

## VARIAÇÃO DA COR DE GRÃOS DE FEIJÃO CAUPI DEVIDO Á TEMPERATURA DE SECAGEM

FERNANDO MENDES BOTELHO<sup>1</sup>, ALINE DE OLIVEIRA<sup>2</sup>, SÍLVIA DE CARVALHO CAMPOS BOTELHO<sup>3</sup>, JOSÉ ÂNGELO NOGUEIRA DE MENEZES JÚNIOR<sup>3</sup>, LAYANNE CRISTINA B. ALMEIDA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Professor Adjunto III, Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Sinop, Sinop, Mato Grosso, Brasil. \*Email: fernando\_eaa@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Sinop, Sinop, Mato Grosso, Brasil.

<sup>3</sup> Pesquisador A, Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, Mato Grosso, Brasil.

Apresentado no  
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017  
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

**RESUMO:** Objetivou-se com este trabalho estudar e modelar a variação da cor de grãos de feijão Caupi (*Vigna unguiculata*) em função de diferentes temperaturas de secagem. Para avaliar o efeito da temperatura, amostras de grãos de feijão Caupi da variedade BRS Imponente, com teor inicial de água de 0,209 (b.s.) foram secadas numa estufa com circulação forçada de ar nas temperaturas de 40, 50, 60, 70, 80 e 90 °C até o teor final de água de 0,123 (b.s.). Ao final da secagem, a cor foi avaliada por meio das coordenadas L\*, a\* e b\* e da diferença total de cor em relação à menor temperatura de secagem. Observou-se que as coordenadas a\* e b\*, diminuíram enquanto que a coordenada L\* e a diferença total de cor (em relação à temperatura de 40 °C) aumentaram à medida que se aumentou a temperatura de secagem, sendo a dependência entre as variáveis explicada por modelos polinomiais de primeiro e segundo graus. De modo geral conclui-se que, os grãos de feijão perderam sua cor característica à medida que se aumentou a temperatura de secagem.

**PALAVRAS-CHAVE:** qualidade, propriedades físicas, *Vigna unguiculata*

### COLOR VARIATION IN COWPEA DUE TO DRYING TEMPERATURE

**ABSTRACT:** The objective of this work was to study and model the color variation in Cowpea (*Vigna unguiculata*) depending on the different drying temperature. To evaluate the temperature effect, samples of Cowpea from BRS Imponente variety, with initial moisture content of 0.209 (d.b.) were dried in an oven with forced air circulation at temperatures of 40, 50, 60, 70, 80 and 90 °C until the final moisture content 0.123 (d.b). At the end of drying, the color was evaluated by means of the L\*, a\* and b\* coordinates and the total color difference in relation to the lowest drying temperature. I was observed that the a\* and b\* decreased, while the L\* coordinate and the total color difference (in relation to the 40 °C drying temperature) increased as the drying temperature increased, being the dependence between variables explained by first and second polynomial models. Generally, is concluded that the Cowpea lost the color characteristic as the drying temperature was increased.

**KEYWORDS:** Quality, Physical Properties, *Vigna unguiculata*

## **INTRODUÇÃO**

O feijão é a principal fonte de proteína vegetal na alimentação brasileira, muitas vezes é utilizado para substituir carnes e outros produtos, sendo um dos principais componentes da dieta alimentar (FERNANDES & SOUZA FILHO, 2001; RIOS et al., 2003).

Segundo EMBRAPA MEIO-NORTE (2016), o mercado do feijão caupi passa por importantes avanços tecnológicos e socioeconômicos no Brasil principalmente no cerrado do Centro-Oeste, em particular no Estado de Mato Grosso, onde parte da produção tem sido exportada para países europeus e asiáticos, e onde a cultura tem despertado cada vez mais o interesse de produtores.

Segundo dados da CONAB (2017) o balanço será positivo para o feijão Caupi na safra 2016/17 no estado do Mato Grosso. Nesta safra a área plantada registrou aumento de 60%. A produtividade também atingirá bons números, com rendimento médio em torno de 1.200 kg ha<sup>-1</sup>, desempenho 66,7% superior aos 720 kg ha<sup>-1</sup> obtidos na safra anterior devido principalmente a uma melhor ocorrência e distribuição das chuvas na safra corrente.

