

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DAS SEMENTES DE URUCUM (*Bixa orellana* L.), VISANDO PROCESSOS DE PÓS-COLHEITA

MYRELLA KATLHEN DA CUNHA DE ARAUJO¹; CLAUDOMIRO ROBERTO DE ARAUJO JÚNIOR²; ARLINDO MODESTO ANTUNES³; RODRIGO DE JESUS SILVA⁴ E MAGNUN ANTONIO PENARIOL DA SILVA⁵

¹ Acadêmica do curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, (PA 451, Km 03, Bairro Açaizal, 68680-000, Tomé-Açu, Pará, Brasil) e myrellakaraujo@gmail.com.

² Acadêmico do curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, (PA 451, Km 03, Bairro Açaizal, 68680-000, Tomé-Açu, Pará, Brasil) e claudomirojunior30@gmail.com.

³ Professor Assistente do curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, (PA 451, Km 03, Bairro Açaizal, 68680-000, Tomé-Açu, Pará, Brasil) e arlindo.modesto1@hotmail.com.

⁴ Professor Adjunto do curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, (PA 451, Km 03, Bairro Açaizal, 68680-000, Tomé-Açu, Pará, Brasil) e rodrigojsilva7@gmail.com.

⁵ Professor Adjunto do Campus de Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, (PA 451, Km 03, Bairro Açaizal, 68680-000, Tomé-Açu, Pará, Brasil) e penariol@gmail.com.

RESUMO: O urucum demonstra importância econômica na comercialização dos grãos moídos para produção colorífica e de corantes, no entanto, há poucos estudos sobre suas características físicas em processos pós-colheita. Além disso, o intuito deste trabalho foi comparar o ângulo de repouso das sementes em diferentes protótipos. O estudo foi realizado no laboratório da Universidade Federal Rural da Amazônia, Tomé-Açu (PA), para verificar: teor de água, biometria, esfericidade, volume unitário, porosidade e ângulo de repouso. O teor de água utilizou cinco amostras (50 sementes), biometria obteve eixos ortogonais de 100 sementes, e utilizadas 20 sementes para esfericidade e volume unitário. Ainda, obtidas médias em 3 equipamentos de ângulo de repouso, (5 repetições). Como resultado, o teor de água (b.u.) foi baixo, (0 a 10%); a esfericidade variou de 61,45 a 90,66%; volume unitário foi de 0,03 a 0,13 cm³ e as porosidades foram (0,69, 0,77 e 0,78). Os ângulos de repouso nos equipamentos (A- adaptado em relação a B; B- equipamento estabelecido e C- protótipo alternativo) foram, respectivamente: 38,85; 31,92 e 32,14°, não diferindo estatisticamente. Ademais, o estudo buscou trazer informações sobre a espécie e colaborar com trabalhos de construção, operação e adaptação de equipamentos de secagem e armazenamento.

Palavras-chave: esfericidade, porosidade, volume unitário.

PHYSICAL CHARACTERIZATION OF ANNATTO (*Bixa orellana* L.) SEEDS, AIMED POST-HARVEST PROCESSES

ABSTRACT: Annatto demonstrates economic importance in the commercialization of ground grains for color and dye production; however, there are few studies on their physical characteristics in post-harvest processes. In addition, the aim of this work was to compare the rest angle of seeds in different prototypes. The study was carried out in the laboratory of Federal Rural University of the Amazon, Tomé-Açu (PA), to verify: water content, biometrics, sphericity, unit volume, porosity and angle of repose. The water content used five samples (50 seeds), biometrics obtained orthogonal axes of 100 seeds, and 20 seeds were used for sphericity and unit volume. Still, averages were obtained in 3 equipment of angle of rest (5 repetitions). As result, the water content (b.u.) was low (0 to 10%); sphericity ranged from 61.45 to 90.66%; unit volume was 0.03 to 0.13 cm³ and porosities were 0.69, 0.77 and 0.78. The rest angles in the equipment (A- adapted in relation to B; B- established equipment and C- alternative prototype) were, respectively: 38.85; 31.92 and 32.14°, not differing statistically. In addition, the study sought to bring information about the species and collaborate with construction, operation and adaptation of drying and storage equipment.

Keywords: sphericity, porosity, unit volume.

