



Estimativa do peso da semente de *Araucaria angustifolia* (Bert.) Kuntze a partir de medidas lineares

Rogério Antonio Krupek^{1*} e Felipe Eduardo Marques dos Anjos²

¹ Universidade Estadual do Paraná, campus de União da Vitória. Colegiado de Ciências Biológicas; rogerio.krupek@unespar.edu.br

² Universidade Estadual do Paraná, campus de União da Vitória. Curso de Ciências Biológicas; felipe.marques.anjos@gmail.com

* Autor Correspondente: rogerio.krupek@unespar.edu.br

Recebido: 21/06/2021; Aceito: 03/09/2021

Resumo: A semente da Araucária, popularmente conhecida como “pinhão” apresenta grande importância, ecológica, econômica e sociocultural na região sul do Brasil. Este trabalho teve por objetivo avaliar a utilização de medidas lineares simples para estimar o peso da semente de *Araucaria angustifolia*. Para tanto, foram mensuradas um total de 300 sementes provenientes dos municípios de União da Vitória – PR (n = 100) e Canoinhas – SC (n=200). As medidas lineares utilizadas foram: comprimento, largura e espessura. Para a obtenção das equações foram utilizadas as sementes provenientes de União da Vitória. As equações utilizadas para a estimativa do peso dos pinhões foram aquelas utilizando o comprimento ($-1,6095 + 0,1693 * C$), a relação comprimento x espessura ($1,3905 + 0,0088 * CE$) e a relação comprimento x espessura x largura ($2,969 + 0,0004 * CLE$). Todas essas equações foram validadas utilizando-as para estimar o peso das sementes provenientes de Canoinhas – SC. Os resultados mostraram que existe relação positiva e significativa entre o peso obtido e estimado, podendo qualquer uma das equações ser utilizada para se estimar o peso do pinhão (ressaltando a alta variação nas medidas obtidas). Apesar disso, os pesos estimados mostraram-se superiores aos medidos, o que sugere a necessidade futura de algum tipo de ajuste. Indicamos por fim, a equação que utiliza somente o comprimento da semente, que embora com menor explicação, é a mais simples e rápida para a obtenção do peso do pinhão em estudos de campo.

Palavras-chave: Pinhão; Equação linear; Medidas morfométricas.

Estimation of seed weight of *Araucaria angustifolia* (Bert.) Kuntze from linear measurements

Abstract: The seed of *Araucaria*, popularly known as “pinhão” has great ecological, economic and sociocultural importance in the southern region of Brazil. This work aimed to evaluate the use of simple linear measurements to estimate the seed weight of *Araucaria angustifolia*. Therefore, a total of 300 seeds from the municipalities of União da Vitória – PR (n = 100) and Canoinhas – SC (n=200) was measured. The linear measurements used were: length, width and thickness. To obtain the equations, seeds from União da Vitória were used. The equations used to estimate the weight of the pinhões were those using the length ($-1.6095 + 0.1693 * L$), the length x thickness ratio ($1.3905 + 0.0088 * CE$) and the length x thickness x width relationship ($2.969 + 0.0004 * CLE$). All these equations were validated using them to estimate the weight of seeds from Canoinhas – SC. The results showed that there is a positive and significant relationship between the obtained and estimated weight, and any of the equations can be used to estimate the weight of the pinhão (emphasizing the high variation in the measurements obtained). Despite this, the estimated weights proved to be greater than those measured, which suggests the future need for some kind of adjustment. Finally, we indicate the equation that uses only the seed length, which, although with less explanation, is the simplest and fastest to obtain the weight of the pinion in field studies.

Key-words: Pinhão; Linear equation; Morphometric measurements.

1. INTRODUÇÃO

O uso de medidas lineares tem sido empregado em diferentes áreas da botânica (p.ex. morfologia, fisiologia, ecofisiologia) como uma forma de facilitar a medição de parâmetros morfológicos mais complexos. Basicamente,

medidas lineares (p.ex. comprimento e largura) da folha tem sido utilizada para a determinação da área foliar em diferentes espécies. Assim, podemos citar estudos realizados com várias espécies: *Combretum leprosum* Mart. (CANDIDO et al., 2013), *Bertholletia excelsa* Bonpl. (BOUVIÉ et al., 2020), *Psidium cattleianum* Sabine, *Leandra australis* (Cham.) Cogn., *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L.B. Sm. & Downs, *Miconia sellowiana* (DC.) Naldin e *Psychotria suterella* Muell. Arg. (de MORAES et al., 2013) e *Achras sapota* L. (de LIMA et al., 2012).

