

**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA USANDO DIMENSÕES LINEARES SOBRE OS ATRIBUTOS BIOMÉTRICOS EM SEMENTES DE *Annona reticulata* (L.) Vell. (ANNONACEAE)****MORPHOLOGIC CHARACTERIZATION USING LINEAR DIMENSIONS ON THE BIOMETRIC ATTRIBUTES IN SEEDS OF *Annona reticulata* (L.) Vell. (ANNONACEAE)**

Montcharles da Silva Pontes¹ Etenaldo Felipe Santiago² Michele Aparecida dos Santos Nobrega³
Vanessa de Mauro Barbosa Freitas⁴

RESUMO

As diferenças na morfologia das sementes podem indicar variabilidade dentro e entre populações de plantas. Foram caracterizadas biometricamente as sementes de *Annona reticulata* Vell., Annonaceae, provenientes da região de Rio Brilhante, Mato Grosso do Sul, em uma área de fragmento de Cerrado, sendo as sementes coletadas aleatoriamente de seis diferentes indivíduos. Analisou-se um total de 150 sementes, divididas em três lotes de 50 sementes, utilizando-se da teoria estatística de pequenas amostras para avaliar as variáveis biométricas e físicas das sementes quanto ao comprimento, largura, espessura, índice de volume das sementes, diâmetro médio geométrico, equivalente e aritmético, área superficial, volume, esfericidade e relação de aspecto das sementes. As variáveis foram comparadas pelo teste t de Student, o teste de Kolmogorov-Smirnov e pelo coeficiente de correlação de Spearman ($p < 0,001$). Verificou-se que as flutuações da amplitude apresentam maior proximidade entre os diâmetros médio geométrico e equivalente ($p < 0,05$) e maior distância para o diâmetro médio aritmético das sementes de *Annona reticulata*. O índice de volume das sementes, os diâmetros médios geométricos, equivalente e aritmético, a área superficial e o volume das sementes, apresentaram correlação com todos os parâmetros avaliados. As variações observadas sugerem que as sementes não são similares quanto às suas dimensões lineares, o que pode estar associado à variabilidade genética das sementes estudadas.

Palavras-chave: biometria; propriedades físicas; sementes; variabilidade morfológica.

ABSTRACT

Differences in seed morphology may indicate variability within and among plant populations. Seeds of *Annona reticulata* Vell., Annonaceae were biometrically characterized, came from the Rio Brilhante region, Mato Grosso do Sul state, in a fragmented area of Cerrado biome, in which the seeds were collected randomly from six different individuals. It was investigated a sum of 150 seeds, isolated into three clusters of 50 seeds. Using the statistical theory of small samples, were assessed the biometrical and physical variables of seeds regarding the length, width, thickness, seed volume index, geometric diameter means, equivalent and arithmetic, surface area, volume, sphericity and aspect ratio of the seeds. The

- 1 Biólogo, Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, Centro de Estudos em Recursos Naturais, Grupo de Estudos em Recursos Vegetais, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Rod. Dourados - Itahum, Km 12, Caixa Postal 351, CEP 79804-970, Dourados (MS), Brasil. montcharles.pontes@gmail.com
- 2 Biólogo, Dr., Professor do Centro de Estudos em Recursos Naturais, Grupo de Estudos em Recursos Vegetais, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Rod. Dourados - Itahum, Km 12, Caixa Postal 351, CEP 79804-970, Dourados (MS), Brasil. felipe@uem.br
- 3 Bióloga, MSc., Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, Centro de Estudos em Recursos Naturais, Grupo de Estudos em Recursos Vegetais, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Rod. Dourados - Itahum, Km 12, Caixa Postal 351, CEP 79804-970, Dourados (MS), Brasil. nobrega_michele@yahoo.com.br
- 4 Bióloga, MSc., Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Rod. Dourados - Itahum, Km 12, Caixa Postal 533, CEP 79804-970, Dourados (MS), Brasil. vanessamauro@yahoo.com.br

Recebido para publicação em 11/05/2015 e aceito em 2/05/2017

results were compared with the Student's t test, Kolmogorov-Smirnov's test, and Spearman's correlation coefficient ($p < 0,001$). It was found that the amplitude fluctuations show a bigger proximity between the means of geometric and equivalent diameters ($p > 0,005$), and a greater distance to the arithmetic diameter mean of *Annona reticulata* seeds. The seed volume index, the geometric diameter means, equivalent and arithmetic, surface area and seed volume showed correlation with all evaluated parameters. The observed variations suggest that seeds are not alike in their linear dimensions, which can be associated with morphological variability of the studied seeds.

Keywords: biometry; physical properties; seeds; morphological variability.

INTRODUÇÃO

Análises biométricas de sementes apresentam-se como importantes ferramentas para detectar a variabilidade dentro e entre populações, além de atuarem como instrumentos na definição da relação de fatores ambientais e a variabilidade genética (GUSMÃO; VIEIRA; FONSECA JUNIOR, 2006; MATHEUS; LOPES, 2007; MACEDO et al., 2009). O tamanho e as características das sementes são de grande importância para o estudo de determinadas espécies (SANTOS et al., 2009), sendo considerados um parâmetro básico para o entendimento da dispersão, sobrevivência e estabelecimento de plântulas (FENNER; THOMPSON, 2005). Apresentam também importância dentro da taxonomia e da fisiologia vegetal, ajudando a diferenciar espécies pioneiras e não pioneiras em florestas tropicais e neotropicais (BASKIN; BASKIN, 1998).

Em geral, as sementes de maior tamanho dentro de uma população ou subpopulação de uma mesma espécie, indicam que foram mais bem nutridas durante o seu desenvolvimento, apresentando maior quantidade de reservas aumentando assim a probabilidade de sucesso na germinação e consequentemente, no estabelecimento de banco de plântulas (POPINIGIS, 1985; HAIG; WESTOBY, 1991; CARVALHO; NAKAGAWA, 2000; PADUA et al., 2010; DRESCH et al., 2013). Por outro lado, o tamanho das sementes nem sempre está relacionado à sua qualidade fisiológica, sendo encontrado na literatura dados dispersos dependendo da espécie estudada, nos quais a germinação não é afetada pelo tamanho das sementes (AGUIAR et al., 1996; ALVES et al., 2005).

De acordo com Silva et al. (2011), desvios da simetria de órgãos vegetais com estrutura bilaterais, como folhas e sementes, ocorrem devido à incapacidade de indivíduos de conter variações ambientais ou genéticas durante o seu desenvolvimento. Em sementes, têm-se como resultados desses fatores genéticos, ambientais ou dependendo do estágio de desenvolvimento dos frutos, oscilações biométricas de largura, comprimento e espessura.