1 INTRODUÇÃO

O urucuzeiro (*Bixa orellana* L.) pertencente à família Bixaceae, é uma planta originária das Américas Central e do Sul, mais especificamente da região amazônica (CORLETTI et al., 2007; DORNELAS et al., 2015). Seu nome tem origem tupi “uru-ku”, que significa “vermelho” (CORLETTI et al., 2007).

A produção brasileira é destinada à comercialização dos grãos moídos para produção colorífica e dos corantes bixina, norbixina e nobixato. O corante natural é utilizado como condimento e colorífico, comumente denominado como colorau e obtido a partir da mistura de fubá com urucum em pó ou extrato oleoso. Além disso, é utilizado pelas indústrias de laticínios, frigoríficos, massas, doces, sorvetes, óleos e gorduras, bebidas, farmacêutica, têxtil, tintas, desidratados, cosméticos e perfumaria (FABRI; TERAMOTO, 2015).

A avaliação de propriedades físicas, ainda, está ligada à avaliação de qualidade dos produtos agrícolas através do processo de classificação (BOTELHO et al., 2016). Assim, como exposto pelos mesmos autores para o *Coffea canephora*, os critérios utilizados para avaliar a qualidade das sementes do urucum foram dependentes de seu aspecto físico, uniformidade de tamanho e forma.

Características físicas como forma, tamanho e densidade podem influenciar no funcionamento das máquinas de limpeza, secagem e beneficiamento dos produtos agrícolas. Outrossim, conhecer as características físicas faz-se necessário ao construir e operar equipamentos designados a secagem e armazenamento, além de realizar adaptações em equipamentos existentes para potencializar o rendimento operacional de processamento (CORRÊA; SILVA, 2008).

Apesar da utilidade na agroindústria de corantes naturais, Corletti et al. (2007) ressaltam, em seu estudo sobre qualidade fisiológica, que condições favoráveis de armazenagem do urucum são praticamente inexistentes. Em vista da importância de conhecer as propriedades físicas dos produtos agrícolas, a pesquisa busca conhecer as características físicas: teor de água, biometria,

esfericidade, volume unitário, massa específica unitária, massa específica aparente e porosidade do urucum. Além do primordial intuito de comparar diferentes equipamentos de ângulo de repouso formado pelas sementes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local de estudo

O presente estudo foi realizado no Laboratório de Engenharia Rural da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Campus de Tomé-Açu/PA, com coordenadas geográficas de 02°24'15''S e 48°09'51''W. A fim de verificar características físicas das sementes de urucum.

Os frutos de urucum coletados no município de Dom Eliseu/PA foram partidos ao meio e evitando danos por abrasão, as impurezas foram retiradas por peneiração (MATH et al., 2015). Foi obtido o total de 5kg de sementes, posteriormente armazenados em embalagem impermeável. No laboratório da UFRA Tomé-Açu/PA passaram pela triagem, separando as sementes sadias das danificadas.

2.2 Teor de água

Foi determinado o teor de água nas sementes como no trabalho de Ferreira e Novembre (2016) para 5 amostras de 50 sementes. Conforme as Regras para Análise de Sementes - RAS (BRASIL, 2009), a massa foi determinada em balança analítica com precisão de 0,0001 g e as sementes depositadas em estufa de secagem a $105 \pm 3^\circ\text{C}$, durante o período de 24 horas.

2.3 Biometria

Assim como no estudo de Coradi et al. (2015) foram medidos 100 sementes de urucum em função dos eixos de comprimento e diâmetro com uso de paquímetro digital com precisão de 0,01 mm (MOHSENIN, 1986).

2.4 Esfericidade

Foram utilizadas 20 sementes de urucum escolhidas ao acaso, bem como no trabalho de Araujo et al. (2018). Dessa forma, a esfericidade

das sementes foi verificada conforme a equação descrita por Mohsenin (1986):

$$E_s = \left[\frac{(abc)^{\frac{1}{3}}}{a} \right] \times 100 \quad (1)$$

No qual,
a: comprimento, (mm);
b: largura, (mm);
c: espessura, (mm);
E: esfericidade, (%).

