

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL**

**PROPRIEDADES FÍSICAS E COLORIMÉTRICAS DE
GRÃOS DE GIRASSOL AO LONGO DA SECAGEM**

RENATA DOS SANTOS ANDRADE

**SINOP
MATO GROSSO – BRASIL
2018**

RENATA DOS SANTOS ANDRADE

**PROPRIEDADES FÍSICAS E COLORIMÉTRICAS DE GRÃOS DE
GIRASSOL AO LONGO DA SECAGEM**

Orientador: Prof. Dr. **Fernando Mendes Botelho**
Co-Orientadora: Dr^a. **Sílvia Carvalho de Campos Botelho**

Trabalho de Curso apresentado à
Universidade Federal de Mato Grosso -
UFMT - *Campus* Universitário de Sinop,
como parte das exigências para obtenção
do Título de Engenheiro Agrícola.

SINOP

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

A553p Andrade, Renata dos Santos.
PROPRIEDADES FÍSICAS E COLORIMÉTRICAS DE
GRÃOS DE GIRASSOL AO LONGO DA SECAGEM /
Renata dos Santos Andrade. -- 2018
35 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Fernando Mendes Botelho.
Co-orientadora: Sílvia Carvalho de Campos Botelho.
TCC (graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental) -
Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências
Agrárias e Ambientais, Sinop, 2018.
Inclui bibliografia.

1. Helianthus annuus. 2. colorimetria. 3. teor de água. I.
Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a)
autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL
COMISSÃO DE TRABALHO DE CURSO



TERMO DE APROVAÇÃO DE TC

**TÍTULO DO TRABALHO: PROPRIEDADES FÍSICAS E COLORIMÉTRICAS
DE GRÃOS DE GIRASSOL AO LONGO DA
SECAGEM**

ACADÊMICA: Renata dos Santos Andrade

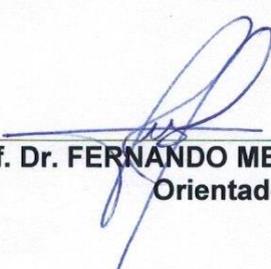
ORIENTADOR: Prof. Dr. Fernando Mendes Botelho

CO-ORIENTADORA: Dr^a Sílvia Carvalho de Campos Botelho



RENATA DOS SANTOS ANDRADE
Acadêmica

APROVADO:



Prof. Dr. FERNANDO MENDES BOTELHO
Orientador

DATA DA DEFESA: 12 de Fevereiro de 2019.

Aos meus pais Marcelo Garcia de Andrade e Kátia Cesário dos Santos.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, pois Ele é bom a todo momento.

Agradeço à minha mãe Kátia Cesário dos Santos por todo apoio a cada uma das decisões da minha vida e ao meu pai Marcelo Garcia de Andrade por nunca aceitar um “Eu desisto” como solução de um problema. Agradeço pelas lições, valores e amor que recebi deles.

Agradeço profundamente aos meus orientadores Fernando Mendes Botelho e Sílvia Carvalho de Campos Botelho pelas oportunidades, ensinamentos e paciência, especialmente ao professor Fernando que com um simples convite me mostrou a área da Engenharia Agrícola que posteriormente se tornou minha paixão, que é a pós-colheita.

À minha amiga de longa data Letycia Hass Blosfeld, que me convenceu a entrar na minha, agora tão amada, Engenharia Agrícola e Ambiental.

E à todos os meus professores e colegas que me acompanharam nesta jornada.

Muito Obrigada!

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	6
RESUMO.....	8
ABSTRACT	9
INTRODUÇÃO.....	10
CAPÍTULO 1: PROPRIEDADES FÍSICAS DE SEMENTES DE GIRASSOL EM FUNÇÃO DO TEOR DE ÁGUA	12
1. INTRODUÇÃO	13
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
4. CONCLUSÕES	20
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21
CAPÍTULO 2 : VARIAÇÃO DA COR DE GRÃOS DE GIRASSOL AO LONGO DA SECAGEM.....	22
1. INTRODUÇÃO	23
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4. CONCLUSÕES	28
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
CONCLUSÕES GERAIS	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS COMPLEMENTARES.....	31
ANEXOS.....	33
ANEXO 1	34
ANEXO 2	35

RESUMO

O girassol é uma oleaginosa que tem apresentado grande potencial para cultivo de segunda safra, o que tem incentivado e aumentado sua produção nos últimos anos. Para promover melhorias na pós-colheita deste produto, deve-se conhecer as propriedades físicas de suas sementes assim como os fatores que as influenciam. A cor também é uma das principais características físicas avaliadas pelos consumidores para atestar a qualidade, pois permite identificar desde o estágio de maturação à injúrias físicas nos produtos agrícolas. Diante disso, buscou-se com esse trabalho avaliar a massa específica aparente, a massa específica unitária, a massa de mil sementes, a porosidade e a variação da cor de grãos de girassol de duas cultivares (Altis 99 e M734) em função do teor de água. O processo de secagem dos grãos foi realizado em estufa com circulação forçada de ar à 40 °C sendo as propriedades físicas, a leitura direta de refletância das coordenadas L^* , a^* e b^* e a diferença total de cor avaliadas no decorrer desta secagem. O teor de água durante a secagem foi acompanhado por diferença de massa, conhecendo-se o teor de água inicial. Observou-se que a redução do teor de água pelo processo de secagem influenciou as propriedades físicas das sementes das duas cultivares estudadas, enquanto na coloração apenas a cultivar Altis99 apresentou alteração em duas de suas coordenadas, L^* e b^* .

PALAVRAS-CHAVE: *Helianthus annuus*, colorimetria, teor de água

ABSTRACT

The sunflower is an oleaginous that has presented great potential for cultivation of second harvest, what has encouraged and increased its production in the last years. To promote improvements in the post-harvest of this product, the physical properties of its seeds must be known as well as the factors that influence them. Color is also one of the main physical characteristics evaluated by consumers to attest to quality, since it allows identifying from the stage of maturation to physical injuries in agricultural products. This work aimed to evaluate the apparent specific mass, the specific unit mass, the mass of one thousand seeds, the porosity and the color variation of sunflower grains of two cultivars (Altis 99 and M734) as a function of the content of water. The drying process of the grains was carried out in a greenhouse with forced air circulation at 40 °C and the physical properties were the direct reflectance reading of the coordinates L^* , a^* and b^* and the total color difference evaluated during this drying. The water content during drying was accompanied by mass difference, with the initial water content being known. It was observed that the reduction of the water content by the drying process influenced the physical properties of the seeds of the two cultivars studied, whereas in the coloration only the cultivar Altis99 presented alteration in two of its coordinates, L^* and b^* .