Segundo Pádua et al. (2008; 2010), o efeito da variabilidade no tamanho, na qualidade genética, física e fisiológica das sementes, tem sido relatado em diversos trabalhos, considerando os mais diferentes componentes do desempenho tanto das sementes quanto das plantas resultantes das mesmas.

A caracterização biométrica de sementes possibilita a análise de desvios na simetria de suas dimensões lineares, juntamente com outras técnicas, morfoanatômicas e/ou fisiológicas, constituem-se como informações importantes para ampliar o conhecimento existente acerca da biologia das espécies nativas, bem como servir de subsídio à utilização das mesmas na implantação de projetos de reposição de cobertura vegetal (SANTIAGO; PAOLI, 2007).

Para a análise de sementes em espécies cultivadas, os padrões estão predeterminados e descritos nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) sendo amplamente utilizados. Entretanto, para espécies nativas, cuja variabilidade morfológica nas sementes dificulta as operações de beneficiamento, destacam-se ainda problemas de produção de frutos e sementes, temporização biológica do processo germinativo, respostas germinativas distintas devido às condições estressoras impostas na fase reprodutiva, entre outras, nota-se, uma dificuldade no estabelecimento de métodos para experimentos, principalmente, referindo-se ao número de sementes por tratamento, lote ou amostra. Carvalho, Santana e Ranal (2005), apontam que o número mínimo de sementes utilizado por amostra nestas regras é de 400 sementes, o que é considerado elevado para algumas espécies nativas, valendo também ressaltar a necessidade de garantir a representatividade dos dados obtidos por meio da análise estatística (PIMENTEL-GOMES, 1990; BANZATTO; KRONKA, 2006).

Para pequenas amostras, nas quais o número de sementes não atende aos requisitos das técnicas de delineamento estatístico comuns em grandes amostras, recomendam-se testes que não são restringidos pelo tamanho da amostra, como o teste t de “Student” para variáveis com distribuição normal ou normal aproximada e o de Mann-Whitney para variáveis com outra distribuição (SNEDECOR; COCHRAN, 1989; SOKAL; ROHLF, 1997).

Mecanismos biométricos que avaliam a diversidade dos ecossistemas brasileiros pela bilateralidade de órgãos e organismos são investigados em diversas áreas da biologia (PEDRON; MENEZES; MENEZES, 2004; TONDATO; FIALHO; SÚAREZ, 2014; DALOSO, 2014), notando-se uma carência de estudos em diversos ambientes, utilizando sementes de espécies arbóreas como modelos biológicos, em abordagens interdisciplinares de pesquisa.

Neste contexto, foram avaliados aspectos biométricos em *Annona reticulata* (L.) Vell. (Annonaceae), visando à distinção e caracterização de suas sementes por meio de suas dimensões lineares.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta e beneficiamento das infrutescências

O estudo foi conduzido no Laboratório de Ecologia, do Centro de Estudos em Recursos Naturais da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (CERNA-UEMS), localizado na cidade de Dourados-MS, utilizando-se sementes de *Annona reticulata*, obtidas de 6 matrizes de uma subpopulação de fragmento florestal de Cerrado no entorno do município de Rio Brilhante-MS (21°48'8"S 54°32'37"W). A coleta dos frutos foi realizada imediatamente após a maturação fisiológica e queda dos mesmos, que, posteriormente, foram beneficiados manualmente sob água corrente e acondicionadas em refrigerador até o manuseio (VAUGHAN; GREGG; DELOUCHE, 1980).

Unidades amostrais e procedimentos analíticos

Foram utilizadas neste estudo 150 sementes, divididas em três repetições de 50 unidades cada. As sementes foram avaliadas segundo seu comprimento, largura e espessura com auxílio de um paquímetro digital King Tools 150BL. Em seguida, foi determinado o índice de volume das sementes (IVS) obtido pelo produto do “comprimento x largura x espessura” (VIEIRA et al., 2008).

Os diâmetros médios; geométrico (DMG), equivalente (DME) e aritmético (DMA) foram determinados de acordo com Sahay e Singh (1994):

$$\begin{aligned} \text{DMG} &= (abc)^{1/3} \\ \text{DME} &= \left[a \frac{(b+c)}{4} \right]^{1/3} \\ \text{DMA} &= \frac{(a+b+c)}{3} \end{aligned}$$

Para a medida de área superficial (em mm²) utilizaram-se as equações de McCabe, Smith e Harriot (2005):

$$A_s = \pi \text{DMG}^2$$

A esfericidade das sementes (E), em porcentagem (%), foi calculada por meio dos valores observados nos eixos ortogonais, de acordo com Mohsenin (1986):

$$E = \left[\frac{(abc)^{1/3}}{a} \right] 100$$

A relação de aspecto (R_a) foi calculada segundo Varnamkhasti et al. (2008), já o volume das sementes (V) foi calculado usando as expressões descritas por Mohsenin (1986):

$$\begin{aligned} R_a &= \frac{b}{a} 100\% \\ V &= \pi \frac{abc}{6} \end{aligned}$$

As características biométricas foram submetidas ao teste Kolmogorov-Smirnov para verificação da normalidade de sua distribuição a 1% de significância e calculado o coeficiente de correlação não paramétrico de Spearman. Sendo também empregada a distribuição de frequência para os três eixos ortogonais (comprimento, largura e espessura) mensurados das sementes. A metodologia estatística para a comparação de variáveis analisadas com distribuição normal consistiu no teste t de “Student”. Para todo procedimento estatístico foi adotada a utilização do software R, sendo que em todas as análises foi utilizado $\alpha=0,05$ como valor de significância. Para as observações e ilustrações das sementes, foi utilizado estereomicroscópio, provido de câmara clara, com ilustrações elaboradas a olho nu, procedendo-se a cobertura a nanquim sobre papel-vegetal.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes de *Annona reticulata*, (Figura 1) são morfologicamente caracterizadas como sendo no formato obovoide, apresentando testa de aspecto glabro e textura lisa, possuindo coloração marrom-café, opaco, com tégmen formado por camadas fibrosas, sendo estas longitudinais e oblíquas, inseridas no endosperma formando rumações, sendo o endosperma ruminado de coloração branco-acastanhada (CORNER, 1976). Segundo Barroso et al. (1999), estas rumações são características próprias de Annonaceae, constituindo-se, juntamente com o embrião diminuto, uma importante característica taxonômica na identificação de indivíduos em nível de família.