2.5 Volume unitário

Para verificar o volume foram mensurados os eixos (a e b) de 20 sementes de urucum com uso do paquímetro digital. O volume unitário da amostra considerou o volume do elipsoide com diâmetros semelhantes ao da amostra, conforme a seguinte equação:

$$V_s = \frac{4 \times a \times b \times c}{3} \quad (2)$$

Em que:
Vs: volume do sólido, cm³;
a, b e c: comprimento dos eixos ortogonais, cm;

2.6 Ângulo de repouso

Ocorreu o despejo das sementes através da moega em velocidade constante, para

verificar o ângulo máximo do talude em relação à superfície horizontal (CORRÊA; SILVA, 2008). Utilizou-se uma régua graduada ao coletar dados de máxima do talude e superfície horizontal. O experimento contou com três equipamentos (A, B e C) e 5 repetições estabelecendo mesma altura de queda das sementes (36 cm). Em seguida, determinado a partir da equação (3) para os equipamentos A e B e a equação (4) para o equipamento C.

$$\text{Ang. R.: } \text{arc tg} (2h/d) \quad (3)$$

No qual,
d: diâmetro do disco;
h: altura dos grãos retidos;

$$\text{Arc. tg} = \text{base/altura} \quad (4)$$

O equipamento B foi desenvolvido na instituição conforme os estudos de Corrêa e Silva (2008) em material metálico. O equipamento A sofreu adaptações em relação ao B, tanto do material utilizado (vidro, madeira e chapas metálicas) quanto na arquitetura. Já o protótipo C foi produzido com base no trabalho de (NUNES et al., 2014) configurado em um caixa de madeira e vidro. Reitera Araujo et al. (2018) que os equipamentos (B e C) para as sementes de cacau (*Theobroma cacao* L.), foram satisfatórios na medição do ângulo de repouso.

Figura 1. Equipamentos para medição do ângulo de repouso das sementes de urucum (A- protótipo adaptado, B- equipamento já estabelecido e C- protótipo alternativo), 2019.



2.7 Massa específica unitária, específica aparente e porosidade

A massa específica unitária foi obtida pela relação entre massa e volume das sementes, utilizando da balança analítica. Já a massa específica aparente pela relação entre a massa das sementes e o volume ocupado no recipiente.

Bem como no trabalho de Silva et al. (2018), a porosidade da massa de grãos foi determinada pelo método direto de Mohsenin (1986), em 3 repetições de 100 sementes. Utilizou-se um fluido de óleo vegetal (densidade: 0,89 g.cm⁻³) em uma massa conhecida, com uso de um Becker de 100 ml e uma bureta de 100 ml. Conhecido pela equação 5:

$$\varepsilon = \left[1 - \left(\frac{\rho_{Ap}}{\rho_{Un}} \right) \right] \quad (5)$$

Em que,

ε : porosidade, decimal;

ρ_{Ap} : massa específica aparente, g.cm⁻³;

ρ_{Un} : massa específica unitária, g.cm⁻³.

2.8 Análise estatística

Além da análise descritiva, os pressupostos de normalidade e homogeneidade das variâncias foram avaliados por meio dos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett. Os dados de ângulo de repouso dos três equipamentos foram submetidos à ANOVA, seguido pelo teste de comparação múltipla de Tukey, com nível de significância α de 5%. As análises estatísticas foram realizadas no software SPSS versão 22.0.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Peso úmido e peso seco

Os valores para peso úmido foram variáveis de 2,19 a 2,52g e peso seco de 2,15 a 2,51g, considerados elevados ao comparar com os atingidos na pesquisa de Mantovani et al. (2013), em que uma massa de 100 sementes apresentou peso variável de (1,1 g genótipo 4) a (2,24 g genótipo 2). Contudo, as médias das massas foram pouco diferenciáveis entre si, bem

como para as 100 sementes dos genótipos 2, 6, 7, 8, 9 e 10.

Dessa forma, é importante destacar que variações de peso ou densidade dos grãos/sementes, tanto entre si quanto impurezas, influenciam no tipo de máquina utilizado para triagem (SILVA et al., 2008). Igualmente, do ponto de vista fisiológico Martins et al. (2018) também ressalta a massa e tamanho das sementes como fator de interferência na transferência de reservas para o embrião.