Muitos estudos tem focado na determinação da área foliar estimada como um mecanismo facilitador para avaliar medidas de crescimento da folha em espécies de interesse comercial, como por exemplo a acerola (LUCENA et al., 2011), feijoeiro (HARA et al., 2019), pimentão (LORENZONI et al., 2015), mandioca (GUIMARÃES et al., 2019), morango (ZEIST et al., 2014), algodão, caju, soja e milho (RAMOS et al., 2015).

Embora estudos voltados à análise de características biométricas em sementes sejam relativamente comuns (p. ex. ANSELMINI, 2005; KRUPÉK & RIBEIRO, 2010; REAL et al., 2019), a utilização destas medidas como base para se estimar o tamanho ou peso das mesmas ainda não foi testado. Desta forma, neste trabalho, propomos a utilização de medidas lineares simples (comprimento, largura e espessura) como ferramenta para se estimar o peso de sementes. Usamos como modelo sementes de *Araucaria angustifolia* (Bert.) Kuntze, popularmente conhecidas como pinhão.

A *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae), popularmente conhecida como Pinheiro do Paraná, é a gimnosperma mais comum e importante do território brasileiro, sendo a espécie representante da Floresta Ombrófila Mista. É uma espécie dióica e produz suas sementes em estróbilos femininos popularmente conhecidos como pinhas. O pinhão tem uma importância ecológica e socioeconômica muito grande na região sul do Brasil. A Araucária dispersa suas sementes durante o período de outono-inverno, justamente quando há maior escassez de alimento em ambientes florestados, servindo assim como principal fonte alimentar para uma grande diversidade de animais (MANTOVANI et al., 2004; PAISE & VIEIRA, 2005; SANTOS & BONONE, 2014), possuindo papel imprescindível na manutenção da diversidade faunística do habitat em que ocorre. Em adição, o pinhão é parte da produtividade agrosilvicultural de uma parcela significativa de produtores rurais, auxiliando na obtenção de renda familiar para pequenos agricultores (JACINTO et al., 2016). Constitui ainda um importante símbolo da cultura regional.

Considerando sua importância, estudos envolvendo a semente de *A. angustifolia* tornam-se de extrema relevância. Neste sentido, buscamos encontrar uma forma rápida e fácil de determinar o peso de pinhões apenas tomando suas medidas básicas. O objetivo deste trabalho é fornecer uma equação base para a estimação do peso da semente de *Araucaria angustifolia*, utilizando medidas lineares simples, como o comprimento, largura e espessura das sementes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção das sementes – as sementes (pinhões) de *Araucaria angustifolia* foram obtidas de diferentes árvores provenientes dos municípios de União da Vitória – Paraná e Canoinhas – Santa Catarina, a partir de produtores e comerciantes locais. Foram preferidas as sementes recém colhidas e em perfeito estado (inteiras e sem ação de predação ou parasitas). A obtenção das sementes ocorreu nos meses de maio e junho de 2021.

Planejamento amostral – um total de 300 sementes (100 provenientes de União da Vitória e 200 de Canoinhas) foram utilizadas. Para cada uma delas foram tomadas as medidas de comprimento, largura e espessura, utilizando-se um paquímetro. O comprimento foi definido como a maior distância entre o ápice e a base da semente; a largura foi considerada a maior distância lateral no mesmo plano do comprimento; e a espessura a maior altura, medida no plano perpendicular ao comprimento. O peso foi obtido com o auxílio de uma balança analítica (precisão de 0,00g).

Para a determinação da equação mais adequada para estimar o peso das sementes foram utilizadas 100 sementes provenientes de árvores localizadas no município de União da Vitória – PR. Para tanto, foram obtidas regressões do tipo linear ($Y = a + bx$), envolvendo as dimensões lineares (comprimento, largura e espessura) medidas em laboratório. O valor Y estima o peso da semente em função de X , cujos valores podem ser o comprimento (C), a largura (L), a espessura (E) ou o produto destas ($C \times L$; $C \times E$; $L \times E$; $C \times L \times E$). Os valores de a e b são representados pelo coeficiente linear e angular da reta obtida. Todos os ajustes das equações foram feitos a partir de reta, assim sendo todas as equações utilizadas são lineares. Os coeficientes de correlação foram obtidos com as variáveis X e Y , sendo que o valor do peso foi considerado a variável dependente (Y) e o comprimento, a largura, a espessura e as razões entre estas medidas como variáveis independentes.