A nucela desenvolve-se tardiamente após a fecundação do óvulo, e, a calaza preenche os espaços laterais da semente, que, devido à ocorrência de invaginações transversais dos tegumentos, leva ao desenvolvimento do endosperma ruminado, característico desta família botânica (CORNER, 1976).

O hilo apresenta-se basal, fechado por uma prega de tampão, corroborando a literatura das Annonaceae (CORNER, 1976; LIMA-BRITO et al., 2006) é mal definido, permanecendo entre ovoide e circular, faltando o exostoma entre o funículo e o endostoma.

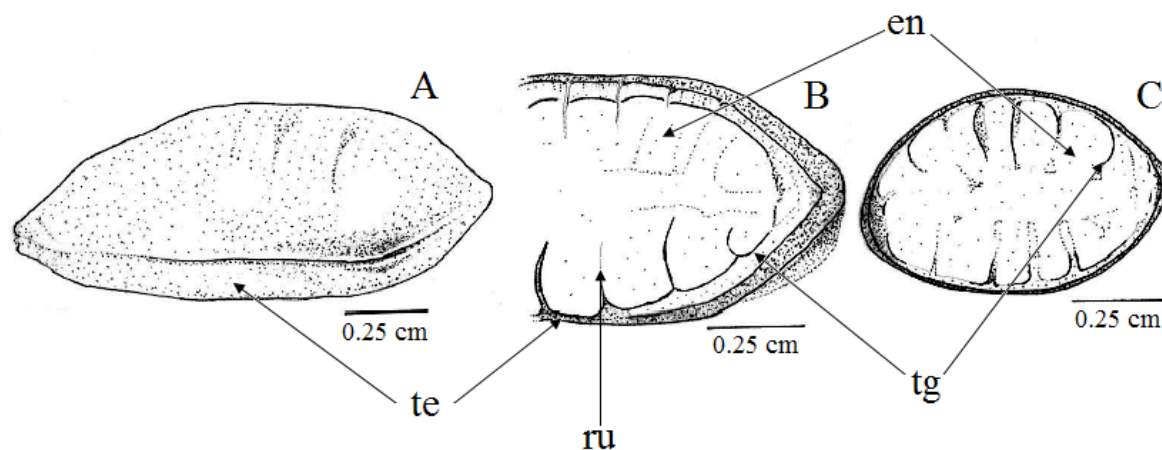


FIGURA 1: Sementes de *Annona reticulata* (L.) Vell. (A) semente inteira / vista laterodorsal; (B) corte longitudinal mediano no sentido do comprimento; (C) corte transversal mediano no sentido da largura. te: testa; en: endosperma; ru: rumação; tg: tegumento.

FIGURE 1: Seeds of *Annona reticulata* (L.) Vell. (A) entire seed / lateral/dorsal view; (B) longitudinal cut along the length; (C) median cross section in the width direction. te: testa (brow); en: endosperm; ru: rumination; tg: tegument.

A Tabela 1 apresenta parâmetros analisados nas sementes de *Annona reticulata*, a análise de normalidade dos dados pelo teste de Kolmogorov-Smirnov evidenciou a ausência de aderência à distribuição normal de valores (^{ns}) para o índice de volume das sementes (IVS), diâmetro médio geométrico (DMG), = relação de aspecto (R_a), área superficial; (A_s), V e Ø. Constatando aderência à distribuição normal para C ($p < 0.01$), L ($p < 0.01$), E ($p < 0.01$), DME ($p < 0.01$) e DMA ($p < 0.01$).

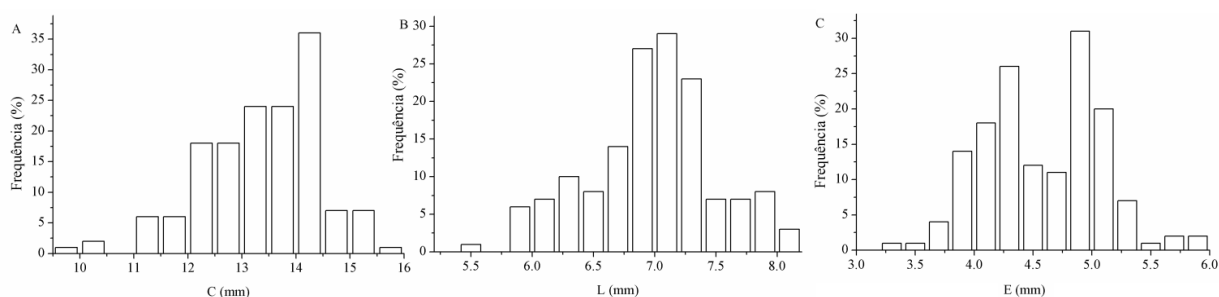
TABELA 1: Valores estimados dos parâmetros avaliados e significância das diferenças analisados pelo teste t de Student.

TABLE 1: Estimated values of the evaluated parameters and significance of the differences analyzed by Student's t test.

Parâmetros	Mín	Média ± Desvio Padrão	Máx	CV(%)	± 95% IC	P
C (mm)	9,9	13,3289 ± 1,947311*	15,9	0,146107	13,14994-13,50606	**
L (mm)	5,4	6,9267 ± 1,972868*	8,1	0,284822	6,842703-7,010630	**
E (mm)	3,2	4,5333 ± 1,716618*	5,9	0,378666	4,452335-4,614332	**
IVS (%)	243,9	417,6311 ± 59,25902 ^{ns}	558,0	0,141893	7,399307-7,515820	**
DMG (mm)	6,24	7,458 ± 0,361077 ^{ns}	8,23	0,048418	7,399307-7,515820	*
DME (mm)	6,48	7,582 ± 0,35253*	8,38	0,046498	7,524792-7,638520	*
DMA (mm)	7,20	8,263 ± 0,407314*	9,06	0,049296	8,196950- 8,328383	**
A _s (mm ²)	122,6	175,1 ± 16,7489 ^{ns}	212,9	0,095639	172,4250-177,8296	**
V (mm ³)	142,9	229,6 ± 31,26 ^{ns}	308,8	0,136158	224,6036-234,6913	**
Ø (%)	45,79	56,26 ± 4,43876 ^{ns}	72,89	0,078904	55,53909-56,97140	**
R _a	0,36	0,5238 ± 0,062991 ^{ns}	0,73	0,120266	0,5136024-0,5339285	**

Em que: Em colunas, apresentam distribuição normal pelo teste de Kolmogorov-Smirnov a 1% de probabilidade; ns = Apresentou ausência de distribuição normal pelo teste de Kolmogorov-Smirnov a 1% de probabilidade; C = comprimento; L = largura; E = espessura; IVS = índice de volume das sementes; DMG = diâmetro médio geométrico; DME = diâmetro médio equivalente; DMA = diâmetro médio aritmético; A_s = área superficial; V = volume; Ø = esfericidade; R_a = relação de aspecto; CV = coeficiente de variação; IC = intervalo de confiança; p = nível de significância pelo teste t de Student.