Portanto os dados obtidos para peso úmido e peso seco, considerando o teor de água das sementes apresentado, justificam-se a fatores fisiológicos. Elucidados na pesquisa de Mendes et al. (2006) ao alegar que a umidade inicial das sementes de urucum é de aproximadamente (62%) e espera-se que a matéria seca (MS) decresça por um determinado período de tempo. Depois, o conteúdo de água diminua, e assim, a MS substitua a água nas células (MENDES et al., 2006).

3.2 Teor de água

As amostras de 50 sementes apresentaram respectivamente teor de água (b.u.) de 3,00; 0,00; 10,00; 0,40 e 3,08%. Valores relativamente baixos, talvez a fatores abióticos e ao longo período de desligamento da planta. Levantados na pesquisa de Ferreira (2015), no qual o teor de água para acessos genéticos de urucum variou de 9 a 11%. Além disso, Mendes et al. (2006) destaca que na fase inicial do desenvolvimento da semente o teor de água é alto. Elevado em decorrência de sua maturação fisiológica e as características da espécie, sendo fundamental para a sua sobrevivência. Possivelmente, um mecanismo de adaptação capaz de garantir a perpetuação da espécie, dado a sua baixa longevidade e necessidade imediata de germinação quando retirada da planta.

Além disso, é inescusável conhecer o teor de água ideal ao realizar processos de secagem e armazenamento de sementes ou grãos. Uma vez que a secagem retarda o metabolismo, diminuindo a deterioração do produto e aumentando o tempo de armazenamento (ULLMANN et al., 2015). Para

a soja, segundo Hartmann Filho et al. (2016) reduz-se a umidade dos grãos para assegurar a eficácia e seguridade no armazenamento. Outro exemplo é a pré-secagem da (*Brachiaria brizantha*) para superação de dormência das sementes (ALVES et al., 2017).

3.3 Tamanho das sementes

Em função das dimensões altura (a) os valores foram de 0,38 a 0,50 cm e diâmetro (b) de 0,22 a 0,47 cm das sementes de urucum. Para comprimento e diâmetro máximo das sementes de urucum, 0,50 e 0,47 cm foram aproximados aos máximos obtidos no trabalho de Mendes et al. (2006), de respectivamente 5,7 e 4,4 mm. Com isso, a partir das análises biométricas observou-se que as sementes possuíam tamanhos variáveis.

Estudos de Pádua et al. (2010); Silva et al. (2017); Souza et al. (2017) e Vasquez et al. (2012) demonstram a influência fisiológica do tamanho das sementes para diferentes espécies. Dessa maneira, o tamanho e a forma são características específicas de cada cultivar, podendo ser diferentes. Assim, é necessário conhecer a variação biométrica das sementes, pois os resultados apresentados por Souza et al. (2017) e Martins et al. (2018) designam o tamanho da semente como essencial na formação e melhoria da arquitetura das plantas.

A heterogeneidade das sementes apresenta o tamanho como diferentes, em função de seus eixos (comprimento e diâmetro). Contudo, Silva et al. (2008) declara que os grãos/sementes com uma ou mais dimensões podem ser separados em diferentes equipamentos, e conseqüentemente, pode também influenciar no dimensionamento do tamanho e forma dos furos das peneiras em equipamentos destinados à separação e classificação (CORRÊA; SILVA, 2008). Por isso, é válido enfatizar a importância de conhecer o quanto essas sementes se diferenciam entre si.

3.4 Forma das sementes

Para o volume unitário de 20 sementes de urucum foram encontrados (cm^3): 0,07; 0,07; 0,06; 0,06; 0,09; 0,13; 0,04; 0,07; 0,07; 0,09; 0,06; 0,05; 0,04; 0,07; 0,10; 0,03; 0,05; 0,05 e 0,07. Conhecendo os processos fisiológicos das sementes, sabe-se que a forma do produto é influenciada pela redução do teor de água. Sobretudo, Resende et al. (2005) salienta a contração volumétrica dos produtos vegetais, durante a secagem, não afetada somente pelo do teor de água, mas também pelas condições do processo e a geometria do produto.