O modelo de melhor ajuste foi então testado e validado aplicando a mesma em um total de 200 sementes provenientes do município de Canoinhas – SC, estimando o peso de cada uma. Posteriormente, a relação entre o peso da semente estimado e o peso da semente real foi testada através do coeficiente de correlação r de Pearson. Em adição, possíveis diferenças estatísticas entre os dois métodos de avaliação do peso (real e estimado) foi testado empregando o teste t de Student. Todas as análises estatísticas foram realizadas com auxílio do pacote estatístico Past.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características biométricas das sementes provenientes dos dois municípios (União da Vitória- PR e Canoinhas – SC) são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características biométricas das sementes provenientes dos municípios de União da Vitória – PR e Canoinhas – SC.

Medidas biométricas	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
	União da Vitória - PR			
Comprimento (mm)	39,0	67,0	52,38	±6,72
Largura (mm)	11,0	20,0	15,67	±2,07
Espessura (mm)	9,0	18,0	12,64	±1,98
Peso (g)	3,74	11,44	7,26	±1,74
Canoinhas - SC				
Comprimento (mm)	33,3	70,5	57,75	±5,83
Largura (mm)	11,8	25,2	19,31	±2,03
Espessura (mm)	10,6	21,4	15,82	±1,89
Peso (g)	3,0	11,0	7,40	±1,55

Embora as sementes provenientes do município de Canoinhas apresentem valores médios superiores aquelas provenientes do município de União da Vitória, as diferenças máximas são de 5 mm. Tais resultados podem ser compreendidos como uma constituição morfométrica típica para a espécie, abrindo uma possibilidade de uso das mesmas como fatores para a determinação de relações de causa e efeito.

Neste mesmo sentido, comparando as medidas biométricas das sementes utilizadas neste estudo com aquelas provenientes de outras regiões, podemos verificar valores médios aproximados, embora ocorra alta variação dentro de cada parâmetro. Real et al. (2019) encontraram os seguintes valores biométricos para pinhões oriundos de São Lourenço do Sul – RS, para os anos de 2018 e 2019 respectivamente: 53,67±6,16 e 56,72±7,53mm de comprimento; 18,75±2,01 e 20,29±2,71mm de largura; 15,84±1,84 e 16,96±3,28mm de espessura; 6,90±1,03 e 8,34±0,88g de peso. Para sementes provenientes do município de Turvo – PR, Krupek & Ribeiro (2010) mensuraram pinhões com valores entre 17 a 59 mm de comprimento, 14 a 24 mm de largura, 9 a 20 mm de espessura e 3,25 a 11,70 g de peso.

Sementes provenientes de plantas diferentes e até mesmo de pinhas diferentes de uma mesma planta são responsáveis pela variação observada, entretanto, quando comparada as medidas morfométricas das sementes de uma mesma pinha, os valores se aproximam bastante, conforme observado por Anselmini (2005). A autora constatou que ocorre variação no tamanho e massa de pinhões provenientes de pinhas oriundas de ramos primários (maiores) e secundários (menores), estes entretanto, são similares àqueles encontrados por outros autores em outras regiões.

Com base nos pressupostos acima descritos, consideramos que, embora a variação nas medidas lineares da semente de Araucária seja relativamente grande, seus limites nos possibilitam utilizá-las na tentativa de estimar o peso das mesmas. Desta forma, as equações desenvolvidas a partir das medidas morfométricas (dimensões lineares) obtidas das sementes avaliadas (n=100) encontram-se dispostas na Tabela 2.

Tabela 2. Equações obtidas a partir das dimensões lineares (C = comprimento; L = largura; E = espessura) para determinação do valor estimado de peso das sementes de *Araucaria angustifolia*.