Os resultados evidenciam que os parâmetros de medidas de cada uma das dimensões lineares avaliadas, apresentam variação significativa entre os valores mínimos e máximos, corroborado pelo teste t de Student com nível de significância de tanto 5% ($p < 0,05$) para DMG e DME, quanto a 1% ($p < 0,0001$), para os demais parâmetros avaliados. Podendo esta variação estar relacionada à alta variabilidade genética da subpopulação de *Annona reticulata*, encontrada na área de coleta. Conforme verificado para os parâmetros dimensionais da amostra e a erros experimentais inerentes ao procedimento de medida, sendo os valores médios de comprimento (C), largura (L) e espessura (E) iguais a ($13,33 \pm 1,95$ com IC de 13,15 a 13,51), ($6,93 \pm 1,97$ com IC de 6,84 a 7,01) e ($4,53 \pm 1,72$ com IC de 4,45 a 4,61) mm, respectivamente. Ao se analisar a distribuição da frequência das sementes de *Annona reticulata*, verifica-se que as sementes apresentam comprimento (C) concentrado em uma classe de frequência que compreende de 14,1 a 14,2 mm; o que representa aproximadamente 35,6% das sementes (Figura 2A). A largura (L) (Figura 2B) e a distribuição da frequência concentraram-se em três classes entre 6,8; 7,1 e 7,2 mm, o que correspondeu a aproximadamente 78,5% das sementes. Já para a variável espessura (E), foram observadas duas classes como centrais (4,24 e 4,9 mm), o que concentrou 57% das sementes mensuradas (Figura 2C).

FIGURA 2: Distribuição de frequência para os valores dos eixos ortogonais de comprimento (A), largura (B) e espessura (C) de sementes de *Annona reticulata* (L.) Vell.FIGURE 2: Frequency distribution for the values of orthogonal axes in length (A), width (B) and thickness (C) in seeds of *Annona reticulata* (L.) Vell.

A discriminação da distribuição da relação de aspecto (R_a) é importante para determinar e classificar a extensão de sementes fora de tamanho em grau de comercialização, sobretudo para grãos cultivados (VERNAMKHASTI et al., 2008) e, para espécies florestais nativas, pode ajudar na seleção de sementes para a produção de mudas, visando ao controle da qualidade fisiológica, considerando-se as relações entre o tamanho das sementes, a quantidade de reserva e o vigor das plântulas, uma vez que sementes grandes estão normalmente associadas à maior germinabilidade e produção de mudas com maior vigor (HAIGH; WESTOBY, 1991; TORRES, 1994; DRESCH et al., 2013). No presente estudo, a média para a relação de aspecto encontrada, foi na gama de $0,52 \pm 0,06$ (IC de 0,51 a 0,53), oscilando valor mínimo e máximo entre 0,36 e 0,73, respectivamente (Figura 3), valores estes que podem servir como referência comparativa para a espécie estudada por apresentar potencial frutífero. Os métodos de triagem de sementes de espécies florestais têm despertado grande interesse, especialmente quando contribuem na seleção de sementes no pré-processamento, quando são considerados o beneficiamento por meio de peneiras ou mesas gravitacionais para a seleção mecânica de sementes visando ao controle, pois a maior uniformidade dimensional reflete em maior facilidade na separação das sementes do material residual (frutos, folhas e galhos) minimizando tempo e custos na etapa de beneficiamento dos frutos (ALTUNTAS; ÖZGOZ; TASER, 2005; BATTILANI; SANTIAGO; SOUZA, 2006; NDERIKA; OYELEKE, 2006; BATTILANI; SANTIAGO; SOUZA, 2007; KALINIEWICZ; POZNAŃSKI, 2013).

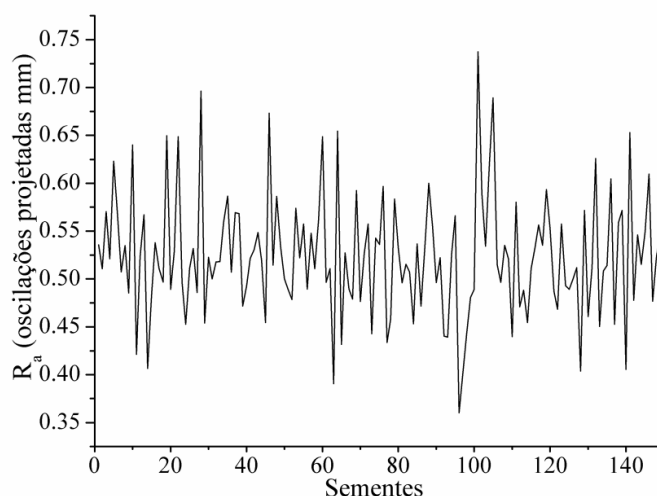


FIGURA 3: Oscilações projetadas sobre a relação de aspecto das sementes de *Annona reticulata* (L.) Vell. Amplitude média na gama de na gama de $0,52 \pm 0,06$, IC = 0,51 a 0,53.

FIGURE 3: Projected oscillations for the aspect ratio in seeds of *Annona reticulata* (L.) Vell. Average amplitude values of $0,52 \pm 0,06$, IC = 0,51 a 0,53.

Quanto à esfericidade ($\emptyset$) das sementes analisadas (Tabela 1), nota-se que a esfericidade está distante do valor 1,0 (100%) que indica uma esfera, evidenciando que as sementes de *A. reticulata* avaliadas não se aproximam morfologicamente de uma esfera, considerando, que o grau de esfericidade de um corpo é razão entre o diâmetro de uma esfera, com o mesmo volume do corpo, e o diâmetro da menor esfera circunscrita no corpo ou, em geral, a maior dimensão do objeto (MOHSENIN, 1986). Para as sementes de *A. reticulata*, as diferenças obtidas entre o comprimento e a espessura das sementes foram significativas ($p < 0,0001$) justificando que as sementes distinguem-se de uma esfera. A esfericidade contribui para as variações na taxa de escoamento de corpos granulares como uma ampla variedade de sementes, podendo atuar como ferramenta para predizer a resistência destes materiais ao escoamento em mesas gravitacionais de seleção (MOYSEY et al., 1985; GREGORY; FEDLER, 1987).