Apesar dos bons índices de produtividade que estão sendo esperados para a safra atual, para se obter um produto final de boa qualidade é de fundamental importância que o produto seja processado de forma adequada possibilitando assim uma armazenagem adequada e, conseqüentemente um melhor produto final oferecido ao consumidor. Neste sentido, BOTELHO (2012) salienta que a secagem é uma das principais operações pós-colheita para a maioria dos produtos agrícolas quando se visa obtenção de produtos com qualidade. O principal objetivo dessa operação é reduzir a atividade de água até níveis seguros para que o produto possa ser armazenado sem que haja riscos de deterioração.

Mesmo a secagem sendo de suma importância para a conservação de grãos, quando não é convenientemente controlada pode causar diversos danos, como alteração de cor, formação de crosta periférica, perda de matéria seca, redução de integridade física dos grãos, suscetibilidade à defeitos e redução do tempo de conservação (ELIAS, 2002). Esses danos fragilizam os grãos, possibilitando o ataques de insetos de hábitos alimentares secundários e potencializa a ocorrência de reações químicas oxidativas que reduzem a qualidade da massa de grãos.

Nos produtos agrícolas, a alteração de cor está frequentemente relacionada as características de qualidade, podendo ser um fator atrativo ou não ao mercado consumidor. Desta forma, a alteração na coloração de produtos agrícolas é um atributo de qualidade de fácil identificação (FARONI et al., 2006) e de efeito imediato na aceitação de um produto pelo consumidor final.

Segundo MARINI et al., (2007), a secagem intermitente, com temperatura do ar até 65 °C, é um método eficiente para a conservação dos parâmetros biológicos de grãos de aveia branca. Todavia, embora reduzam a incidência de contaminação fúngica, temperaturas da massa de grãos acima de 45 °C durante a secagem provocam redução da qualidade dos grãos de aveia.

Avaliando-se a qualidade dos grãos de soja armazenados em diferentes condições de temperatura e teor de água ALENCAR et al., (2009) verificaram que, em geral, a variação de cor dos grãos de soja durante o armazenamento foi mais acentuada a medida em que se elevou o teor de água e a temperatura dos grãos. Considerando que a temperatura de secagem pode afetar de forma significativa a qualidade dos grãos, objetivou-se com este trabalho estudar a variação da cor de grãos de feijão Caupi em função de diferentes temperaturas de secagem.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Foram utilizados grãos de feijão Caupi, cultivar BRS Imponente, produzidos no município de Nova Ubiratã (MT). Os grãos foram colhidos e debulhados manualmente, sendo posteriormente levados ao laboratório onde foram realizadas a limpeza e a retirada de avariados

e materiais estranhos. A amostra avaliada possuía inicialmente teor de água médio de 0,209 (b.s.) e foram mantidos em câmara, tipo BOD, a 3 °C até que fosse realizado o experimento.

A determinação do teor de água foi realizada pelo o método gravimétrico utilizando uma estufa com circulação forçada de ar a  $105 \pm 1$  °C, durante 24 h, com três repetições de 30 g (BRASIL, 2009).

Os grãos de feijão foram submetidos à secagem em uma estufa com circulação forçada de nas temperaturas de 40, 50, 60, 70, 80 e 90 °C. A redução do teor de água ao longo da secagem foi acompanhada pela diferença de massa, conhecendo-se o teor de água inicial. A massa das amostras ao longo da secagem foi medida utilizando-se uma balança analítica com resolução de 0,01 g. As amostras foram secadas até atingirem o teor de água de pelo menos 0,123 (b.s.). Após a secagem as amostras foram encaminhadas para a quantificação da cor.

A determinação da cor dos grãos de feijão caupi, para cada amostra secada nas diferentes temperaturas propostas, foi realizada utilizando-se um colorímetro tristímulo, com leitura direta de refletância das coordenadas  $L^*$  (luminosidade),  $a^*$  (tonalidades vermelha ou verde) e  $b^*$  (tonalidades amarela ou azul), empregando a escala Hunter-Lab (Figura 1) e utilizando o iluminante com ângulo de observação de 10°/D60. A cor das amostras foi determinada em três repetições para cada temperatura de secagem utilizada.