Dimensão linear	Equação obtida	Valor de R ²	Valor de p
Comprimento	-1,6095 + 0,1693*C	0,423	<0,001
Largura	-0,8356 + 0,5166*L	0,374	<0,05
Espessura	0,4042 + 0,5424*E	0,378	>0,05
Comprimento x largura	1,3932 + 0,0070*CL	0,558	<0,001
Comprimento x espessura	1,3905 + 0,0088*CE	0,613	<0,001
Largura x espessura	2,39 + 0,0243*LE	0,490	<0,001
Compr. x larg. x esp.	2,969 + 0,0004*CLE	0,645	<0,001

A equação linear é do tipo $Y = a + bx$, sendo Y o peso estimado (a ser calculado), a o coeficiente linear, b o coeficiente angular e x a variável independente (C; L; E).

Com exceção da equação obtida utilizando-se apenas a espessura, todas as demais apresentaram-se estatisticamente significativas e podem assim ser utilizadas para a estimação do peso das sementes de *A. angustifolia*. A porcentagem de explicação do valor de peso a partir das medidas lineares mostrou entretanto valores apenas medianos, entre 37,4 e 64,5%, provavelmente devido a elevada variação dos valores nominais obtidos, o que é perfeitamente aceitável considerando os diferentes fatores que podem interferir no tamanho das sementes (p.ex. características genéticas da planta mãe, disponibilidade nutricional e hídrica).

Para a validação da melhor equação obtida ($2,969 + 0,0004*CLE$), foram aplicados os dados de comprimento, largura e espessura das sementes (n=200) provenientes da região de Canoinhas – SC. Em adição, foram também

testadas as equações resultantes da relação entre comprimento e espessura (devido a alta porcentagem de explicação) e também a equação resultante da medida de comprimento (por ser a mais fácil de obter). Os resultados estão apresentados na tabela 3.

Tabela 3. Valores (mínimo, máximo, média e desvio padrão) de peso (em gramas) estimados para as sementes (n=200) obtidas no município de Canoinhas – SC a partir das equações obtidas com medidas lineares simples.

Valores estimados	Equação utilizada		
	$-1,6095+0,1693*C$	$1,3905+0,0088*CE$	$2,969+0,0004*CLE$
Mínimo	4,03	5,14	5,33
Máximo	10,32	12,80	14,99
Média	8,16	9,45	10,08
Desvio padrão	$\pm 0,98$	$\pm 1,37$	$\pm 1,57$

Os valores de peso obtidos a partir da pesagem (3-11; $X=7,4 \pm 1,55g$) foram menores, embora relativamente próximos àqueles estimados pelas equações. A análise de correlação revelou relações positivas e significativas entre peso medido e estimado, para todas as equações testadas (Figura 1).

