

PROPRIEDADES FÍSICAS DOS GRÃOS DE CÁRTAMO DURANTE A SECAGEM

ELTON APARECIDO SIQUEIRA MARTINS¹, ANDRÉ LUÍS DUARTE GONELI², ALEXANDRE ALVES GONÇALVES³, RENATO TERTULIANO GARCIA⁴, CESAR PEDRO HARTMANN FILHO⁵

¹ Eng. Agrícola, Doutorando em Agronomia, UFGD / Dourados-MS, elton_asm@yahoo.com.br

² Eng. Agrônomo, Prof. Adjunto, UFGD / Dourados-MS, andregoneli@ufgd.edu.br

³ Graduando em Engenharia Agrícola, UFGD / Dourados-MS, alexandre_alvesg@hotmail.com

⁴ Graduando em Engenharia Agrícola, UFGD / Dourados-MS, renatotertuliano_@hotmail.com

⁵ Eng. Agrônomo, Doutorando em Agronomia, UFGD / Dourados-MS, cphartmann21@hotmail.com

Apresentado no

XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015

13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro – SP, Brasil

RESUMO: O cártamo é uma cultura oleaginosa, em que seu óleo pode ser utilizado para fins alimentícios e industriais, com destaque para o uso como matéria prima para a produção de biodiesel. Há poucas informações sobre as propriedades físicas dos grãos desta cultura, as quais são importantes para o desenvolvimento e aperfeiçoamento de estruturas, equipamentos e técnicas para as etapas de pós-colheita. Assim, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito da variação do teor de água, durante a secagem, sobre as principais propriedades físicas dos grãos de cártamo, como: massa específica aparente e unitária, porosidade e massa de mil grãos. Foram utilizados grãos de cártamo colhidos com teor de água inicial de aproximadamente 0,445 decimal b.s. (base seca), e submetidos à secagem em estufa com circulação forçada de ar, a temperatura de 40 °C, até os grãos atingirem o teor de água final de $0,073 \pm 0,008$ decimal b.s. Durante a secagem foram mensuradas as propriedades físicas dos grãos de cártamo. Com base nos resultados obtidos, conclui-se que a redução do teor de água, durante a secagem, causa a redução da massa específica aparente e unitária, massa de mil grãos e porosidade dos grãos de cártamo.

PALAVRAS-CHAVE: *Carthamus tinctorius* L., massa específica aparente, porosidade.

PHYSICAL PROPERTIES OF SAFFLOWER GRAINS DURING DRYING

ABSTRACT: Safflower is an oil crop in that its oil can be used for food and industrial use, especially for use as raw material for the production of biodiesel. There is little information on the physical properties of the grains of this culture, which are important for the development and improvement of structures, equipment and techniques to the stages of post-harvest. Thus, the present work was to evaluate the effect of varying the moisture content during drying on the main physical properties of safflower grains as: bulk density, true density, porosity and thousand grain weight. Safflower grains harvested were used with an initial moisture content of approximately 0.445 decimal d.b. (dry basis), and subjected to drying in an oven with forced air circulation, at 40 °C until the grains reach a final moisture content of 0.073 ± 0.008 decimal d.b. During drying were measured physical properties of safflower grains. Based on the obtained results, it is concluded that reducing the moisture content during drying, because the reduction of the bulk density and true density, thousand grain mass and porosity of safflower grain.

KEYWORDS: *Carthamus tinctorius* L., bulk density, porosity.

INTRODUÇÃO: Inúmeras culturas se destacam como fonte de matéria prima para a produção de biodiesel, dentre elas o cártamo, apresentando um teor de óleo situado na faixa de 20 à 45%, e de excelente qualidade, com rendimento semelhante a soja e ao girassol (0,4 a 0,6 toneladas de óleo por hectare), e ainda, a cultura apresenta grande capacidade de desenvolvimento em condições adversas de clima e solo (COŞGE et al., 2007; PADILHA et al., 2012). Segundo GONELI et al. (2011) as propriedades físicas e geométricas, como a massa específica, porosidade, tamanho, volume, entre outras propriedades físicas, são informações de suma importância para projetar e dimensionar