O diâmetro médio equivalente (DME) e a esfericidade ($\emptyset$) foram significativamente diferentes ($p < 0,05$) pelo teste t de Student. Sendo que o diâmetro médio equivalente das sementes variou de 6,48 a 8,38 mm (IC de 7,52 a 7,64). No qual, o menor valor de esfericidade encontrado foi de 45,79 e o maior de 72,89 mm (IC de 55,54 a 56,98). Já para os diâmetros médios geométrico (DMG) e aritmético (DMA), a variação mínima e máxima entre as sementes foi de 6,24 a 8,33 (IC de 7,40 a 7,63) e 7,20 a 9,06 mm (IC de

8,20 a 8,32), sendo os valores médios verificados para estes parâmetros iguais a $7,46 \pm 0,36$; $7,58 \pm 0,35$ e $8,26 \pm 0,40$ para medidas estimadas de diâmetro médio geométrico, equivalente e aritmético.

As variações reais referentes aos diâmetros médios fornecem informações quanto à intensidade das oscilações. Uma comparação destas variações pode ser visualizada na Figura 4, na qual se observa no *boxplot* flutuações regulares nos valores dimensionais associados aos diâmetros médios, mostrando que há uma relação dimensional entre a variação dos três diâmetros avaliados. Entretanto, verificou-se que tais flutuações apresentam maior proximidade média entre o diâmetro médio geométrico e o diâmetro médio equivalente, e, mais distante para o diâmetro médio aritmético das sementes de *Annona reticulata*, indicando que, apesar da relação dimensional, as sementes analisadas não são similares quanto às suas dimensões lineares. Podendo tais variações observadas estarem associadas a fatores como a predação de sementes, dispersão e recrutamento, refletindo o modo de vida e características do *habitat* onde ocorrem (MICHAELS et al., 1988).

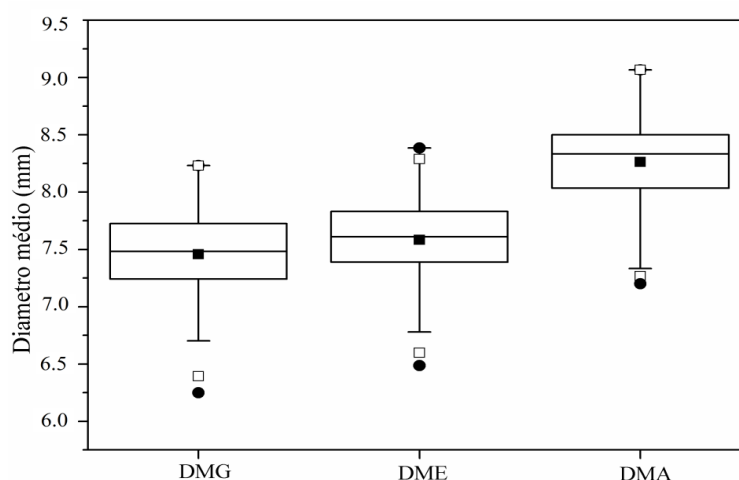


FIGURA 4: Variação média, mediana, desvio padrão e valores mínimos e máximos para as amplitudes do diâmetro médio geométrico (DMG), equivalente (DME) e aritmético (DMA) das sementes de *Annona reticulata* (L.) Vell.

FIGURE 4: Mean variation, median, standard deviation and minimum and maximum values for the amplitudes of geometric (DMG), equivalent (DME) and arithmetic (DMA) mean diameters of *Annona reticulata* (L.) Vell., seeds.

Isto pode ser útil para a seleção de indivíduos apresentando padrões de dissimilaridade, permitindo estudar e identificar grupos homogêneos e heterogêneos entre as sementes, evitando a limitação genética em estudos germinativos e na produção de mudas para revegetação possibilitando a maior chance de sobrevivência e estabelecimento de plântulas (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004; AL-GHAMDI, 2011; CHRISTO et al., 2014). O agrupamento de genótipos de sementes é uma importante ferramenta para seleção de matrizes genitoras para implantação de programas de recomposição vegetal, sobretudo em áreas degradadas, o que além de possibilitar avaliar o impacto de agentes estressores, permite o estabelecimento de combinações com base na dissimilaridade entre genótipos parentais (CHRISTO et al., 2014), explorando o potencial para gerar mudas com melhor desempenho ecofisiológico nestes ambientes (DRESCH et al., 2013).

Foram observadas diferenças significativas no volume (V) e na área superficial (A_s) ($p < 0.05$) pelo teste t de Student, os valores médios foram de $229,64 \text{ mm}^3$ (com IC de 224,60 a 234,70) e $11,16 \text{ mm}^2$ (com IC de 172,42 a 177,82), respectivamente. Observa-se na Figura 5, que o modelo de regressão que melhor se ajustou aos dados de volume e área superficial das sementes, foi a relação linear ($R^2 = 0,99$). De acordo com Zareiforush et al. (2011), a relação entre a área da superfície e o volume das sementes está relacionada diretamente com o tempo de secagem, embebição e requisitos energéticos das sementes durante o processo germinativo. Os efeitos da área superficial sobre as taxas de absorção e perda de água de materiais em partículas, também pode ser caracterizado pela utilização da superfície em relação ao seu volume (MIR;

BOSCO; SUNOOJ, 2013).

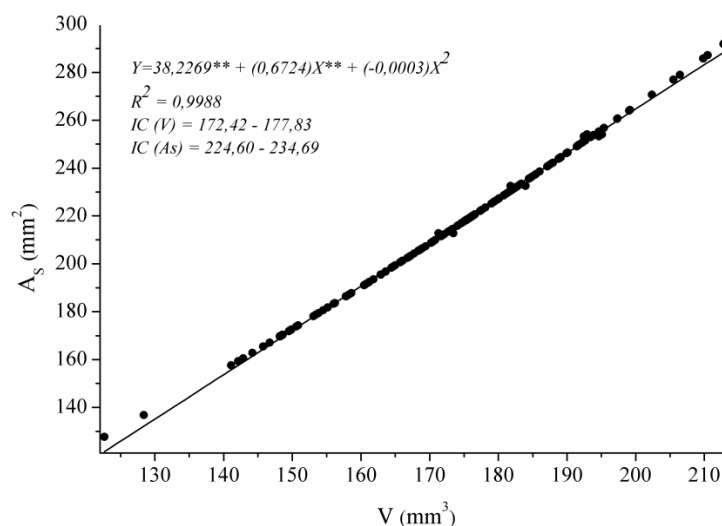


FIGURA 5: Regressão linear para área de superfície e volume das sementes de *Annona reticulata* (L.) Vell. IC= intervalo de confiança. ** $p < 0.0001$.