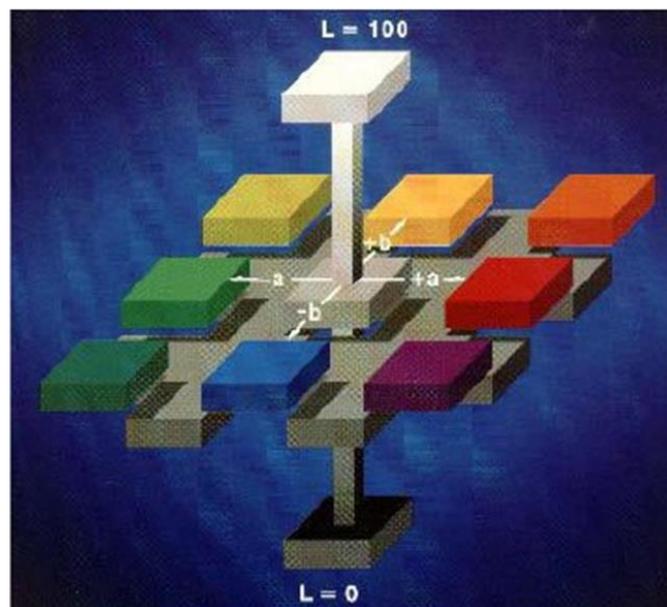


Figura 1. Esquema do sólido de Hunter

A partir dos valores de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , foi calculado a Diferença Total de Cor (Equação 1) sempre em relação à menor temperatura de secagem.

$$DE = \sqrt{(DL^*)^2 + (Da^*)^2 + (Db^*)^2} \quad (1)$$

Em que:

DE é a diferença total de cor;

$DL^*$  é a diferença entre os índices de luminosidade;

$Da^*$  é a diferença entre as tonalidades de  $a^*$ ; e

$Db^*$  é a diferença entre as tonalidades de  $b^*$ .

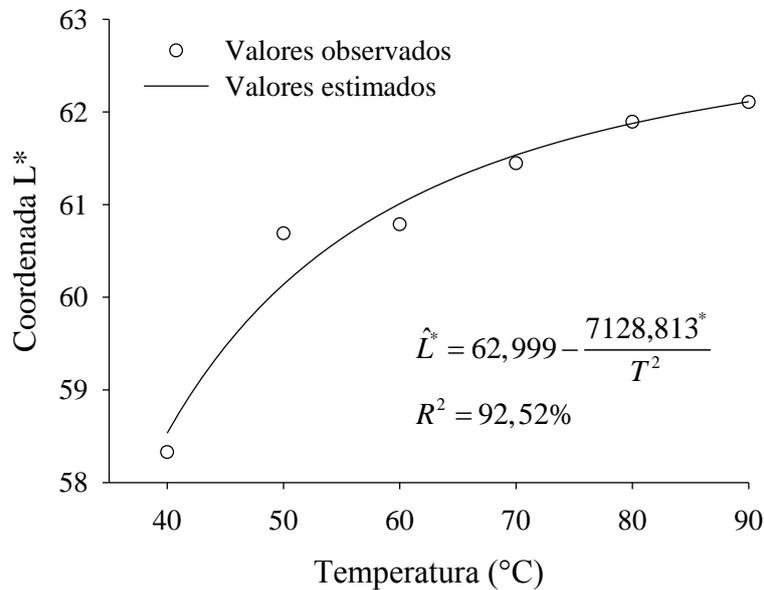
Os dados observados da cor dos grãos de feijão caupi, para cada temperatura de secagem, foram submetidos à análise de variância seguidos de análise de regressão linear a um nível de significância de 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Devido a sua maior simplicidade, buscou-se ajustar sempre modelos polinomiais para

descrever a dependência dos índices físicos utilizados para avaliar a cor dos grãos de feijão caupi em relação à temperatura do ar de secagem

Na Figura 2 estão apresentados os valores observados e estimados da coordenada “L\*” dos grão de feijão caupi em função da temperatura do ar de secagem.



\*Significativo à 5% de probabilidade pelo teste “t”