Já os obtidos para esfericidade (%) foram: 63,14; 61,45; 80,67; 75,55; 78,84; 81,06; 73,9; 79,35; 66,72; 68,3; 74,82; 83,15; 78,47; 81,03; 85,9; 87,82; 89,03; 79,37 e 90,66. O valor médio entre as variáveis (73,96%) foi obstante de 1,0 ao qual indica esfericidade de grãos/sementes, apesar de 90,66% estar aproximado do indicado (NUNES et al., 2014). Logo, em equipamentos pós-colheita a esfericidade da semente influencia na rotação da semente em torno de seu eixo, então deslizariam em superfícies planas ao invés de rolar (COŞKUNER; GÖKBUDAK, 2016).

Isto posto, no estudo realizado por Resende et al. (2005) para o feijão, os valores da esfericidade e circularidade aumentaram durante o processo de secagem em relação à faixa de umidade analisada. Assim, é interessante apontar a necessidade de avaliar a relação teor de água e volume das sementes para a espécie.

3.5 Ângulo de repouso das sementes

Os equipamentos A, B e C não apresentaram diferença significativa durante a medição do ângulo de repouso formado pelas sementes, com os valores expostos na tabela 1. Todavia, os valores médios 31,92 e 32,14° respectivamente, para os equipamentos B e C, foram mais aproximados demonstrando maior precisão na obtenção dos dados.

Tabela 1. Médias de ângulo de repouso para os equipamentos A- protótipo adaptado, B- equipamento já estabelecido e C- protótipo alternativo, 2019.

Repetições	A	B	C
1	38,93	31,61	35,23
2	39,19	33,18	34,83
3	39,46	31,61	31,74
4	38,66	31,61	28,88
5	38,00	31,61	30,00
Somatório	194,24	159,62	160,68
Média	38,85	31,92	32,14

Sabendo a influência do teor de umidade, tamanho, forma e constituição externa do grão sobre o ângulo de repouso (CORREA; SILVA, 2008). Reitera Magalhães et al. (2000) para o café, que os frutos classificados “verdes” têm ângulo de repouso elevado com acréscimos no teor de umidade, e os frutos “cereja”, o ângulo de repouso aumenta com o teor de umidade até um determinado valor, em seguida decresceu. Ademais, na presente pesquisa o teor de umidade das sementes foi baixo, o que pode explicar o ângulo de repouso formado pelo urucum.

Shittu e Lawal (2007) afirmam para o sólido particulado com ângulo de repouso inferior a 35° caráter de fluxo livre. Novamente, no tocante aos equipamentos B e C, devido à maior aproximação dos ângulos de repouso formados, observa-se a indispensável classificação quanto ao fluxo das sementes, pois o equipamento A superou a faixa estimada de 35°, no entanto, Coşkuner e Gökbudak (2016) caracterizam o material com vazão média (29 a 39°). Além do mais, o conhecimento do valor do ângulo de repouso é importante para determinar a capacidade estática dos silos, correias transportadoras e dimensionar moegas, dutos e rampas de descarga de grãos (CORREA; SILVA, 2008).

3.6 Massa específica unitária, massa específica aparente e porosidade

Os dados observados para massa específica unitária foram 0,32; 0,56 e 0,60 g/cm³ e massa específica aparente de 0,10 a 0,13

g/cm³. Assim, a porosidade obtida foi de 0,69; 0,77 e 0,78. Tais dados diferiram dos alcançados por Ribeiro et al. (2002) com porosidade de (0,38 a 0,43) e Albuquerque e Meireles (2012) de (0,37 a 0,41). Tal particularidade das sementes exerce influência sobre a pressão de um fluxo de ar que atravessa a massa do produto, implicando no dimensionamento de ventiladores, na secagem e aeração e potência dos motores (CORRÊA; SILVA, 2008). Destarte, é uma das características físicas mais importantes nos produtos agrícolas.

4 CONCLUSÕES

- O teor de água (b.u.) encontrado foi relativamente baixo, com 0 a 10%, com peso úmido de 2,19 a 2,52g e peso seco de 2,15 a 2,51g, considerados elevados.
- Em relação à forma, a esfericidade variou de 61,45 a 90,66%, impossibilitando classificar as sementes como esféricas, e o volume unitário de 0,03 a 0,13 cm³.
- Os ângulos de repouso nos protótipos (A, B e C) foram: 38,85; 31,92 e 32,14°, não diferindo estatisticamente. Como os dados foram relativamente inferiores a 35° para B e C, as sementes foram classificadas como de fluxo livre.
- A massa específica unitária variou de 0,32; 0,56 e 0,60 g/cm³, massa específica aparente de 0,10 a 0,13 g/cm³. Assim, a porosidade foi de 0,69; 0,77 e 0,78.