KEYWORDS: *Helianthus annuus*, colorimetry, moisture content

INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus L.*) é uma dicotiledônea anual, pertencente a ordem *Asterales* e família *Asteraceae* e é a quarta maior fonte de óleo vegetal comestível do mundo, após a soja, a palma e a canola (FERNÁNDEZ-MARTINEZ et al., 2008), além de ser utilizado como planta medicinal, melífera, produtora de silagem e de forragem, como adubação verde, melhoradora do solo e ornamental (UNGARO et al., 2009).

A cultura do girassol vem ganhando espaço no Brasil no decorrer do anos. De acordo com estimativas da Conab (2018) o Mato Grosso, por exemplo, apresentou entre a safra 16/17 e 17/18, um aumento de 90,4% de suas áreas destinadas ao cultivo do girassol, e produção de cerca de 94,3 mil toneladas. Este crescimento deve-se ao fato do girassol apresentar boa adaptabilidade tanto ao clima quanto ao solo, além de servir para alimentação animal e produção de óleo (FREITAS, 2012).

Dentre todos fatores descritos na literatura como influenciadores das propriedades físicas de grãos e sementes, o teor de água é largamente apontado como o principal (ARAÚJO et al., 2014; BOTELHO et al., 2016; GONELI et al., 2011). O estudo da influência dessa variável sobre as propriedades físicas é importante pois a maioria dos grãos é colhido com teores de água acima daqueles recomendados para um armazenamento seguro, necessitando assim passar por um processo de secagem.

Porém, durante a secagem, a perda de água causa danos à estrutura celular do produto, levando à mudança na forma e no decréscimo de sua dimensão (RESENDE et al., 2005; MAYOR; SERENO, 2004), podendo ainda causar alterações significativas na coloração do produto. A avaliação da cor é frequentemente relacionada à qualidade, podendo ser um fator atrativo ou não ao mercado consumidor.

A coloração pode ser avaliada de forma qualitativa sendo feita usualmente no processo de classificação para segregar, por exemplo, os grãos sadios dos ardidos, mofados e verdes ou para o enquadramento de um produto por classe. Porém, Afonso Júnior e Corrêa (2003) reforçam que à cor também pode ser dada uma abordagem quantitativa. Neste caso a avaliação é feita por meio de aparelhos, denominados colorímetros, que fazem uma leitura direta e enquadram a cor num sistema de coordenadas cartesianas (ou polares), como o proposto pela "International Commission on Illumination" em 1976 pelas coordenadas L^* , a^* e b^* , em que L^* é em relação à luminosidade e varia do branco ao negro, a^* do vermelho ($+a^*$) ao verde ($-a^*$), e b^* do amarelo ($+b^*$) ao azul ($-b^*$).

Além da cor, algumas características físicas ganham destaque pela sua aplicabilidade, caso da massa específica. As informações fornecidas por esta propriedade física possibilitam

o dimensionamento de silos, transportadores, separadores e classificadores de grãos e sementes, além de ser uma das principais propriedades utilizadas na avaliação de qualidade. Diversos são os fatores que afetam a massa específica dos materiais vegetais, sendo os principais o teor de água, o tamanho e a forma e a presença de impurezas. De acordo com Brooker et al. (1992), a massa específica aparente dos grãos também é dependente ainda da percentagem de grãos danificados, da temperatura alcançada durante a secagem e da variedade dos grãos.

A massa de mil grãos, apesar de simples mensuração, diz muito sobre a qualidade de sementes e grãos de uma determinada cultivar, e está relacionado com o tamanho e o teor de água dos grãos (BOSCHINI, 2010). É uma medida de qualidade utilizada, tanto para a comparação da qualidade de diferentes lotes de sementes e determinação do rendimento de cultivos, quanto para a cálculo da densidade de semeadura (UGALDE, 2004).

A porosidade pode ser definida como a relação entre o volume de vazios e o volume ocupado pela massa de um produto particulado qualquer, como grãos e sementes por exemplo (BOTELHO, 2009). Além disso, Araújo et al. (2014) reforça que o percentual de espaços "vazios" depende do tamanho e da forma do material tal como das características de sua superfície.

Além destes fatores, Mata & Duarte (2002) apresentam ainda como fatores que influenciam a porosidade de uma determinada massa de grãos o teor de água, a acomodação das partículas por vibração ou altura de queda, e o percentual de impurezas e de grãos danificados.

Diante do apresentado e ressaltando a importância de se estudar as propriedades físicas de grãos e dos fatores que as influenciam, propõem-se, com este trabalho, avaliar a influência do teor de água sobre algumas características físicas de grãos de duas cultivares de girassol no decorrer do seu processo de secagem.

**CAPÍTULO 1: PROPRIEDADES FÍSICAS DE SEMENTES DE
GIRASSOL EM FUNÇÃO DO TEOR DE ÁGUA**

1. Introdução

Introduzido no mercado brasileiro em meados do século XX, o girassol apresentou grandes vantagens de produção, visto que além de oleaginosa de grande potencial, era ainda uma boa opção para produção de silagem e alimentação animal (UNGARO et al., 2009).

O girassol mostrou também, com o decorrer do tempo, ser uma cultura vantajosa também por sua adaptabilidade à adversidades climáticas, tornando-o uma alternativa ao milho safrinha em algumas regiões produtoras de sementes (EMBRAPA, 1997). Segundo estimativas da Conab (2018), só no Mato Grosso produziu-se pouco mais de 90 mil toneladas de sementes de girassol na safra 2017/2018, cerca de 71% a mais em relação à safra anterior.

O aumento da produção de uma determinada cultura exige melhorias nos seus sistemas de colheita, pós-colheita e armazenagem. O estudo das propriedades físicas de sementes e grãos são fundamentais para tais melhorias, seja para o dimensionamento de estruturas de armazenamento ou aperfeiçoamento de equipamentos utilizados no transporte, na limpeza e na separação (GONELI et al., 2011).