FIGURE 5: Linear regression for surface area and volume of the *Annona reticulata* (L.) Vell., seeds. IC= confidence interval. ** $p < 0.0001$.

As estimativas dos coeficientes de correlação de Spearman entre as características biométricas e físicas de sementes de *Annona reticulata*, encontram-se na Tabela 2. Tais estimativas podem ser utilizadas quando determinado caráter de interesse é de difícil avaliação, segundo Farias-Neto, Carvalho e Muller (2004), pode se realizar uma seleção mais simplificada se esse caráter apresentar alta correlação positiva com outro de fácil avaliação, uma vez que aumentos em um caráter tendem a ser acompanhados de aumentos expressos no outro caráter e vice-versa, não havendo a necessidade de adoções de restrições na seleção para obtenção de ganhos na avaliação desejada (GONÇALVES et al., 2013).

As correlações apresentadas na Tabela 2 demonstram que a maior parte dos parâmetros mensurados apresentou correlações significativas, tanto a 5% quanto a 1% de significância, sendo que a maioria das correlações significativas apresentou valor de $p < 0,0001$. Constatou-se correlação significativa negativa entre comprimento (C) e esfericidade ($\bar{\phi}$) e entre comprimento e a relação de aspecto (R_a), indicando que o comprimento é uma dimensão linear que influencia negativamente a esfericidade e a relação de aspecto das sementes. Ficou evidente a tendência de que as sementes com maior comprimento apresentam maiores distâncias da forma de uma esfera. O comprimento ainda apresentou correlação significativa a 1%, positivamente, com o índice de volume e os três diâmetros, assim como para a área superficial e o volume das sementes, correlacionando-se de maneira não significativa com a largura e espessura. A largura e espessura também apresentaram correlação positiva significativa a 1%, com estes mesmos parâmetros incluindo a esfericidade ($\bar{\phi}$) e a relação de aspecto (R_a), sendo que a espessura não apresentou correlação com a relação de aspecto das sementes, notou-se sobre a relação de aspecto das sementes, correlação significativa ($p < 0,0001$) positiva apenas com a largura e a esfericidade, sendo negativa a correlação também significativa ($p < 0,0001$) com o diâmetro médio aritmético, com os demais parâmetros não apresentou correlação. O índice de volume, os três diâmetros, a área superficial e o volume das sementes apresentaram correlação com todos os parâmetros avaliados. A esfericidade foi a única variável analisada que apresentou correlação com significância a 5%, sendo a mesma positiva, com o índice de volume, diâmetro médio geométrico e área superficial das sementes. A mesma apresentou correlação negativa ($p < 0,0001$) com o diâmetro médio aritmético, não apresentando correlação com o diâmetro médio equivalente e com o volume das sementes. O diâmetro médio geométrico apresentou altíssima correlação positiva (1,000) com o índice de volume e a área superficial das sementes, assim como o diâmetro médio equivalente que apresentou o mesmo valor correlacionado ao volume das sementes.

Com relação ao método estatístico utilizado, deve-se destacar que, para variáveis expressas em

porcentagem, como o índice de volume (IVS) e a esfericidade ($\emptyset$) das sementes, o teste t de Student só pode ser aplicado quando a variabilidade pode ser estimada, ou aproximada pelos dados amostrais (NETER; WASSERMAN; KUTNER, 1985; PIMENTEL-GOMES, 1990; SANTANA; RANAL, 2004). Evidenciando a aplicabilidade do teste t de Student para a amplitude amostral utilizada neste estudo morfométrico em sementes de *Annona reticulata*, sem violação dos princípios estatísticos.

TABELA 2: Matriz dos coeficientes de correlação de Spearman para as variáveis biométricas e físicas das sementes de *Annona reticulata* (L.) Vell.

TABLE 2: Array of the Spearman correlation coefficients for biometric and physical variables of *Annona reticulata* (L.) Vell. seeds.

	C	L	E	IVS	DMG	DME	DMA	A _s	V	$\emptyset$	R _a
C	1,000										
L	-	1,000									
E	0,065 ^{ns}		1,000								
IVS	0,105 ^{ns}	0,076 ^{ns}		1,000							
DMG	0,442**	0,378**	0,628**	1,000	1,000						
DME	0,466**	0,524**	0,472**	0,973**	0,846**	1,000					
DMA	0,819**	0,278**	0,254**	0,846**	0,846**	0,872**	1,000				
A _s	0,442**	0,378**	0,628**	1,000	1,000	0,973**	0,846**	1,000			
V	0,467**	0,524**	0,472**	0,973**	0,973**	1,000	0,872**	0,973**	1,000		
$\emptyset$	-	0,310**	0,673**	0,156*	0,156*	0,110 ^{ns}	-0,328**	0,156*	0,109 ^{ns}	1,000	
R _a	0,750**										
	-	0,671**	0,024 ^{ns}	-	-	-	-0,393**	-	-	0,765**	1,000
	0,737**			0,080 ^{ns}	0,080 ^{ns}	0,004 ^{ns}		0,080 ^{ns}	0,004 ^{ns}		

Em que: ** significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo, pelo teste t de Student. C = comprimento; L = largura; E = espessura; IVS = índice de volume das sementes; DMG = diâmetro médio geométrico; DME = diâmetro médio equivalente; DMA = diâmetro médio aritmético; A_s = área superficial; V = volume; $\emptyset$ = esfericidade; R_a = relação de aspecto; CV = coeficiente de variação; IC = intervalo de confiança; p = nível de significância pelo teste t de Student.

O conhecimento acerca das variações biométricas e físicas (lineares ou geométricas) de sementes de espécies arbóreas é importante, sobretudo para a formação de bancos de germoplasma, visando à seleção de características uniformes para espécies frutíferas de valor comercial ou para garantir a variabilidade genética de espécies florestais em programas de reflorestamento.