5 REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, C. L. C.; MEIRELES, M. A. A. Defatting of annatto seeds using supercritical carbon dioxide as a pretreatment for the production of bixin: Experimental, modeling and economic evaluation of the process. **The Journal of Supercritical Fluids**, Online, v.66, p.86–95, 2012.
- ALVES, B. A.; MEDEIROS, L. T.; SALES, J. F.; BRANQUINHO, A. C.; SILVA, J. W.; SOUZA, R. G. Germinação de sementes de forrageiras do gênero *brachiaria* em função dos ambientes e tempos de armazenamento. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v.10, n.1, p.11-19, 2017.
- ARAÚJO, M. K. C.; SILVA, R. R. D. C.; ANTUNES, A. M.; SILVA, M. A. P. Protótipo para caracterização física das sementes do cacauero (*Theobroma cacao* L.). **Revista energia na agricultura**, Botucatu, v. 33, n.4, p. 385-390, 2018.
- BOTELHO, F. M.; CORREA, P. C.; BOTELHO, S. C. C.; VARGAS-ELÍAS, G. A.; ALMEIDA, M. D. S. D.; OLIVEIRA, G. H. H. Physical properties of robusta coffee berries during drying: determination and modelling. **Coffee Science**, Lavras, v.11, n.1, p. 65-75, 2016.
- BRASIL. Regras para análise de sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Secretaria de Defesa Agropecuária**. Brasília, 2009. p.399.
- CORADI P. C.; HELMICH, J. C.; FERNANDES, C. H. P.; PERALTA, C. C. Propriedades físicas de grãos de girassol após secagem. **Revista de Ciências Agroambientais**, Alta Floresta, v.13, n.2, p.74-77, 2015.
- CORLETT, F. M. F.; BARROS, A. C. S. A.; VILLELA, F. A. Qualidade fisiológica de sementes de urucum armazenadas em diferentes ambientes e embalagens. **Revista brasileira de sementes**, Londrina, v. 29, n. 2, p. 148-158, 2007.
- CORRÊA, P. C.; SILVA, J. S. Estrutura, composição e propriedades dos grãos. **Secagem e Armazenagem de Grãos no Brasil**. Viçosa, 2008. p. 19-36.
- COŞKUNER, Y.; GÖKBUDAK, A. Dimensional specific physical properties of fan palm fruits, seeds and seed coats (*Washingtonia robusta*). **International Agrophysics**, Online, v. 30, n.3, p.301-309, 2016.
- DORNELAS, C. S. M.; ALMEIDA, F. A. C.; FIGUEIREDO NETO, A.; SOUSA, D. M. M.; EVANGELISTA, A. P. Desenvolvimento na maturação de frutos e sementes de Urucum (*Bixa orellana* L.). **Scientia plena**, Sergipe, v. 11, n. 1, 2015.
- FABRI, E. G.; TERAMOTO, J. R. S. Urucum: fonte de corantes naturais. **Horticultura Brasileira**, Vitoria da Conquista, v. 33, n. 1, p. 140, 2015.
- FERREIRA, R. L. Teste de condutividade elétrica para estimar o vigor de sementes de urucum. **Multi-Science Journal**, Online, v. 1, n. 3, p. 3-10, 2015.
- FERREIRA, R. L.; NOVEMBRE, A. D. L. C. Estimativa do vigor das sementes e das plântulas de *Bixa orellana* L. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 47, n. 1, p. 101-107, 2016.