máquinas e equipamentos destinados à pós-colheita de produtos agrícolas, bem como para estudos envolvendo a transferência de calor e massa, e movimentação de ar em massas granulares. Sendo o cártamo uma cultura ainda pouco estudada e com potencial crescente de produção no Brasil, o levantamento destas propriedades físicas é relevante para o sucesso das etapas de pós-colheita do grão. O conhecimento da massa específica aparente e a massa específica real ou unitária, juntamente com a porosidade, a qual pode ser obtida indiretamente pela relação entre a massa específica aparente e unitária, são muito importantes para auxiliar no dimensionamento de moegas, armazéns e silos para grãos e sementes, e em equipamentos de separação e classificação (TAVAKOLI et al., 2009). A massa específica aparente e real fornece informações do volume ocupado e massa do produto, o que facilita o planejamento e dimensionamento do volume estrutural das unidades armazenadoras, e até mesmo de transportadores de grãos. Diante do exposto, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar as principais propriedades físicas dos grãos de cártamo, como: massa específica aparente e unitária, porosidade e a massa de mil grãos de cártamo em função da variação do teor de água.

MATERIAL E MÉTODOS: Os grãos de cártamo apresentaram teor de água inicial de aproximadamente 0,445 decimal b.s. (base seca), e foram secos em estufa com circulação forçada de ar, a temperatura de 40 °C. A redução do teor de água foi acompanhada pelo método gravimétrico (perda de massa) com o auxílio de uma balança, até os grãos atingirem o teor de água final de $0,073 \pm 0,008$ decimal b.s.. A massa específica aparente (ρ_{ap}) para os grãos de cártamo foi determinada utilizando uma balança de peso hectolítrico, com volume de 250 mL. Para cada teor de água amostrado, durante a secagem, foram realizadas cinco medições para a determinação da massa específica aparente. Em cada medição foi preenchido o volume da balança de peso hectolítrico com grãos de cártamo e determinado a massa do volume de produto em uma balança com resolução de 0,01 g. A massa específica aparente resultou da média das cinco repetições, para cada teor de água amostrado, sendo esse valor médio expresso em kg m^{-3} . Para a determinação da massa específica unitária ou real (ρ_u) foram escolhidos, ao acaso, 18 grãos de cártamo e secos individualmente. Para cada teor de água amostrado durante o processo de secagem foi realizado, com o auxílio de um paquímetro digital com resolução de 0,01 mm, as medições dos diâmetros perpendiculares do produto, todas em milímetros, comprimento (a), largura (b) e espessura (c), conforme ilustra a Figura 1, e também foi determinada a massa de cada grão com uma balança com resolução de 0,001 g.

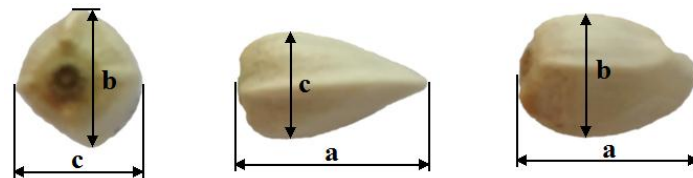


FIGURA 1. Representação dos diâmetros perpendiculares dos grãos de cártamo.

Para a determinação do volume de cada grão de cártamo (V_g , em mm^3), ao longo do processo de secagem, foi utilizada a Equação 1, proposta por JAIN & BAL (1997), considerando a forma do produto como um corpo cono-esférico.

$$V_g = \frac{\pi D^2 a^2}{6 (2a - D)} \quad (1)$$

$$D = (b c)^{0,5} \quad (2)$$

em que:

D: média geométrica entre as medidas “b” e “c” do produto.

A partir do volume e da massa de cada grão, foi determinado a massa específica unitária (Equação 3).

$$\rho_u = \frac{m_g}{V_g} 10^6 \quad (3)$$

em que:

ρ_u : massa específica unitária, kg m⁻³; e

m_g : massa de um grão de cártamo, g.

A porosidade (ε , em %) da massa dos grãos de cártamo foi determinada indiretamente por meio da Equação 4.

$$\varepsilon = \left(1 - \frac{\rho_{ap}}{\rho_u} \right) 100 \quad (4)$$

A massa de mil grãos foi determinada de acordo com a Regra de Análise de Sementes (BRASIL, 2009), em que foi realizada a escolha aleatória de 100 grãos de cártamo, em oito repetições, e determinada a massa dos grãos de cada repetição, com uma balança com resolução de 0,001 g. Os resultados obtidos para cada teor de água amostrado durante a secagem foram ajustados para 1000 grãos. Os dados experimentais referentes às propriedades físicas dos frutos de amendoim foram submetidos à análise de regressão linear.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os valores da massa específica aparente reduziram conforme reduziu o teor de água dos grãos de cártamo (Figura 2 A), sendo que normalmente os produtos agrícolas apresentam comportamento contrário para essa propriedade. No entanto, SEIFI et al. (2010) trabalhando com grãos de cártamo da variedade *Goldasht* verificaram comportamento semelhante ao encontrado no presente trabalho.