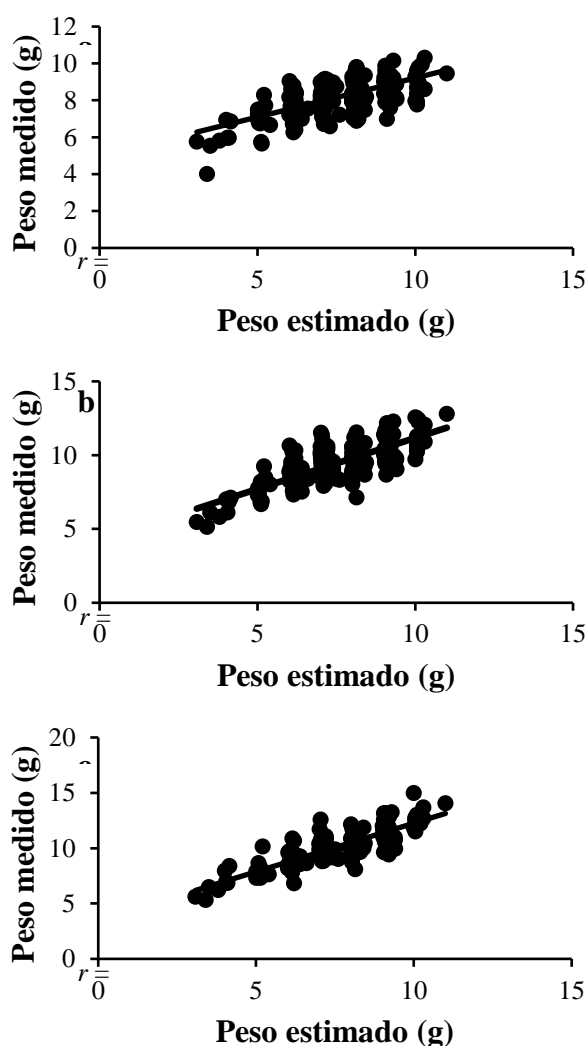


Figura 1. Relação entre o peso medido e o peso estimado das sementes de *Araucaria angustifolia* a partir das equações obtidas, utilizando a) o comprimento ($-1,6095 + 0,1693*C$); b) a relação comprimento X espessura ($1,3905 + 0,0088*CE$); c) a relação comprimento X largura X espessura ($2,969 + 0,0004*CLE$).

Embora tenha sido observado correlações significativas entre os valores medidos e estimados de peso para a semente de Araucária, o teste *t* de Student revelou diferenças significativas para todas as equações testadas (Figura 2).