- HARTMANN FILHO, C. P.; GONELI, A. L. D.; MASETTO, T. E.; MARTINS, E. A. S.; OBA, G. C.; SIQUEIRA, V. C. Quality of second season soybean submitted to drying and storage. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Online, v. 46, n.3, p. 267-275, 2016.
- MAGALHÃES, A. C.; COUTO, S. M.; QUEIROZ, D. M.; ANDRADE, E. T. Dimensões principais, massa e volume unitários, esfericidade e ângulo de repouso de frutos de café. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.2, n.2, p.39-56, 2000.
- MANTOVANI, N. C.; GRANDO, M. F.; XAVIER, A.; OTONI, W. C. Avaliação de genótipos de urucum (*Bixa orellana* L.) por meio da caracterização morfológica de frutos, produtividade de sementes e teor de bixina. **Ciência Florestal**, Online, v.23, n.2, p.355-362, 2013.
- MARTINS, A. R.; PARAÍSO, H. A.; GOMES, L. S. P.; COSTA, C. A.; BRANDÃO JÚNIOR, D. S.; SANTOS, J. C. Morfologia de frutos e qualidade física e fisiológica de sementes de cultivares de jiloeiro. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, Online, v. 12, n.4, p. 401-409, 2018.
- MATH, R. G.; RAMESH, G.; NAGENDER, A.; SATYANARAYANA, A. Design and development of annatto (*Bixa orellana* L.) seed separator machine. **Journal of Food Science and Technology**, Online, v. 53, n.1, p. 703-711, 2015.
- MENDES, A. M. S.; FIGUEIREDO, A. F.; SILVA, J. F. Crescimento e maturação dos frutos e sementes de urucum. **Revista brasileira de sementes**, Pelotas, v.28, n.1, p.133-141, 2006.
- MOHSENIN, N. N. Physical properties of plant and animal materials. New York: **Gordon and Breach Publishers**, 1986. p.841.
- NUNES, J. A. S.; ORMOND, A. T.; CANEPPELE, C.; SILVA, S. L. S.; JOB, M.T. Determinação do ângulo de repouso, volume unitário, eixos ortogonais e esfericidade do trigo. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.3, n.2, p. 77-86, 2014.
- PADUA, G. P.; ZITO, R. K.; ARANTES, N. E.; FRANCA NETO, J. B. Influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica e na produtividade da cultura da soja. **Revista brasileira de sementes**, Pelotas, v.32, n.3, p.9-16, 2010.
- 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**, Campina Grande, v.7, n.1, p.15-24, 2005.
- RIBEIRO, V. S.; SOBRAL, M. C.; AMEIDA, M. M.; SILVA, G. F. Propriedades físicas de produtos agrícolas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.4, n.1, p.1-6, 2002.
- SHITTU, T. A.; LAWAL, M. O. Factors affecting instant properties of powdered cocoa beverages. **Food Chemistry**, Online, v. 100, p. 91-98, 2007.
- SILVA, J. S.; PARIZZI, F. C.; SOBRINHO, J. C. Beneficiamento de grãos. 2 ed. **Secagem e armazenamento de produtos agrícolas**. Viçosa: UFV, 2008. p. 307-323.
- SILVA, S. N.; GURJÃO, K. C. O.; ALMEIDA, F. A. C.; SILVA, R. M.; SILVA, P. B.; SILVA, L. P. F. R. Características físicas de sementes de milho crioulo da Paraíba. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v.13, n.5, p. 590-594, 2018.

SILVA, U. C. D.; SMIDERLE, O. J.; OLIVEIRA, J. M. F.; SILVA, T. J. Tamanho da semente e substratos na produção de mudas de açaí. **Advanced Science**, Cuiabá, v.4, n.4, p.151-156, 2017.

SOUZA, O. M.; SMIDERLE, O. J.; SOUZA, A. G.; CHAGAS, E. A.; CHAGAS, P. C.; BACELAR-LIMA, C. G.; MORAIS, B. S. Influência do tamanho da semente na germinação e vigor de plântulas de populações de Camu-Camu. **Scientia Agropecuária**, Online, v. 8, n.2, p. 119-125, 2017.

ULLMANN, R.; RESENDE, O.; CHAVES, T. H.; OLIVEIRA, D. E. C.; COSTA, L. M. Qualidade fisiológica das sementes de sorgo sacarino submetidas à secagem em diferentes condições de ar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Online, v. 19, n. 1, p. 64-69, 2015.

VAZQUEZ, G. H.; ARF, O.; SARGI, B. A.; PESSOA, A. C. O. Influência do tamanho e da forma da semente de milho sobre o desenvolvimento da planta e a produtividade de grãos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 1, p. 16-24, 2012.