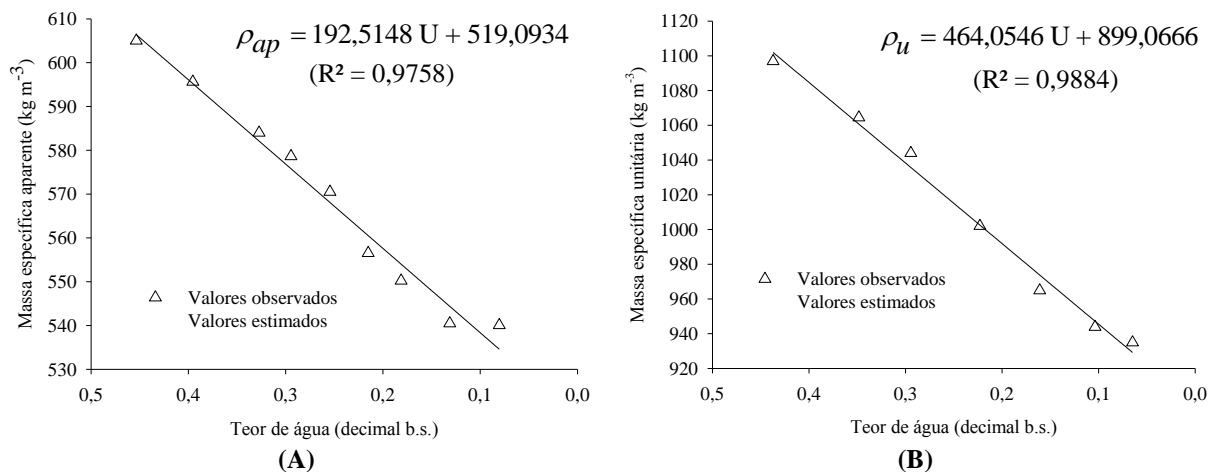


FIGURA 2. Valores observados e estimados da massa específica aparente (A) e unitária (B) dos grãos de cártamo em função do teor de água (U, em decimal b.s.).

Este comportamento pode ser explicado devido ao fato dos grãos de cártamo contraírem significativamente o endosperma (parte interna) durante a secagem (Figura 3B), reduzindo também a massa do produto, enquanto que o volume externo do grão não reduziu na mesma proporção da parte interna (Figura 3A). A menor redução do volume em relação a sua massa, também, pode ser atribuída a resistência do tegumento dos grãos dessa cultura à contração.

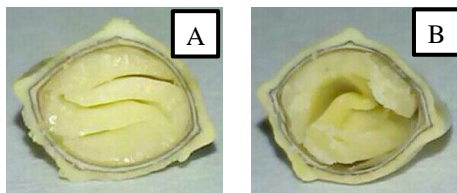


FIGURA 3. Grão de cártamo antes da secagem (A) e grão de cártamo após a secagem (B).

Os valores da massa específica unitária dos grãos de cártamo reduziram no decorrer da secagem (Figura 2 B), evidenciando que a redução do volume do grão durante a secagem foi menos intensa do que a redução de sua massa, conforme já explicado, e ilustrado na Figura 2 A, para a massa específica

aparente. Comportamento semelhante ao observado no presente trabalho para a massa específica unitária foi encontrado para sementes de pinhão manso (SIQUEIRA et al., 2012).

Os valores da porosidade da massa de grãos de cártamo reduziram no decorrer da secagem (Figura 4A), comportamento esse comum para muitos produtos agrícolas, como observado também por SIQUEIRA et al. (2012). Esse comportamento pode ser explicado devido aos produtos agrícolas apresentarem como característica, com a redução do teor de água, a redução do seu volume, fazendo com que a massa do produto se compacte de modo a reduzir os espaços intergranulares.