Muitos trabalhos tem mostrado que o teor de água é o fator que mais influencia as propriedades físicas de grãos e sementes (ARAÚJO et al., 2014; BOTELHO et al., 2016; GONELI et al., 2011). Deste modo, com este trabalho propôs-se avaliar a influência do teor de água sobre algumas propriedades físicas de sementes de duas cultivares de girassol no decorrer do seu processo de secagem.

2. Material e métodos

Foram utilizadas sementes das cultivares Altis99 (sementes caracteristicamente pretas e com grande potencial para produção de óleo) e M734 (sementes listradas e voltadas para a alimentação de pássaros) com teores de água iniciais de 35,56% e 23,25%, respectivamente. Os teores de água foram determinados em pelo método gravimétrico, utilizando-se uma estufa com circulação forçada de ar à 105 °C de acordo com as recomendações da Regra de Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Foram feitas 3 repetições de 40 g por cultivar.

A secagem das sementes foi realizada em estufa com circulação forçada de ar à 40 °C. O teor de água das amostras foi determinado por diferença de massa, conhecendo-se o teor de água inicial. Ao longo da secagem, para teores de água de interesse, o processo era interrompido e determinava-se as suas propriedades físicas.

A massa de mil sementes foi determinada pela medição da massa de 1000 sementes de cada variedade de girassol. A massa das mil sementes assim como todas as medições de massa neste trabalho foram feitas em uma balança analítica com resolução de 0,01 g.

A massa específica unitária foi determinada pela relação entre a massa de uma semente e seu volume, de acordo com a Equação 1. Foi considerado para cálculo do volume que as sementes de girassol possuem o formato de um esferóide escaleno, e suas dimensões características foram obtidas por meio de um paquímetro digital de resolução 0,01 mm.

$$\rho_u = \frac{M_g}{V_g} = \frac{M_g}{\frac{\pi}{6} (a b c)} \quad (1)$$

Em que: ρ_u é a massa específica unitária (kg m^{-3}), M_g é a massa de uma semente (g), V_g é o volume de uma semente (m^3) e a, b e c são as dimensões características principais das sementes de girassol (m).

A massa específica aparente foi determinada pelo método de acomodação natural, onde utilizou-se um recipiente cuja relação diâmetro pela altura é igual a 1 e volume de 1 L. A massa específica aparente (ρ_{ap}) foi obtida pela relação entre a massa da amostra e o volume ocupado pela mesma.

A porosidade foi obtida de forma indireta por meio da Equação 2 (MOHSENIN, 1986).

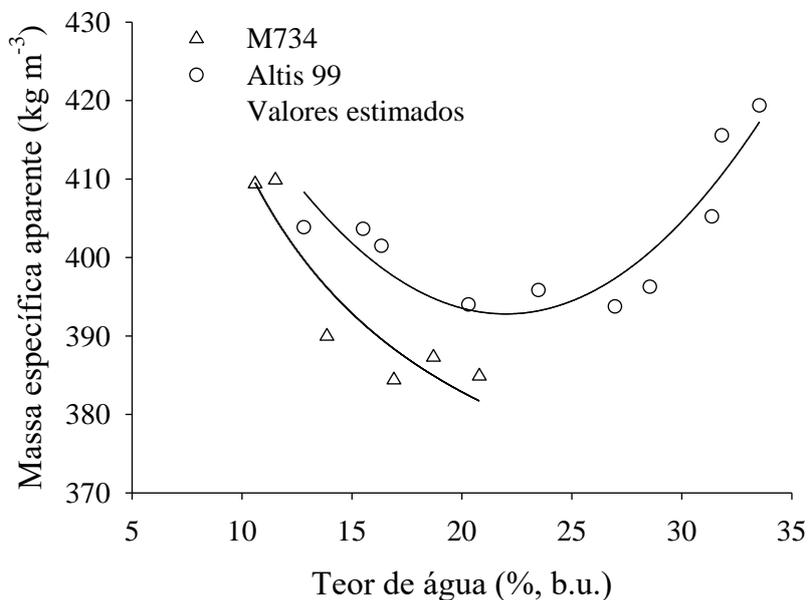
$$\varepsilon = \left(1 - \frac{\rho_{ap}}{\rho_u}\right) \cdot 100 \quad (2)$$

Em que: ε é a porosidade (%), ρ_{ap} e ρ_u são a massa específica aparente e massa específica unitária, respectivamente (kg m^{-3}).

Os dados experimentais das propriedades físicas foram analisadas em relação ao teor de água por meio de análise de variância, seguidos regressão linear, a um nível de significância de 5% de probabilidade.

3. Resultados e discussão

A massa específica aparente das sementes de girassol da cultivar M734 aumentou continuamente com a redução do teor de água, para faixa estudada (Figura 1).



$$\hat{\rho}_{ap} = 481,99 - 8,1066U + 0,1842^*U^2 \quad \Delta \hat{\rho}_{ap} = 352,8067 + \left(\frac{601,1734^*}{U} \right)$$

$$R^2 = 82,68\% \quad R^2 = 87,08\%$$

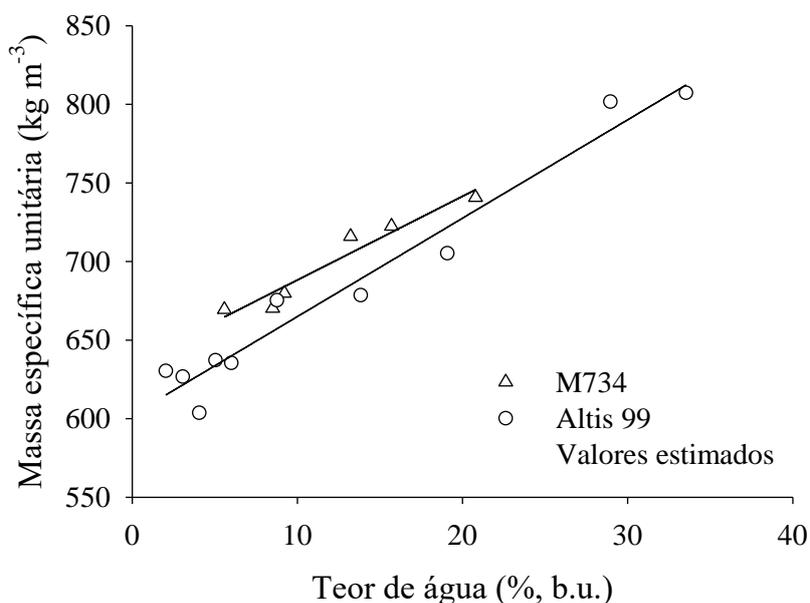
*significativo a 5% de probabilidade pelo teste "t"

Figura 1. Valores observados e estimados da massa específica aparente de sementes de girassol das cultivares M734 e Altis 99 em função do teor de água.

