle preserved the characteristics analyzed over the 120-day period with the exception of control treatment. Storage in silo bags is an effective alternative for controlling infestation and maintaining quality, in terms of moisture content, specific mass, germination, and electrical conductivity, for up to 120 days.

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L. Modified atmosphere. Hermetic. Infestation.

Referências

BARONI, G. D.; BENEDETI, P. H.; SEIDEL, D. J. Cenários prospectivos da produção e armazenagem de grãos no Brasil. **Revista Thema**, v. 14, n. 4, p. 55-64, 2017. Disponível em: < DOI: <http://dx.doi.org/10.15536/thema.14.2017.55-64.452>>

BOHNER, T. O. L.; ARAÚJO, L. E. B.; NISHIJIMA, T. O. Impacto ambiental do uso de agrotóxicos no meio ambiente e na saúde dos trabalhadores rurais. **Revista Eletrônica do Curso de Direito**, v. 8, edição especial, p. 329-341, 2013. Disponível em: <DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/198136948280>>

BRAGANTINI, C. **Alguns aspectos do armazenamento de sementes e grãos de Feijão**. Santo Antônio de Goiás. Embrapa Arroz e Feijão. 2005. 28 p.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. **Instrução Normativa nº 45**, de 21 de setembro de 2013. Anexo XI - Padrões para produção e comercialização de sementes de feijão. (*Phaseolus vulgaris* L.). Disponível em: http://www.lex.com.Br/legis_24861657_InstruçãoNormativa_N_45_DE_17_de_setembro_de_2013.aspx. Acesso em: 15 março de 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Secretaria de Defesa Agropecuária (ACS). **Regras para análise de sementes (RAS)**. Brasília: MAPA, 2009.399 p.

CASSOL, F. D. R. **Características agrônômicas, nutricionais e tecnológicas de grãos de feijão carioca armazenados, cultivados em sistemas orgânico e convencional**. 2017. 112 f. Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Cascavel, Cascavel, 2017.

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

COELHO, C. M. M.; MOTA, M. R.; SOUZA, C. A.; MIQUELLUTI, D. J. Potencial fisiológico em sementes de cultivares de feijão crioulo (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 097-105, set. 2010.

COSTA, A. R. da.; FARONI L. R.; D'ANTONINO.; ALENCAR E. R. de; CARVALHO, M. C. S.; FERREIRA, L. G. Qualidade de grãos de milho armazenados em silos bolsa. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 2, p. 200-207, abr-jun, 2010.

JESUS, F. F. de; DE SOUZA, R. T.; DA SILVA, T. G. C.; TEIXEIRA, I. R.; DEVILLA, I. A. Propriedade físicas de sementes de feijão em função dos teores de água. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 21, n. 1, p. 09-18, jan./fev. 2013.

LIMA JÚNIOR, A. F. de; OLIVEIRA, I. P. de; ROSA, S. R. A. da; SILVA, A. J. da; MORAIS, M. M. de. Controle de pragas de grãos armazenados: uso e aplicação de fosfetos. **Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos**, v. 5, n. 4, 2012.

LANARO, N. di; BAJAY, L. G.; QUEIROZ, V. M. P.; PINTO, R. C. S.; ALBUQUERQUE, L. I. G. de; LESSIO, B. C.; AUGUSTO, P. E. D. Determinação de propriedades físicas do feijão fradinho. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 13, n. 1, p. 27-35, abr. 2011.

ELIAS, H. T.; VIDIGAL, M. C. G.; GONELA, A.; VOGT, G. A. Variabilidade genética em germoplasma tradicional de feijão preto em Santa catarina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 10, p. 1443-1449, 2007.

FARONI, L. R. A.; SOUSA, A. H. 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.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, mar./abr. 2014.