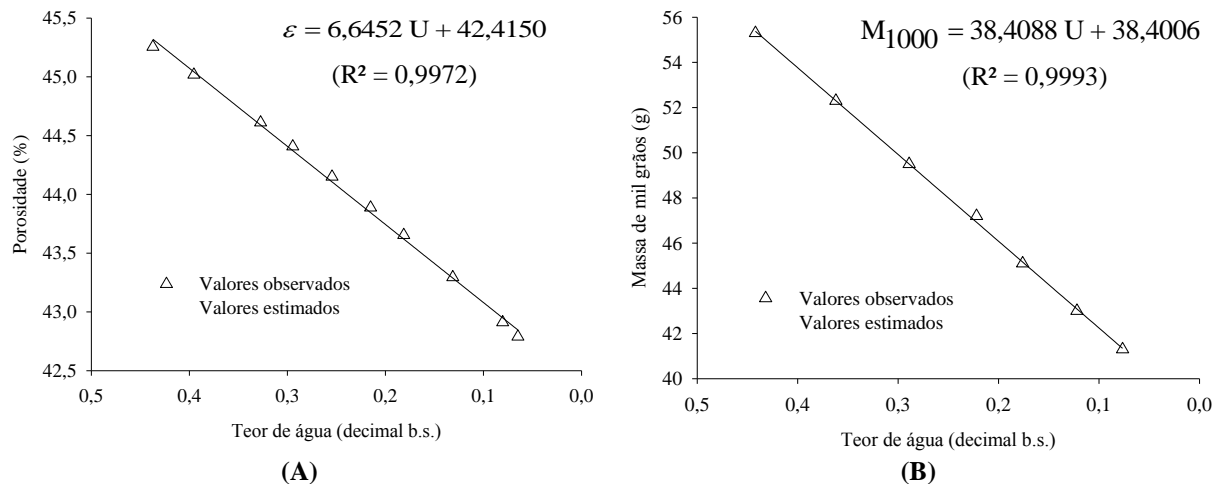


FIGURA 4. Valores observados e estimados da porosidade (A) e da massa de mil grãos de cártamo (B) em função do teor de água (U, em decimal b.s.).

A massa dos grãos de cártamo reduz conforme diminui o teor de água dos mesmos (Figura 4 B), comportamento este esperado para qualquer produto agrícola durante a secagem. O processo de secagem remove parte da água ligada aos produtos agrícolas, com isso faz com que a massa dos mesmos seja reduzida.

CONCLUSÕES: A redução do teor de água proporciona redução na massa específica aparente e unitária, porosidade e massa de mil grãos de cártamo durante a secagem.

REFERÊNCIAS

- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, p.395, 2009.
- COŞGE, B.; GÜRBÜZ, B.; KIRALAN, M. Oil Content and Fatty Acid Composition of Some Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Varieties Sown in Spring and Winter. **International Journal of Natural and Engineering Sciences**, v.1, n.3, p.11-15, 2007.
- GONELI, A.L.D.; CORRÊA, P.C.; MAGALHÃES, F.E.A.; BAPTESTINI, F.M. Contração volumétrica e forma dos frutos de mamona durante a secagem. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.33, n.1, p.1-8, 2011.
- JAIN, R.K.; BAL, S. Properties of pearl millet. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v.66, n.2, p.85-91, 1997.
- PADILHA, A.C.M.; GOLLO, S.S.; SILVA, M.N. **Estudos na Cadeia Produtiva do Biodiesel**. Jaguarão/RS: Unipampa, 2012. 255p.
- SEIFI, M.R.; ALIMARDANI, R.; AKRAM, A.; ASAKEREH, A. Moisture-Depend Physical Properties of Safflower (Goldasht). **Advance Journal of Food Science and Technology**, v.2, n.6, p.340-345, 2010.
- SIQUEIRA, V.C.; RESENDE, O.; CHAVES, T.H. Propriedades físicas das sementes de pinhão-mansão ao longo da secagem em diferentes temperaturas. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.1, p.2705-2714, 2012.
- TAVAKOLI, M.; TAVAKOLI, H.; RAJABIPOUR, A.; AHMADI, H.; GHARIB-ZAHEDI, S.M.T. Moisture-dependent physical properties of barley grains. **International Journal of Agricultural and Biological Engineering**, v.2, n.4, p.84-91, 2009.