Já a massa específica aparente das sementes da cultivar Altis99 apresentaram uma tendência quadrática em relação ao teor de água, de modo que no início do processo de secagem a relação massa/volume decresceu até um teor de água em torno de 23%, passando a aumentar após isso. Nota-se também que, para uma mesma faixa de teor de água, as duas variedades apresentaram tendências semelhantes para a massa específica aparente ao longo da secagem, mas com magnitudes da cultivar Altis 99 para essa propriedade sempre maiores.

Diferentemente da massa específica aparente, a massa específica unitária diminuiu continuamente com a redução do teor de água (Figura 2). Nota-se que a massa específica unitária das duas cultivares estudadas reduziram linearmente com a redução do teor de água. Isso provavelmente ocorreu pelo fato do girassol apresentar baixo índice de contração volumétrica para temperaturas de secagem mais brandas, como constatado por Coradi et al. (2015). Apesar de terem finalidades diferentes, nota-se a magnitude dos valores observados

da massa específica aparente da cultivar M734 foram sempre superiores àqueles da Altis99, para a faixa de teor de água estudada.



$$\circ \hat{\rho}_u = 602,3377 + 6,2605 * U$$

$$R^2 = 95,86\%$$

$$\Delta \hat{\rho}_u = 634,9574 + 5,3252 * U$$

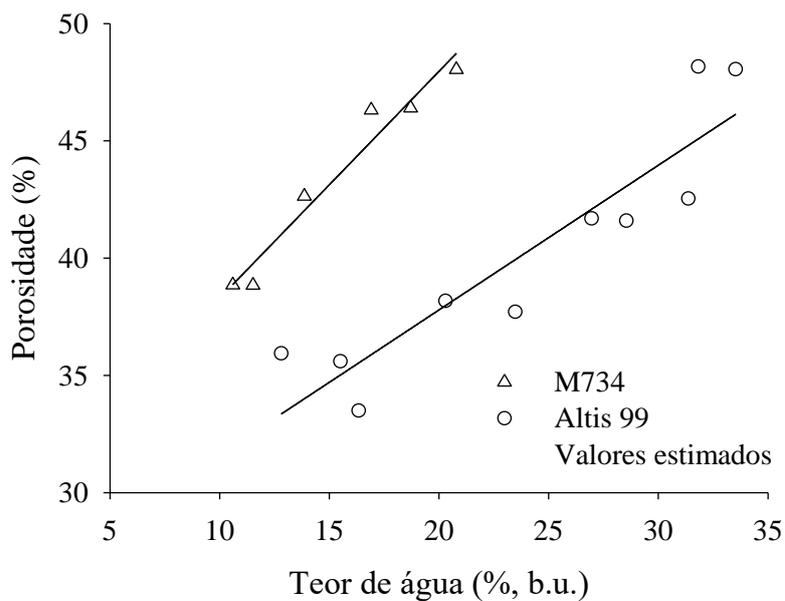
$$R^2 = 93,67\%$$

*significativo a 5% de probabilidade pelo teste "t"

Figura 2. Valores observados e estimados da massa específica unitária de sementes de girassol das cultivares M734 e Altis 99 em função do teor de água.

Assim como observado para a massa específica unitária, as duas cultivares apresentaram tendências semelhantes para porosidade em relação ao teor de água (Figura 3). Nota-se que, para as duas cultivares a porosidade reduziu linearmente com a diminuição do teor de água. Percebe-se ainda, que para a mesma faixa de teor de água, a cultivar M734 apresentou valores superiores para esta propriedade, devido, provavelmente, ao fato de suas sementes serem maiores que aquelas da Altis99.

A massa de mil sementes reduziu com a secagem, mas com tendências diferentes para as duas cultivares estudadas (Figura 4). A massa de 1000 sementes da cultivar M734 reduziu linearmente com o decorrer da secagem. Já a massa de mil sementes da cultivar Altis99 apresentou dependência quadrática com o teor de água, apresentando uma redução da massa mais acentuada no início da secagem. Também devido ao fato de suas sementes serem maiores, nota-se ainda que a massa de mil sementes da cultivar M734 foram sempre maiores que aquelas das cultivar Altis99, para uma mesma faixa de teor de água.



$$\circ \hat{\varepsilon}_{Altis99}^* = 25,4514 + 0,6169^*U$$

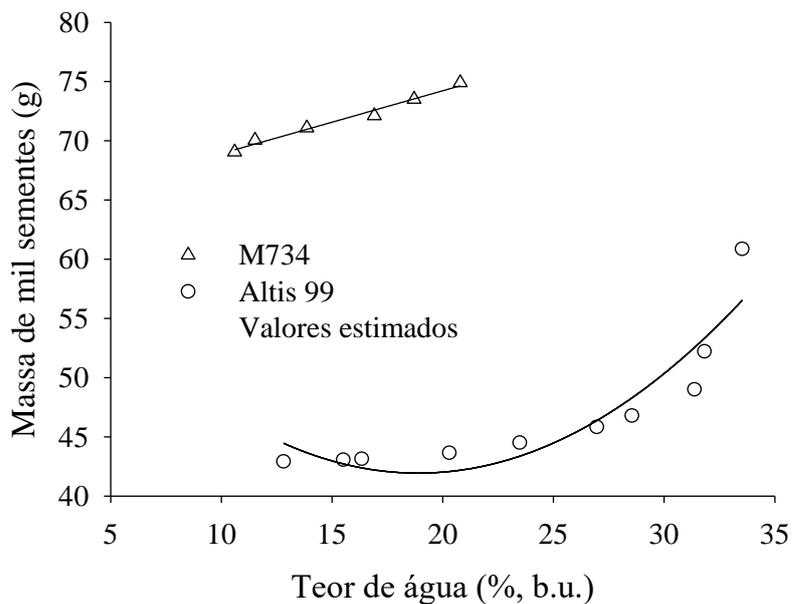
$$R^2 = 83,96\%$$

$$\Delta \hat{\varepsilon}_{M734}^* = 28,6259 + 0,9668^*U$$

$$R^2 = 95,59\%$$

*significativo a 5% de probabilidade pelo teste "t"