- FREITAS, R. S. **Qualidade de grãos de feijão armazenados sob atmosfera modificada**. 2009. 58 f. Dissertação (Mestre em Agronomia: Fitotecnia) Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN.
- MARCHER, E. J. **Sistema Silo-Bolsa**. Disponível em: <www.marcher.com.br/silo-bolsa/graos>. Acesso em: 11 de fev. de 2020.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495 p.
- MICHELS, A. F.; SOUZA, C.A.; COELHO, C. M. M.; ZILIO, M. Qualidade fisiológica de sementes de feijão crioulo produzidas no oeste e planalto catarinense. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 45, n. 3, p. 620-632, jul.-set, 2014.
- MATTAR, E. P. L.; OLIVEIRA, E. de; NAGY, A. C. G.; ARAÚJO, M. L.; JESUS, J. C. S. de; SIVIERO, A. DESCRIÇÃO DE CULTIVARES CRIoulos CULTIVADOS NO VALE DO JURUÁ. Embrapa Acre-Livro Técnico (INFOTECA) (2016).
- MUTUNGI, C.; AFFOGNON, H.D.; NJOROGE, A.W.; MANONO, J.; BARIBUTSA, D.; MURDOCK, L.L. Triple-layer plastic bags protect dry common beans (*Phaseolus vulgaris*) against damage by *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Chrysomelidae) during storage. **Journal of Economic Entomology**, Oxford, v. 108, n. 5, p. 2479–2488, oct. 2015.
- NAVARRO, S. Advanced grain storage methods for quality preservation and insect control based on aerated or hermetic storage and IPM. **Jornal Agricultural Engineering**, v. 49, n. 1, p. 13-20, Jan. 2012a.
- 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, dec. 2012b.
- NJOROGE, A. W.; AFFOGNON, H. D.; MUTUNGI, C. M.; MANONO, J.; LAMUKA, P.O.; MURDOCK, L. L. Triple bag hermetic storage delivers a lethal punch to *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) in stored maize. **Journal Stored Products Research**. v. 58, n. 3, p. 12-19. July 2014.
- NOGUEIRA, R. M.; HERRERA, B. B.; RUFFATO, S.; PIRES, E. M. Simulação e validação de um modelo matemático para o perfil de temperatura do milho armazenado em silo-bolsa. **Cientifica**, v. 42, n. 4, p. 330-337, jun. 2014.
- PEREIRA, A. M.; FARONI, L. R. D. A.; SOUSA, A. H.; URRUCHI, W. I.; ROMA, R. C. C. Efeito imediato e latente da fumigação com ozônio na qualidade dos grãos de milho. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v. 32, n. 2, p. 100-110, dez. 2007.
- RODRÍGUEZ, J. C.; BARTOSIK, R. E.; MALINARICH H. D.; EXILART, J. P.; NOLASCO, M. E. **Almacenaje de granos en bolsas plásticas**: sistema silobag. Disponível em: <<https://www.engormix.com/agricultura/articulos/almacenaje-de-granos-en-bolsas-plasticas-t26448.htm>>. Acesso em: 12 de mar. 2019.
- SANTOS, W. D. dos; CHAVAGLIA, R. F. A importância do controle de armazenagem para conservação e comercialização de grãos. **Revista Científica do Centro de Ensino Superior Almeida Rodrigues**, FAR/ISEAR, Ano 5, nº 5, jan. 2017.

SCHNEIDER, C. F.; MALAVASI, M. M.; TOLEDO, M. V.; STANGARLIN, J. R.; MALAVASI, U. C. Armazenamento de sementes de feijão submetidas a tratamentos sanitários alternativos. **Revista Verde**, v. 9, n. 4, p. 278 - 283, out-dez, 2014.

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

SILVA, J. F.; MELO, B. A. DE; LEITE, D. T.; ALMEIDA, F. DE A. C.; PESSOA, E. B. Dados biológicos de *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann, 1833)(Coleoptera: Bruchidae) em dois genótipos de *Phaseolus vulgaris* L. **Revista Verde**, v. 8, n. 3, p. 06-09, jul-set, 2013.

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, set, 2018.

SOARES JÚNIOR, M. S.; CALIARI M.; BECKER F. S.; SOUZA, E. R. B.; VERA, R. Propriedades físicas e químicas de grãos de feijões crioulos vermelhos. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 1, p. 263 – 269, jan-mar, 2015.

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

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

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164 p.

WANDER, A. E.; CASTRO, E. de C. Cadeia de produção de sementes de feijão no Brasil analisada sob a ótica da nova economia institucional. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 31, n. 3, p. 475-492, set./dez. 2014.

WACHTER, S. A.; PEREIRA, F. de A. R. Custo de armazenagem de grãos no sistema Silos bolsa. **Comunicação & Mercado/Unigran**, v. 4, n. 9, p. 245-253, jan-jun/2015.

ZAMBIASI, C. A. **Qualidade de grãos de feijão armazenados em diferentes condições de temperatura**. 2015. 77 f. Tese (Doutorado Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2015.

Submetido em: 14 de agosto de 2019

Aceito em: 16 de abril de 2020