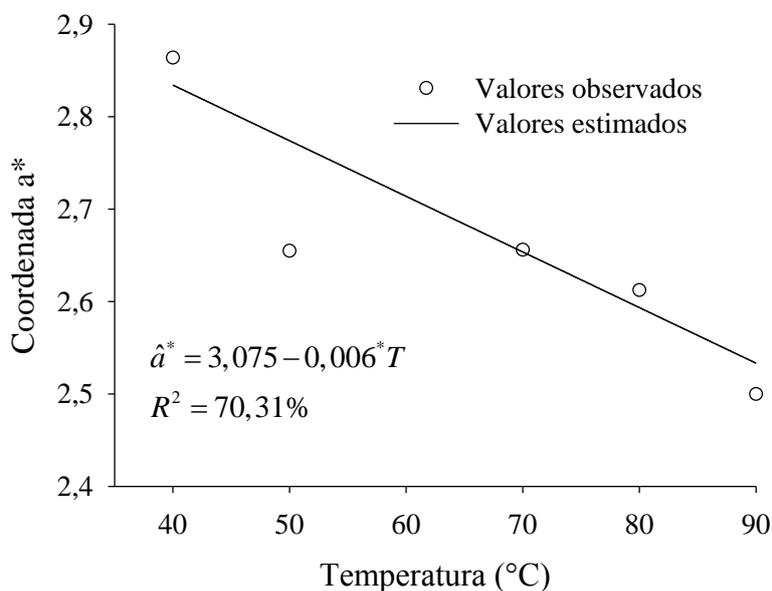
FIGURA 2. Valores observados e estimados da coordena L\* de grãos de feijão caupi secados em diferentes temperaturas.

Observa-se que o valor da coordenada L\* dos grãos de feijão caupi aumentou em função da elevação da temperatura do ar de secagem, apresentando uma tendência quadrática, variando de 58,33 a 62,11, para temperaturas variando de 40 a 90 °C.

A coordenada L\* está relacionada à luminosidade, descrevendo um maior ou menor branqueamento dos grãos. Esse índice varia de 0 (preto) até 100 (branco). Portanto, o aumento da temperatura de secagem promoveu o branqueamento do feijão caupi.

O branqueamento de grãos é entendido como um fator de perda de qualidade na maioria das situações, e é para alguns produtos como o café, um fenômeno já bastante conhecido e associado a perda de valor comercial (BACHI, 1962).

Na Figura 3 estão apresentados os valores observados e estimados da coordenada a\* dos grão de feijão caupi em função da temperatura do ar de secagem.



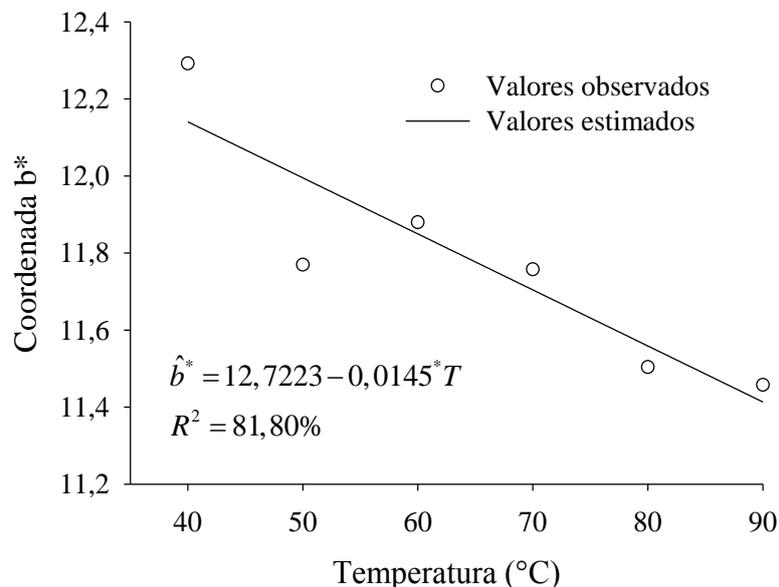
\*Significativo à 5 % de probabilidade pelo teste “t”

FIGURA 3. Valores observados e estimados da coordena  $a^*$  de grãos de feijão caupi secados em diferentes temperaturas.

A coordenada  $a^*$  (variação do verde para o vermelho) reduziu proporcionalmente ao aumento da temperatura. Esse índice variou de 2,86 a 2,5, para a faixa de temperatura de secagem estudada (40 a 90 °C). A dependência da coordenada  $b^*$  com a temperatura do ar de secagem pode ser explicada de por meio de um polinômio de primeiro grau, que descreveu bom ajuste aos dados experimentais ( $R^2 = 0,7031$ ).

CORADI et al. (2007), estudaram a qualidade do café natural e despulpado após diferentes tipos de secagem, sendo que uma parcela de cada tipo de café foi conduzida para a secagem em terreiro e a outra parcela para secagem com temperaturas de 40 e 60 °C. Após a secagem, o café foi armazenado em ambiente hermético mantendo-se constantes as umidades relativas de 60 e 80%. Observando-se os tipos de secagem e processamento, a temperatura de 60 °C e o café natural apresentaram, respectivamente, os maiores valores de  $L^*$  e  $a^*$ , caracterizando os grãos de café secados a 60 °C como de pior qualidade quando comparados com a secagem em terreiro e temperatura de 40 °C.