Figura 3. Valores observados e estimados da porosidade de sementes de girassol das cultivares M734 e Altis 99 em função do teor de água.



$$\circ \hat{M}_{1000} = 66,2723 - 2,5758U + 0,0682^*U^2$$

$$R^2 = 85,47\%$$

$$\Delta \hat{M}_{1000} = 63,6171 + 0,5303^*U$$

$$R^2 = 98,11\%$$

*significativo a 5% de probabilidade pelo teste "t"

Figura 4. Valores observados e estimados da massa de mil sementes de girassol das cultivares M734 e Altis 99 em função do teor de água.

A redução da massa de mil sementes normalmente é observada durante a secagem de grãos e sementes como já observado por Araújo et al. (2014) na secagem de grãos de amendoim.

4. Conclusões

Diante dos resultados encontrados, nos moldes em que foi condizido esse experimento, conclui-se que:

- A porosidade, a massa específica unitária e a massa de mil sementes das duas cultivares reduzem com a redução do teor de água.
- A massa específica aparente das duas cultivares aumenta para teores de água menores que 20%.

5. Referências bibliográficas

- ARAÚJO, W.D.; GONELI, A.L.D.; SOUZA, C.M.A.; GONÇALVES, A.A.; VILHASANTI, H.C.B. Propriedades Físicas dos Grãos de Amendoim Durante a Secagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, vol. 18, nº 3, Campina Grande, mar. 2014.
- BOTELHO, F.M.; CORRÊA, P.C.; BOTELHO, S.C.C.; VARGAS-ELÍAS, G.A.; ALMEIDA, M. D. S. D.; OLIVEIRA, G. H. H. Propriedades Físicas de Frutos de Café Robusta Durante a Secagem: Determinação e Modelagem. **Coffee Science**, Lavras, v.11, nº 1, p. 65 – 75, 2016.
- BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regra para Análises de Sementes**. Brasília, 399 p., 2009.
- CASTRO, C.; CASTIGLIONI, V.B.R.; BALLA, A.; LEITE, R.M.V.B.C.; KARAM, D.; MELLO, H.C.; GUEDES, L.C.A.; FARIAS, J.R.B. A cultura do girassol. **Circular Técnica 13**, Embrapa Soja, Londrina, 1997.
- CORADI, P.C.; HELMICH, J.C.; FERNANDES, C.H.P. Alterações Físicas em Grãos de Girassol Após a Secagem com Diferentes Temperaturas do Ar. **Nucleus**, v. 12, nº 2, p. 201-210, out. 2015.
- CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, v. 5; Safra 2017/18, n. 8 - Oitavo levantamento, Brasília, p. 1-145, 2018.
- 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**, Maringá, v. 33, nº 1, p. 1-8, 2011.
- MOHSENIN, N. N. Physical properties of plant and animal materials. New York: Gordon and Breach Publishers, 1986.
- UNGARO, M.R.G.; CASTRO, C.; FARIAS, J.R.B.; BARNI, N.A.; RAMOS, N.P.; SENTELHAS, P.C. Girassol. **Livro Técnico-Científico**, Embrapa Meio Ambiente, cap.12, p. 205-221, 2009. Disponível no endereço eletrônico:
<https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=pc&id=579641&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22UNGARO,%20M.R.G.%22&qFacets=autoria:%22UNGARO,%20M.R.G.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>

**CAPÍTULO 2 : VARIAÇÃO DA COR DE GRÃOS DE GIRASSOL
AO LONGO DA SECAGEM**

1. Introdução

O girassol (*Helianthus annuus L*) é a quarta maior fonte de óleo vegetal comestível do mundo, após a soja, a palma e a canola (FERNÁNDEZ-MARTINEZ et al., 2008), além de ser utilizado como planta medicinal, melífera, produtora de silagem e de forragem, como adubação verde, melhoradora do solo e ornamental (UNGARO et al., 2009).

Por sua grande significância, também, na alimentação humana e animal, e como biocombustível, o girassol vem merecendo atenção especial dos mecanismos de fomento, visando a expansão de seu cultivo no território nacional (UNGARO et al., 2009), e, conseqüentemente, avanços nos seus sistemas de pré-processamento e armazenamento, visando maior qualidade final do produto.

Entre as propriedades físicas avaliadas para atestar a qualidade de um grão, a cor é, sem dúvida, uma das mais importantes na indústria alimentícia, uma vez que, nos produtos agrícolas, a alteração de cor está frequentemente relacionada às 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.

Considerando que o teor de água é o fator de maior influência na qualidade de grãos e sementes (ARAÚJO et al., 2014; BOTELHO et al., 2016), objetivou-se com este trabalho, avaliar a variação de cor em grãos de girassol de duas cultivares ao longo do processo de secagem.

2. Material e métodos

Foram utilizadas grãos de duas variedades diferentes de girassol, a M734 e a Altis99 com teores de água iniciais de 35,56% e 23,25%, respectivamente. Os grãos da primeira variedade são estriados com cores claras e escuras e sua produção é destinada principalmente à alimentação de pássaros, enquanto que, os grãos da segunda, são escuros e destinados a produção de óleo. Os grãos foram produzidos numa área experimental da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop – MT, e, após colhidos, foram trilhados e limpos manualmente.

Os grãos foram submetidos à secagem em uma estufa com circulação forçada de ar à 40 °C. Durante a secagem, para teores de água de interesse, a secagem foi interrompida e a cor foi determinada. O teor de água ao longo da secagem foi determinado por diferença de massa, conhecendo-se o teor de água inicial. O teor de água inicial foi determinado pelo método gravimétrico em estufa de circulação forçada de ar mantida à 105 °C, por 24 h (BRASIL, 2009). Foram realizadas 3 repetições de 30 g, por cultivar.