Testes biométricos, não destrutíveis, como os utilizados neste trabalho, podem ser úteis para a avaliação de perturbações ambientais em populações e subpopulações vegetais, tendo em vista possíveis alterações na assimetria flutuante (MOOLER; SWADDLE, 1997), sobretudo em sementes de plantas submetidas a condições estressoras diversas (BARBOSA; NOBREGA; SANTIAGO, 2014; PONTES et al., 2014).

A distinção e caracterização de sementes, por meio de suas dimensões lineares, apresentam-se como ferramenta promissora tanto para melhorar a qualidade de cultivares de frutíferas, quanto para a produção de mudas de espécies nativas com qualidade, destaca-se ainda a possibilidade de seu emprego para a avaliação das diferenças morfométricas entre populações naturais bem como na discussão da plasticidade de caracteres em virtude das condições ambientais às quais os diásporos são submetidos (RUPRECHT et al., 2015). Os traços estruturais observados nos diásporos de *Annona reticulata*, contribuem melhorando o conhecimento acerca do processo reprodutivo da espécie, uma vez que são pouco modificadas pelo ambiente.

CONCLUSÕES

Há diferenças significativas nas características biométricas e físicas das sementes de *Annona reticulata*, sendo que as flutuações da amplitude apresentam maior proximidade entre o diâmetro médio geométrico e o equivalente, e uma maior distância para o aritmético das sementes.

As variáveis, índice de volume (IVS), diâmetros geométrico (DMG), equivalente (DME), aritmético

(DMA), área superficial (A_s) e volume (V) das sementes, apresentaram correlação com todos os parâmetros avaliados. Destacando-se, ainda, o diâmetro médio geométrico, que apresentou altíssima correlação positiva (1,000) com o índice de volume e a área superficial, assim como o diâmetro médio equivalente, que apresentou o mesmo valor correlacionado ao volume das sementes.

Já para comprimento (C), largura (L), espessura (E), diâmetro equivalente (DME) e aritmético (DMA) nota-se distribuição normal aproximada, sendo esta uma característica típica de experimentos com um número de amostras grandes, o que justifica a aplicação do teste t de Student mesmo para pequenas amostras. No entanto, estes resultados não excluem a importância do número de matrizes capaz de garantir variabilidade genética em estudos populacionais com sementes de espécies nativas, não sendo este o objetivo do presente trabalho.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, F. F. A. et al. Influência do tamanho sobre a germinação de sementes de *Caesalpinia echinata* Lam. (Pau-Brasil). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 18, n. 2, p. 283–285, 1996.
- AL-GHAMDI, F. A. Seed morphology of some species of Indigfera (Fabaceae) from Saudi Arabia (Identification of Species and Systematic Significance). **American Journal of Plant Sciences**, United States, v. 2, n. 3, p. 484-495, set. 2011.
- ALTUNTAS, E.; ÖZGOZ, E.; TASER, O. F. Some physical properties of fenugreek (*Trigonella foenum-graceum* L.) seeds. **Journal of Food Engineering**, Pullman, v. 71, n. 1, p. 37-43, nov. 2005.
- ALVES, E. U. et al. Influência do tamanho e da procedência de sementes *Mimosa caesalpinhiifolia* Benth. sobre a germinação e vigor. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n. 6, p. 877-885, nov/dez. 2005.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: Funep, 2006. 237 p.
- BARBOSA, V. M.; NOBREGA, M. A. S.; SANTIAGO, E. F. Respostas germinativas de *Psidium guineense* Swartz (Myrtaceae) e plantas jovens a múltiplos fatores de estresse. **Ensaios e Ciência**, Campo Grande, v. 18, n. 4, p. 173-178, 2014.
- BARROSO, G. M. et al. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa, MG: Editora UFV, 1999. 443 p.
- BASKIN, C. S.; BASKIN, J. M. **Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. London: Academic Press, 1998. 666 p.
- BATTILANI, J. L.; SANTIAGO, E. F.; SOUZA, A. L. T. Aspectos morfológicos de frutos, sementes e desenvolvimento de plântulas e plantas jovens de *Unonopsis lindmanii* Fries (Annonaceae). **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 21, n. 4, p. 897-907, oct./dec. 2007.
- BATTILANI, J. L.; SANTIAGO, E. F.; SOUZA, A. L. T. Morfologia de frutos, sementes e desenvolvimento de plântulas e plantas jovens de *Machura tinctoria* (L.) D. Don. ex Steud. (Moraceae). **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 20, n. 3, p. 581-589, jul./set. 2006.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA; ACS, 2009. 395 p.
- CARVALHO, M. P.; SANTANA, D. G.; RANAL, M. A. Emergência de plântulas de *Anacardium humie* A. St. Hill. (Anacardiaceae) avaliadas por meio de amostras pequenas. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 627-633, jul/set. 2005.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência tecnologia e produção**. Jaboticabal: Funep, 2000. 588 p.
- CHRISTO, L. F. et al. Genetic variability among genotypes of physic nut regarding seed biometry. **American Journal of Plant Sciences**, United States, v. 5, n. 10, p. 1416-1422. may 2014.
- CORNER, E. J. H. **The seeds of dicotyledons**. 1st ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1976. 558 p.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Biometric models applied to genetic improvement**. Viçosa, MG: UFV; Imprensa Universitária, 2004. 480 p.
- DALOSO, D. M. The ecological context of bilateral symmetry of organ and organisms. **Natural Science**, Boston, v. 6, n. 4, p. 184-190. feb. 2014.
- DRESCH, D. M. et al. Germinação e vigor de sementes de gabirola em função do tamanho do fruto e da