Na Figura 4 estão apresentados os valores observados e estimados da coordenada  $b^*$  dos grão de feijão caupi em função da temperatura do ar de secagem.



\*Significativo à 5 % de probabilidade pelo teste “t”

FIGURA 4. Valores observados e estimados da coordena  $b^*$  de grãos de feijão caupi secados em diferentes temperaturas.

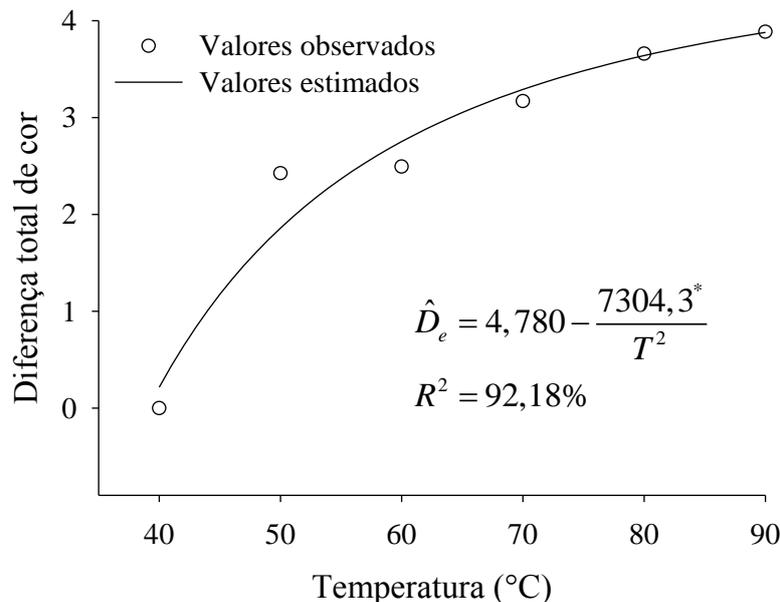
A coordenada  $b^*$  (variação do azul para o amarelo), assim como ocorreu com a coordenada  $a^*$ , reduziu proporcionalmente à elevação de temperatura. Para esta variável, a variação foi de 12,29 a 11,46 para uma variação na temperatura de secagem de 40 para 90 °C.

A dependência da coordenada  $b^*$  com a temperatura do ar de secagem pode ser explicada de por meio de uma equação linear, que apresentou bom ajuste aos dados experimentais ( $R^2 = 0,8180$ ).

BOTELHO et al. (2015) ao estudar influência da temperatura de secagem sobre as propriedades físicas dos grãos de soja, variando a temperatura de secagem de 40 a 80 °C, observou que a coordenada  $L^*$  não foi influenciada pelo aumento na temperatura de secagem. Todavia, esses autores observaram que, de forma similar ao observado no presente trabalho, houve redução das coordenadas  $a^*$  e  $b^*$  e concluíram que, com o aumento da temperatura do ar de secagem, os grãos de soja perderam sua cor característica inicial, reduzindo sua qualidade.

A diferença total de cor dos grãos de feijão caupi em função da temperatura de secagem

está apresentada na Figura 5.



\*Significativo à 5 % de probabilidade pelo teste "t"

FIGURA 5. Valores observados e estimados da diferença total de cor de grãos de feijão caupi secados em diferentes temperaturas.

A diferença total de cor (em relação à temperatura de 40 °C) aumentou à medida que se aumentou a temperatura de secagem. A diferença total de cor dos grãos de feijão caupi variaram de 0 a 3,86, para as temperaturas variando de 40 a 90 °C. A dependência da Diferença total de cor com a temperatura do ar de secagem pode ser explicada por meio de uma equação polinomial de segundo grau, que apresentou bom ajuste aos dados experimentais ( $R^2 = 0,9218$ ). De modo geral, quanto menor a temperatura do ar de secagem, menor é o efeito desse processo sobre a qualidade final dos grãos (ULLMANN et al. 2010), Assim, para a faixa de temperatura estudada a de 40 °C seria aquela que menos alteraria as características físicas dos grãos. Logo, fica evidenciado que o aumento da temperatura de secagem causou a perda da cor característica dos grãos avaliados. Esta conclusão já poderia ter sido tirada ao avaliar as coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  de forma individualizada, mas, a Diferença total de cor leva em consideração o efeito combinado dessas variáveis, possibilitando uma avaliação mais generalizada.