A avaliação da cor dos grãos foi feita com um colorímetro tristímulo, de leitura direta de refletância das coordenadas L^* (luminosidade, variando do preto ao branco), a^* (tonalidades variando do vermelho ao verde) e b^* (tonalidades variando do amarelo ao azul) empregando a escala Hunter-Lab e utilizando o iluminante com ângulo de observação de 10°/D60. As leituras foram realizadas em 3 repetições para cada ponto de umidade.

Determinadas as coordenadas L^* , a^* e b^* , determinou-se ainda a Diferença Total de Cor (Equação 1).

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

Em que:

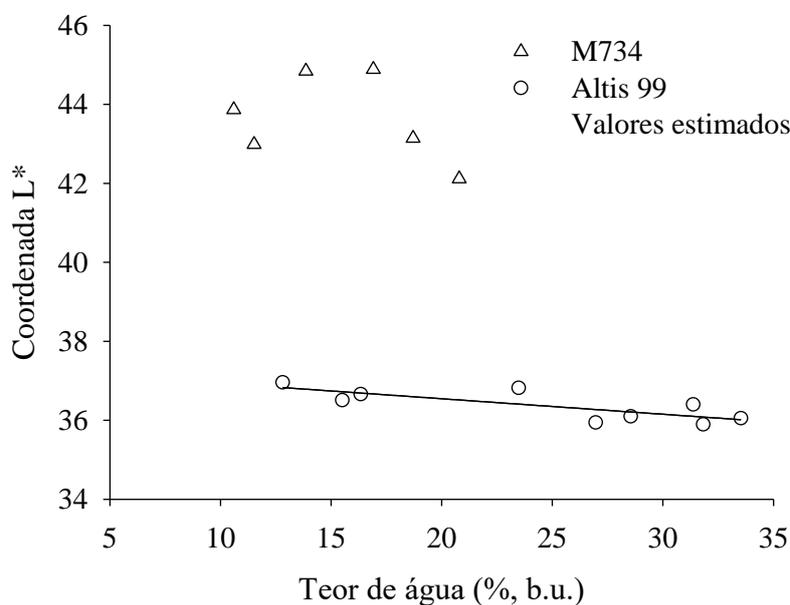
DE é a diferença total de cor; e

DL^* , Da^* e Db^* são as diferenças entre os índices de luminosidade e as tonalidades a^* e b^* , respectivamente, em relação à cor inicial dos grãos.

Os dados experimentais da cor foram analisados em relação ao teor de água por meio de análise de variância, seguidos regressão linear, a um nível de significância de 5% de probabilidade.

3. Resultados e discussão

A Luminosidade (coordenada L^*) dos grãos da cultivar M734 não variou no decorrer da secagem, apresentando um valor médio de 43,64 (Figura 1). Já os grãos da cultivar Altis99 apresentaram um aumento linear deste índice com a redução do teor de água. O aumento da coordenada L^* indica uma tendência ao branqueamento dos grãos de girassol dessa cultivar no decorrer de sua secagem variando do 35,89 ao 36,96. No caso deste trabalho o branqueamento certamente se deveu à dependência da coordenada L^* com o teor de água. Todavia, o branqueamento de grãos é entendido como um fator de perda de qualidade para alguns produtos ao longo do armazenamento, caso do café, onde esse é fenômeno conhecido e associado à perda de valor comercial (BACHI, 1962).



$$\hat{L}_{Altis99}^* = 37,3319 - 0,0393 * U$$

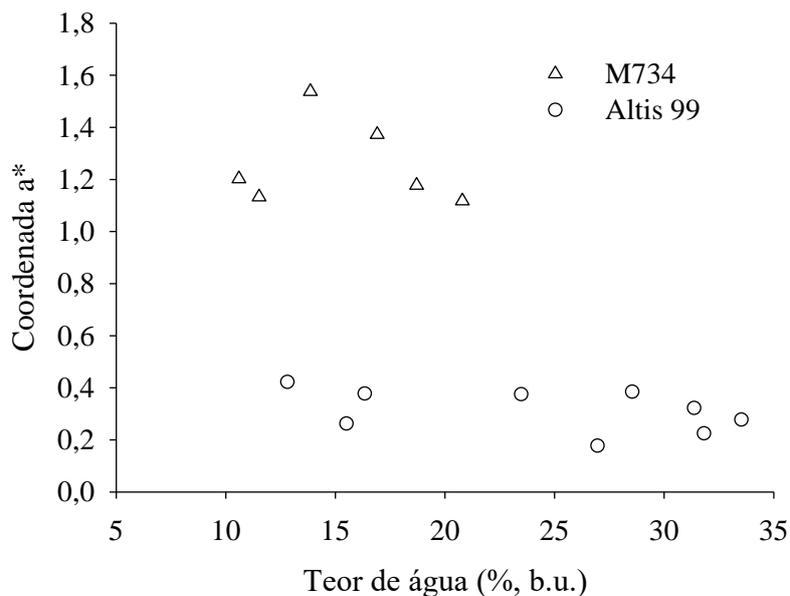
$$\bar{L}_{M734}^* = 43,638$$

$$R^2 = 61,14\%$$

*significativo a 5% de probabilidade pelo teste "t"

Figura 1. Valores observados e estimados da coordenada L^* de grãos de girassol das cultivares M734 e Altis99 em função do teor de água.

Não houve variação da coordenada a^* (variação do verde ao vermelho), para ambas variedades, para a faixa de teor de água estudada (Figura 2).