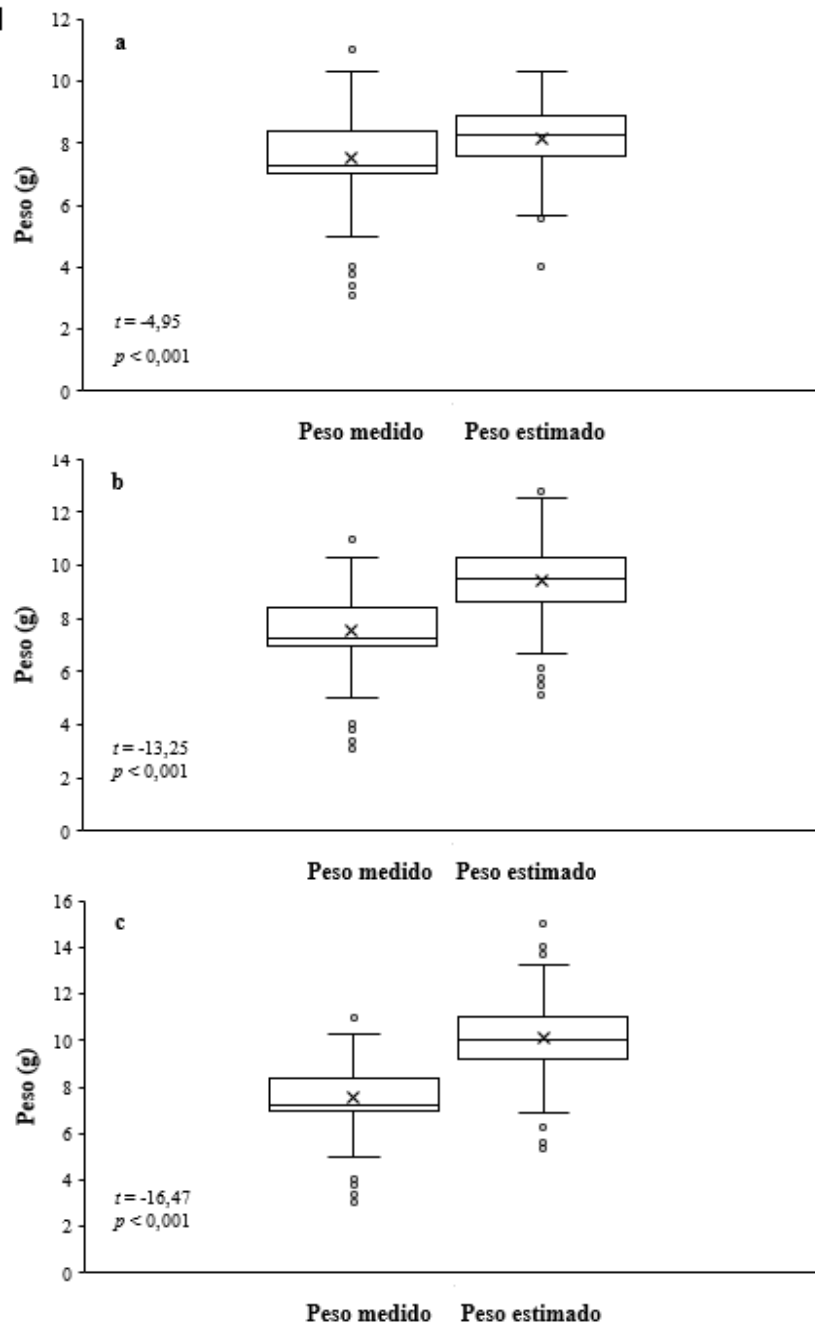


Figura 2. Valores comparativos (mínimo, máximo, 1º e 3º quartil, média, mediana e extremos) entre peso medido e estimado para as sementes de *A. angustifolia*. As letras indicam os valores de peso estimado para a) comprimento ($-1,6095 + 0,1693 \cdot C$); b) relação comprimento X espessura ($1,3905 + 0,0088 \cdot CE$); c) relação comprimento X largura X espessura ($2,969 + 0,0004 \cdot CLE$).

A partir dos resultados observados podemos inferir que, com base na relação significativa entre os valores de peso medido e estimado, é possível utilizar-se das medidas lineares simples do pinhão para se obter o seu peso, entretanto, com certo grau de variação. Os valores estimados, para todas as equações testadas são superestimados. Uma alternativa para evitar a superestimação dos resultados é aplicação de um fator de correção que possa ser utilizado para ajuste dos dados, sendo necessário e recomendado estudos a respeito do tema.

Trabalhos que tomam como base medidas lineares simples com a intenção de se obter valores de área foliar geralmente não apresentaram tal variação (p.ex. CANDIDO et al., 2013; LORENZONI et al., 2015; NEPOMUCENO et al., 2013). Isto deve-se, provavelmente à baixa variação no tamanho foliar. Folhas são estruturas que apresentam um tamanho padrão (área foliar) para cada espécie, variando pouquíssimo em relação às condições ambientais em que se encontram.

De modo contrário, a estrutura biométrica das sementes é altamente dependente das condições ambientais reinantes, sendo que, fatores como disponibilidade hídrica, temperatura, sucesso reprodutivo e características genéticas da planta mãe podem gerar variações significativas sobre o tamanho e peso da semente (KRUPPEK & RIBEIRO, 2010), refletindo assim na dificuldade de se estimar parâmetros, conforme observado neste estudo, cuja explicação do peso em função das medidas lineares não excedeu 65%. No caso particular da *Araucaria angustifolia*, cuja planta é dioica e de polinização anemófila, a produção de sementes (e conseqüentemente suas medidas morfométricas) depende das condições climáticas locais (p.ex. variações de precipitação e vento) e da estrutura populacional (necessidade de plantas masculinas e femininas próximas). Isso pode ter refletido na diferença observada entre os valores de peso medido e estimado.

4. CONCLUSÕES

Apesar das dificuldades (intrínsecas à própria semente) encontradas para a utilização de medidas lineares simples para a estimação do peso de sementes de *A. angustifolia*, podemos ainda assim, recomendar seu uso, pela facilidade de obtenção de tais medidas em campo. Alinhado a isto, qualquer das equações obtidas podem ser usadas, seja primando por maior explicação (utilizando maior número de variáveis – comprimento, largura e espessura) ou maior facilidade (utilizando somente o comprimento da semente).