ALENCAR et al. (2009), avaliaram a qualidade dos grãos de soja armazenados em diferentes condições de temperatura e umidade relativa. A cada 45 dias até um período de 180 dias de armazenamento, foram determinados o teor de água, a classificação dos grãos, a massa específica aparente, a coloração e o teor de lipídios. Verificou-se, em geral, no que diz respeito a coloração que houve aumento da diferença total de cor dos grãos durante o armazenamento, aumento este mais acentuado a medida em que se elevou o teor de água e a temperatura da massa de grãos

## CONCLUSÕES

Relacionando os resultados obtidos, pode-se concluir que:

O aumento da temperatura de secagem influencia a cor, causando o aumento da coordenada  $L^*$  e da Diferença total de cor, além da redução das coordenadas  $a^*$  e  $b^*$ .

O aumento da temperatura de secagem reduz a qualidade física da massa de grãos.

## REFERÊNCIAS

ALENCAR, E. R.; FARONI, L. R. D.; LACERDA FILHO, A. F.; PETERNELLI, L. A.; COSTA, A. R.; Qualidade dos grãos de soja armazenados em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-PB, v.13. n.5. p. 606- 613, 2009.

BACCHI, O. O Branqueamento dos Grãos de Café. **BRANGANTIA- Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo**, Campinas - SP, v.21. N.28. p. 467- 484, 1962.

BOTELHO, F. M. **Cinética de secagem, propriedades físicas e higroscópicas dos frutos e caracterização do processo de torrefação dos grãos de *Coffea canephora***. xii, 129f. : il. ; (algumas col.) . Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa- MG, 2012.

BOTELHO, F. M.; GRANELLA, S. J.; BOTELHO, S. C. C.; GARCIA, T. R. B.; Influência da temperatura de secagem sobre as propriedades físicas dos grãos. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa-MG, v.23. n.3. p.212-219, 2015.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para análises de sementes**. Brasília, 2009, 399 p.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira - grãos safra 2016/2017: Décimo Sétimo Levantamento: abril, 2017**, 162 p.

CORADI, P. C.; BORÉM, J. M.; OLIVEIRA, J. A.; Qualidade do café natural e despulpado após diferentes tipos de secagem e armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-PB, v.12. N.2. p. 181- 188, 2008

ELIAS, M.C. **Fatores que influenciam a aeração e o manejo da conservação de grãos**. In: LORINI, I. et al. (Ed). Armazenagem de grãos. Campinas: IBG, 2002. p.311-359.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA MEIO-NORTE. **BRS Imponente**. jun. 2016. Disponível em: <http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca>>. Acesso em: 06 mai. 2017.

FARONI, L. R. A.; CORDEIRO, I. C.; ALENCAR, E. R.; ROZADO, A. F.; ALVEZ, W. M.; Influência do conteúdo de umidade de colheita e temperatura de secagem na qualidade do feijão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-PB, v.10. n.1. p.148-154, 2006.

FERNANDES, G. M. B.; SILVEIRA FILHO, B. F. **Armazenamento de sementes de feijão na pequena propriedade**. Rio de Janeiro: PESAGRO, 2001. 5 p.

MARINI, L. J.; GUTKOSKI, L. C.; ELIAS, M. C.; SANTIN, J. A.; Qualidade de grãos de aveia sob secagem intermitente em altas temperaturas. **Ciência Rural**, Santa Maria- RS, v.37. n.5. p.1268-1273, 2007.

MORAIS, S.J.S. **Cinética de secagem de grãos de feijão-caupi (*Vigna unguilata* (L.) Walp.)**. 2010.74 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Goiás, Anápolis- GO,2010.

RIOS, A. O.; ABREU, C. M. P.; CORRÊA, A. D. Efeito da estocagem e das condições de colheita sobre algumas propriedades físicas, químicas e nutricionais de três cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, p. 39-45, 2003.

ULLMANN, R.; RESENDE, O.; SALES, J. F.; CHAVES, T. H. **Qualidade das sementes de pinhão manso submetidas à secagem artificial**. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza - CE, v.41. n.3. p.442-447, 2010.