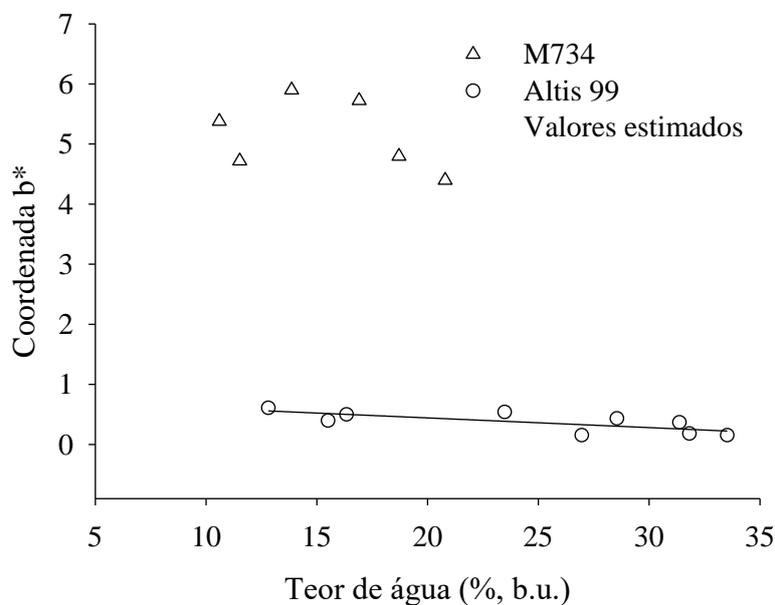
$$\bar{a}_{Altis99}^* = 0,314$$

$$\bar{a}_{M734}^* = 1,257$$

Figura 2. Valores observados e estimados da coordenada a^* de grãos de girassol das cultivares M734 e Altis99 em função do teor de água.

Para esta coordenada, verificou-se o valor médio de 0,314 para a variedade Altis99, que foi consideravelmente menor que o de 1,257, observado para a M734.

Similarmente ao que ocorreu para a coordenada L^* , notou-se que a coordenada b^* (variações do azul ao amarelo) só sofreu variações para os grãos da cultivar Altis99 (Figura3).



$$\hat{b}_{Altis99}^* = 0,7655 - 0,0162^*U$$

$$\bar{b}_{M734}^* = 5,152$$

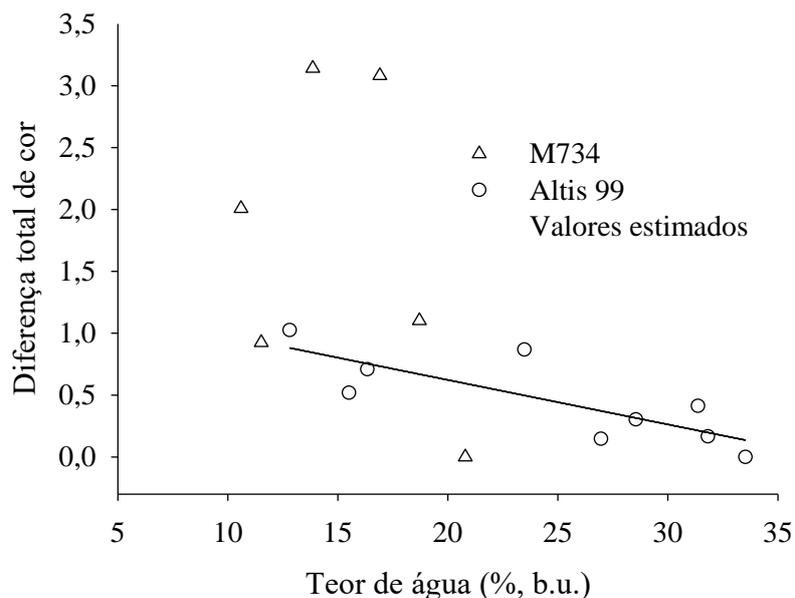
$$R^2 = 53,78\%$$

*significativo a 5% de probabilidade pelo teste "t"

Figura 3. Valores observados e estimados da coordenada b^* de grãos de girassol das cultivares M734 e Altis99 em função do teor de água.

Para a cultivar Altis 99 verificou-se um aumento linear desse índice com o decréscimo do teor de água, indicando tendência ao amarelamento com o decorrer da secagem. Os grãos de girassol da cultivar M734 não sofreram qualquer alteração da coordenada b^* , apresentando o valor médio de 5,152. De modo geral, para todas as coordenadas de cor, notou-se que a magnitude dos valores observados para a cultivar M734 foram relativamente maiores que aqueles observados para os grãos da cultivar Altis99, certamente pela fato da cor dos grãos da segunda serem predominantemente escuras, dando um aspecto geral dos grãos serem pretos.

A diferença total de cor (Figura 4) considera a variação global da cor, ou seja, considera a variação conjunta dos índices L^* a^* e b^* . Como não se notou variação significativa desses índices para a cultivar M734 durante a secagem, praticamente não se notou diferença na cor de seus grãos em relação à cor inicial, apresentando um valor médio de 1,709.



$$\hat{dE}_{Altis99} = 1,3420 - 0,0360 * U$$

$$\bar{dE}_{M734} = 1,709$$

$$R^2 = 65,07\%$$

*significativo a 5% de probabilidade pelo teste "t"

Figura 4. Valores observados e estimados da Diferença Total de Cor para as variedades M734 e Altis99 de grãos de girassol em função do teor de água.

Já para cultivar Altis99, a diferença total de cor aumentou linearmente com a redução do teor de água. A diferença total de cor dos grãos de girassol dessa cultivar variou entre 0 e 1,03 (considerando a cor inicial dos grãos) para teores de água entre 33,53% 12,8%.

4. Conclusões

Diante dos resultados encontrados, nos moldes em que foi condizido esse experimento, conclui-se que:

- ➔ A cor da cultivar M734 não se altera ao longo da secagem.
- ➔ A coordenada L^* e a coordenada b^* , da cultivar Altis99, aumenta linearmente com a secagem indicando tendência ao branqueamento e amarelamento dos grãos.

5. Referências bibliográficas

ARAÚJO, W.D.; GONELI, A.L.D.; SOUZA, C.M.A.; GONÇALVES, A.A.; VILHASANTI, H.C.B. Propriedades Físicas dos Grãos de Amendoim Durante a Secagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, vol. 18, nº 3, Campina Grande, mar. 2014.

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.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regra para Análises de Sementes**. Brasília, 399 p., 2009.

BOTELHO, F.M.; CORREA, P.C.; BOTELHO, S.C.C.; VARGAS-ELIAS, G.A.; ALMEIDA, M.D.S.D.; OLIVEIRA, G.H.H. Propriedades Físicas de Frutos de Café Robusta Durante a Secagem: Determinação e Modelagem. **Coffee Science**, Lavras, v.11, nº 1, p. 65 – 75, jan./mar. 2016.