REFERÊNCIAS

- ANSELMINI, J.I. **Fenologia reprodutiva da *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze na região de Curitiba-PR**. Curitiba-PR: Universidade Federal do Paraná, 2005, 52p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.
- BOUVIÉ, L.; SILVA, A.C.; BORELLA, D.R.; SILVA, C.C.; PIZZATTO, M. Área do limbo foliar da castanheira-do-Brasil por medidas lineares. **Nativa**, v.8, n.3, p.381-389, 2020. DOI: <https://doi.org/10.31413/nativa.v8i3.8560>
- CANDIDO, W.S.; COELHO, M.F.B.; MAIA, S.S.S.; CUNHA, C.S.M.; SILVA, R.C.P. Modelo para estimar a área foliar de *Combretum leprosum* Mart. **Acta Agronomica**, v.62, n.01, p.37-41, 2013.
- De LIMA, M.F.P.; NASCIMENTO, P.G.M.L. SILVA, M.G.O.; MESQUITA, H.C.; CARVALHO, D.R. Comparação de métodos de área foliar em *Achras sapota* L. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.8, n.4, p.37-43, 2012.
- De MORAES, I.; SANTOS, R.K.; WISSER, T.Z.; KRUPPEK, R.A.K. Avaliação da área foliar a partir de medidas lineares simples de cinco espécies vegetais sob diferentes condições de luminosidade. **Revista Brasileira de Biociências**, v.11, n.4, p.381-387, 2013.
- GUIMARÃES, M.J.M.; COELHO FILHO, M.A.; GOMES JÚNIOR, F.A.; SILVA, M.A.M.; ALVES, C.V.O.; LOPES, I. Modelos matemáticos para a estimativa da área foliar de mandioca. **Ciencia Agraria**, v.62, n.01, p.1-5, 2019.
- HARA, A.T.; GONÇALVES, A.C.A.; MALLER, A.; HASHIGUTI, H.T.; OLIVEIRA, J.M. Ajuste de modelo de predição de área foliar do feijoeiro em função de medidas lineares. **Engenharia na Agricultura**, v.27, n.2, p.179-186, 2019.
- JACINTO, R.C.; BRAND, M.A.; RIOS, P.D.; CUNHA, A.B.; ALLEGRETTI, G. Análise da qualidade energética da falha de pinhão para a produção de briquetes. **Scientia Florestalis**, v. 44, n.112, p.821-829, 2016. DOI: [10.18671/scifor.v44n112.04](https://doi.org/10.18671/scifor.v44n112.04)
- KRUPPEK, R.A.; RIBEIRO, V. Biometria e germinação de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze provenientes de um remanescente florestal do município de Turvo (PR). **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v.12, n.1, p.73-89, 2010.
- LORENZONI, M.Z.; REZENDE, R.; DE SOUZA, A.H.C.; SERON, C.C.; MALLER, A. Estimativa da área foliar em função das dimensões lineares da folha de pimentão. In: XLIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA – CONBEA, 2015, São Pedro. **Anais...** São Pedro - SP, Brasil, 2015, p. 1-4.
- LUCENA, R.R.M.; BATISTA, T.M.V.; DOMBROSKI, J.L.D.; LOPES, W.A.R.; RODRIGUES, G.S.O. Medição de área foliar de aceroleira. **Revista Caatinga**, v.24, n.2, p.40-45, 2011.
- MANTOVANI, A.; MORELLATO, P.C.; REIS, M.S. Fenologia reprodutiva e produção de sementes em *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. **Revista Brasileira de Botânica**, v.27, n.4, p.787-796, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-84042004000400017>
- NEPOMUCENO, D.D.; ALMEIDA, J.C.C.; GALZERANO, L.; PEREIRA, T.P.; RIBEIRO, E.T.; FARIA, M.A.G.; MENDONÇA, D.C. Medidas lineares na estimativa da área foliar de leguminosas forrageiras tropicais. **Global Science and Technology**, v.6, n.01, p.63-71, 2013. DOI: 10.14688/1984-3801.v06n01a06
- PAISE, G.; VIEIRA, E.M. Produção de frutos e distribuição espacial de angiospermas com frutos zoocóricos em uma Floresta Ombrófila Mista no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.28, n.03, p.615-625. 2005.
- RAMOS, F.T.; FERREIRA, L.S.; PIVETTA, F.; MAIA, J.C.S. Área do limbo foliar de diferentes plantas estimada por medidas lineares e matéria seca, calibradas com o software image **Interciência**, v.40, n.8, p.570-575, 2015.

- REAL, I.M.L.; HENZEL, A.B.D.; BIERHAL, D.F.; SOARES, M.M.; BESKOW, G.T.; GUARINO, E.S.G. Análises biométricas de sementes de *Araucaria angustifolia* (bertol.) Kuntze em população de São Lourenço do Sul, RS. In: XXVIII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA – UFPEL. 2019, Pelotas. **Anais**. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas – RS, 2019, p. 1-4.
- SANTOS, J.C.S.; BONOME, L.T.S. **Conservação de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze submetidas a diferentes condições de armazenamento**. 2014, 18p. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Laranjeira do Sul, 2014.
- ZEIST, A.R.; OLIVEIRA, J.R.F.; DE LIMA FILHO, R.B.; SILVA, M.L.S.; DE RESENDE, J.T.V. Comparação de métodos de estimativa de área foliar em morangueiro. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.20, n.1/2, p.33-41, 2014.