- semente. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiania, v. 43, n. 3, p. 262-271, jul./set. 2013.
- FARIAS-NETO, J. T.; CARVALHO, J. U.; MULLER, C. H. Estimativas de correlação e repetibilidade para caracteres do fruto do bacurizeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 2, p. 300-305, mar./abr. 2004.
- FENNER, M.; THOMPSON, K. **Seed ecology**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. 262 p.
- GONÇALVES, L. G. V. et al. Biometria de frutos e sementes de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) em vegetação natural na região leste do estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 36, n. 1, p. 31-40, jan. 2013.
- GREGORY, J. M.; FEDLER, C. B. Equation describing granular flow through circular orifices. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**. v. 30, n. 2, p. 529-532, 1987.
- GUSMÃO, E.; VIEIRA, F. A.; FONSECA JUNIOR, E. M. Biometria de frutos e endocarpos de murici (*Byrsonima verbascifolia* rich. Ex. A. Juss). **Revista Cerne**, Lavras, v. 12, n. 1, p. 84-91, jan./mar. 2006.
- HAIG, D.; WESTOBY, M. Seed size, pollination casts and angiosperm success. **Evolutionary Ecology**, London, v. 5, n. 2, p. 231-247, 1991.
- KALINIEWICZ Z.; POZNAŃSKI, A. Variability and correlation of selected physical attributes of small-leaved lime (*Tilia cordata* Mill.) seeds. **Sylwan**, Warszawa, v. 157, n. 1, p. 39-46, 2013.
- LIMA-BRITO, A. et al. C. Morfologia de fruto, semente e plântula de três espécies de *Annona* (Annonaceae). **Sitientibus (Série Ciências Biológicas)**, Feira de Santana. v. 6, n. 2, p. 119-128, abr./jun. 2006.
- MACEDO, M. C. et al. Biometria de frutos e sementes e germinação de *Magonia pubescens* ST. Hil. (Sapindaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 202-211, 2009.
- MATHEUS, M. T.; LOPES, J. C. Morfologia de frutos, sementes e plântulas e germinação de sementes de *Erythrina variegata* L. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 3, p. 8-17, set./dez. 2007.
- MCCABE, W. L.; SMITH, J. C.; HARRIOT, P. **Unit operation of chemical engineering**. New York: McGraw-Hill, 2005. 1140 p.
- MICHAELS, H. J. et al. Seed size variation: magnitude, distribution, and ecological correlates. **Evolutionary Ecology**, Australian, v. 2, n. 2, p. 157-166, apr. 1988.
- MIR, S. A.; BOSCO, S. J. D.; SUNOOJ, K. V. Evaluation of physical properties of Rice cultivars grown in the temperate regions of India. **International Food Research Journal**, Serdang, v. 20, n. 4, p. 1521-1527, 2013.
- MOHSENIN, N. N. **Physical properties of plant and animal materials**. 2th ed. New York: Gordon and Breach, 1986. 891 p.
- MOLLER, A. P.; SWADDLE, J. P. **Asymmetry, developmental stability and evolution**. Oxford: Oxford Press, 1997. 285 p.
- MOYSEY, E. B.; LAMBERT, E. W.; WANG, Z. **Flow rates of grain and oilseeds through orifices**. St. Joseph: MI, Technical note n. 85.3530. American Society of Agricultural Engineers. 49085. 1985. p. 1-22.
- NDERIKA V. I. O.; OYELEKE O. O. Determination of selected physical properties and thire relationship with moisture content for millet (*Pennisetum glaucum*). **Applied Engineering in Agriculture**, Prague, v. 22, n. 4, p. 291-297, 2006.
- NETER, J.; WASSERMAN, W.; KUTNER, M. H. **Applied linear statistical models**. Illinois: Richard D. Irwin, 1985. 1127 p.
- PÁDUA, G. P. et al. Influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica e na produtividade da cultura da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 9-16, 2010.
- PÁDUA, G. P. et al. Tamanho da semente de soja: efeito sobre o desenvolvimento e produtividade. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 30., 2008, Rio Verde. **Anais...** Londrina: Embrapa, 2008.
- PEDRON, F. A.; MENEZES, J. P.; MENEZES, N. L. Parâmetros biométricos de fruto, endocarpo e semente de butiazeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 585-586, mar/apr. 2004.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: Degaspari, 1990. 477 p.
- PONTES, M. S. et al. Germinação de sementes de *Maclura tinctoria* (L.) D. Dom. ex Steud. (Moraceae) embebidas em lodo de esgoto. **Cadernos de Agroecologia**, Dourados, v. 9, n. 4, p.1-8, nov. 2014.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289 p.
- RUPRECHT, E. et al. Shape determines fire tolerance of seeds in temperate grasslands that are not prone

- to fire. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, Singapore, v. 17, n. 5, p. 397-404, oct. 2015.
- SAHAY, K. M.; SINGH, K. K. **Unit operations of agricultural processing**. New Delhi: Vikas Publishing House Pvt, 1994. 340 p.
- SANTANA, D. G.; RANAL, M. A. **Análise da germinação: um enfoque estatístico**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2004. 248 p.
- SANTIAGO, E. F.; PAOLI, A. A. S. Respostas morfológicas em *Guibourtia hymenifolia* (Moric.) J. Leonard e *Genipa americana* L. submetidas ao estresse por deficiência nutricional e alagamento do substrato. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 131-140, jan/mar. 2007.
- SANTOS, F. S. et al. Biometria e qualidade fisiológica de sementes de diferentes matrizes de *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex A. DC.) Standl. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 82, p. 163-173, jun. 2009.
- SILVA, P. E. M. et al. Fluorescência da clorofila-a e variação da simetria como ferramentas de investigação de plantas sob estresse. **Idesia**, Arica, v. 29, n. 3, p. 45-52, set/dez. 2011.
- SNEDECOR, G. W.; COCHRAN, W. G. **Statistical methods**. Ames: Iowa State University Press, 1989. 476 p.
- SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. **Biometry**. New York: WH Freeman and Company, 1997. 859 p.
- TONDADO, K. K.; FIALHO, C. B.; SÚAREZ, Y. R. Reproductive ecology of *Odontostible pequirá* (Steidachner, 1882) (Characidae, Cheirodontinae) in the Paraguay river, southern Pantanal, Brazil. **Environmental Biology of Fish**, Corvallis, v. 97, n. 1, p. 13-25, mar. 2014.
- TORRES, S. B. Influência do tamanho das sementes de *Acacia gomífera* no desenvolvimento das mudas. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 7, n. 2, p. 5, 1994.
- VARNAMKHAISTI, M. G. et al. Some physical properties of rough rice (*Oryza sativa* L.) grain. **Journal of Cereal Science**, Singapore, v. 47, n. 3, p. 496-501, may 2008.
- VAUGHAN, C. E.; GREGG, B. R.; DELOUCHE, J. C. **Beneficiamento e manuseio de sementes**. Brasília: SNAP; CSM, 1980. 195 p.
- VIEIRA, L. M. et al. Análise biométrica de frutos e sementes de *Passiflora setacea*. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CERRADO, 9.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE SAVANAS TROPICAIS, 2., 2008, Brasília. **Anais...** Brasília: [s. n.], 2008. p. 1-6.
- ZAREIFOROUGH, H. et al. Moisture dependent physical properties of paddy grains. **Journal of American Science**, United States, v. 7, n. 7, p. 175-182, 2011.