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

FERNÁNDEZ-MARTINEZ, J. M.; VELASCO, L.; PÉREZVICH, B. Progress in the genetic modification of sunflower oil quality. In: INTERNATIONAL SUNFLOWER CONFERENCE, 17., 2008, Cordoba. **Proceedings ...** Cordoba: Consejería de Agricultura y Pesca, 2008. v. 17, n. 1, p. 1-14.

UNGARO, M.R.G.; CASTRO, C.; FARIAS, J.R.B.; BARNI, N.A.; RAMOS, N.P.; SENTELHAS, P.C. Girassol. Livro Técnico-Científico, Embrapa Meio Ambiente, cap.12, p. 205-221, 2009. Disponível no endereço eletrônico:
<https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=pc&id=579641&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22UNGARO,%20M.R.G.%22&qFacets=autoria:%22UNGARO,%20M.R.G.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>

CONCLUSÕES GERAIS

Diante dos resultados encontrados, nos moldes em que foi condizido esse experimento, conclui-se que:

- A porosidade, a massa específica unitária e a massa de mil sementes das duas cultivares reduzem com a redução do teor de água.
- A massa específica aparente das duas cultivares aumenta para teores de água menores que 20%.
- A cor da cultivar M734 não se altera ao longo da secagem.
- A coordenada L^* e b^* , da cultivar Altis99, aumenta linearmente com a secagem indicando tendência ao branqueamento e amarelamento dos grãos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS COMPLEMENTARES

Acompanhamento da safra brasileira [de] grãos: safra 2017/2018: décimo levantamento. Brasília: **Conab**, v. 5, n. 10, 178 p., Jul. 2018. Disponível em: < https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/21088_8ca248b277426bb3974f74efa00abab6 >. Acesso em: 05 agosto 2018.

AFONSO JÚNIOR, P. C.; CORRÊA, P. C. Influência do tempo de armazenagem na cor dos grãos de café pré-processados por “via seca” e “via úmida”. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, p. 1268-1276, 2003.

ARAÚJO, W.D.; GONELI, A.L.D.; SOUZA, C.M.A.; GONÇALVES, A.A.; VILHASANTI, H.C.B. Propriedades Físicas dos Grãos de Amendoim Durante a Secagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, nº 3, Campina Grande, 2014.

BOSCHINI, A. P. M. Produtividade e qualidade de grãos de trigo influenciados por nitrogênio e lâminas de água no Distrito Federal. 55 f. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Brasília, Distrito Federal. 2010.

BOTELHO, F. M. Absorção de Água por Grãos de Milho com Diferentes Níveis de Danificação Mecânica. **Dissertação mestrado**. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Minas Gerais-Brasil, 81 p. 2009.

BOTELHO, F.M.; CORRÊA, P.C.; BOTELHO, S.C.C.; VARGAS-ELÍAS, G.A.; ALMEIDA, M. D. S. D.; OLIVEIRA, G. H. H. Propriedades Físicas de Frutos de Café Robusta Durante a Secagem: Determinação e Modelagem. **Coffee Science**, Lavras, v.11, nº 1, p. 65 – 75, 2016.

BROOKER, D. B.; BAKKER-ARKEMA, F. W.; HALL, C. W. Drying and storage of grains and oilseeds. **Springer Science & Business Media**, 1992.

FERNÁNDEZ-MARTINEZ, J. M.; VELASCO, L.; PÉREZVICH, B. Progress in the genetic modification of sunflower oil quality. In: **INTERNATIONAL SUNFLOWER CONFERENCE**, 17., 2008, Cordoba. Proceedings ... Cordoba: Consejería de Agricultura y Pesca, 2008. v. 17, n. 1, p. 1-14.

FREITAS, G. A. Análise Econômica da Cultura do Girassol no Nordeste. **Informe Rural ETENE** (Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste), ano VI, n. 2, 2012.

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, Maringá, vol. 33, nº 1, p. 1-8, 2011.

MATA, M. E. R. M. C.; DUARTE, M. E. M. Porosidade intergranular de produtos agrícolas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.4, p.79-93, 2002.

MAYOR, L.; SERENO, A. M. Modelling shrinkage during convective drying of food materials: a review. **Journal of Food Engineering**, v. 61, n. 3, p. 373-386, 2004.

RESENDE, O.; CORRÊA, P. C.; GONELI, A. L. D.; CECON, P. R. Forma, tamanho e contração volumétrica do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) durante a secagem. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 7, n. 1, p. 15-24, 2005.

UGALDE, M. B. C. Comparação de métodos de obtenção do peso de mil sementes em diferentes tamanhos de sementes de aveia-preta (*Avena strigosa*) e soja (*Glycine max* (L.) Merrill) e a relação com a qualidade fisiológica. **Dissertação de mestrado**, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, Rio Grande do Sul. 23 p., 2004.

UNGARO, M.R.G.; CASTRO, C.; FARIAS, J.R.B.; BARNI, N.A.; RAMOS, N.P.; SENTELHAS, P.C. Girassol. **Livro Técnico-Científico**, Embrapa Meio Ambiente, cap.12, p. 205-221, 2009. Disponível no endereço eletrônico:
<https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=pc&id=579641&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22UNGARO,%20M.R.G.%22&qFacets=autoria:%22UNGARO,%20M.R.G.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>

ANEXOS



VII Conferência Brasileira de
PÓS-COLHEITA

X Simpósio Paranaense de Pós-Colheita de Grãos
16 a 18 de outubro de 2018 - Londrina/PR
O VALOR DA PÓS-COLHEITA DE GRÃOS NO BRASIL

Certificado

Certificamos que o trabalho

VARIAÇÃO DA COR DE GRÃOS DE GIRASSOL AO LONGO DA SECAGEM

de autoria de **Renata dos Santos Andrade, Fernando Mendes Botelho, Thaís Belle Endler, Sílvia de Carvalho Campos Botelho, Layanne Cristina B. Almeida, Mônica Jaqueline Isaías Araújo** foi apresentado na forma **PÔSTER**, durante a VII Conferência Brasileira de Pós-Colheita e X Simpósio Paranaense de Pós-Colheita de Grãos, realizado de 16 a 18 de outubro de 2018, no Espaço Villa Planalto em Londrina – PR

Londrina - PR, 18 de outubro de 2018


João Bosco de Souza Azevedo
Coordenador do Evento


Marcelo Alves de Oliveira
Presidente da ABRAPÓS

