

Equações de regressão para a estimativa da área foliar de couve-folha

Marina Weyand Marcolini¹, Arthur Bernardes Cecílio Filho², José Carlos Barbosa³

¹ Aluna do curso de graduação em Agronomia, Unesp-FCAV, Câmpus de Jaboticabal. mmarcolini@bol.com.br

² Unesp-FCAV, Departamento de Produção Vegetal, Jaboticabal (SP), Brasil. Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, CEP 14884-900. Autor para correspondência. rutra@fcav.unesp.br

³ Unesp-FCAV, Departamento de Ciências Exatas.

Resumo

A couve-folha é uma das hortaliças mais populares no centro-sul brasileiro. O conhecimento da área foliar é fundamental para estudos de análise de crescimento, nutrição e fenologia, os quais permitem que técnicas de cultivo adequadas sejam estabelecidas. Dessa forma, o trabalho objetivou estabelecer equações de regressão para estimar a área foliar da couve-folha (*Brassica oleracea* var. *acephala*), cv. Top Bunch. Foram avaliadas 40 folhas em seis classes, distintas quanto ao comprimento (até 5 cm; entre 5,1 e 10 cm; entre 10,1 e 15 cm; entre 15,1 e 20 cm; entre 20,1 e 25 cm, e entre 25,1 e 30 cm). Aplicou-se teste para avaliação do paralelismo e coincidência de retas entre as classes. As equações foram ajustadas aos modelos com intercepto ($Y = a + bx$) e sem intercepto ($Y = bx$), e foi realizado teste F para a escolha do melhor modelo. As equações de regressão para estimativa de área foliar com base no produto do comprimento pela largura apresentaram melhor ajuste (maiores coeficientes de determinação e valores de F). Contudo, para as classes 5,1 a 10; 10,1 a 15; 15,1 a 20; 20,1 a 25, e 25,1 a 30 cm de comprimento, podem ser adotadas equações com base na largura foliar, uma vez que apresentam bons coeficientes de determinação e tornam mais rápida a coleta de dados.

Palavras-chave adicionais: *Brassica oleracea* var. *acephala*; modelos de predição; método não-destrutivo.

Abstract

MARCOLINI, M. W.; CECÍLIO FILHO, A. B.; BARBOSA, J. C. Regression equations to estimate leaf area of kale. *Científica*, Jaboticabal, v.33, n.2, p. 192-198, 2005.

Kale is one of the most popular vegetables in the Brazilian middle-south region. Leaf area is a variable of fundamental importance for studies of growth analysis, plant nutrition and phenology viewing the establishment of adequate cropping techniques. Therefore, the aim of this work was to establish regression equations to estimate leaf area of kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*), cv. Top Bunch. Forty leaves of kale in six classes of length (less or equal to 5 cm, between 5.1 and 10 cm, between 10.1 and 15 cm, between 15.1 and 20 cm, between 20.1 and 25 cm, and between 25.1 and 30 cm) were evaluated. Tests were applied for parallelism and coincidence of lines between the classes. The equations were adjusted to the models with intercept ($Y = a + bx$) and without intercept ($Y = bx$), and the F test was used to verify the best model. The regression models to estimate leaf area (LA) based on the product of length by width (CL) presented the best adjustment (high coefficient of determination and F value). But, for length classes of 5.1 to 10, 10.1 to 15, 15.1 to 20, 20.1 to 25, and 25.1 to 30 cm, the equations based on the width (W) can be used, because they show high coefficient of determination and permit a faster collecting of data.

Additional keywords: *Brassica oleracea* var. *acephala*; prediction models; nondestructive method.

Introdução

A couve-folha é uma das hortaliças mais populares no centro-sul brasileiro, sendo produzida em pequenas áreas nos cinturões verdes e, também, em hortas domésticas, enriquecendo a alimentação diária da população brasileira. Esta hortaliça destaca-se, segundo LUENGO et al. (2000), por conter 2% de fibra; 100, 90, 135 e 1mg/100g, respectivamente, de vitaminas A, B1 (tiamina), B2 (riboflavina) e B3 (niacina), além de bons teores de cálcio, ferro e fósforo; e conforme a SOCIEDADE DE OLERICULTURA DO BRASIL (2004), apresenta bioflavonóides, que são substâncias com

ação preventiva ao câncer. Entretanto, a despeito de sua importância nutracêutica e socio-econômica, poucos trabalhos científicos com a espécie são realizados.

Entre as características possíveis de serem mensuradas na planta, objetivando avaliar a sua resposta aos fatores de manejo da cultura, tem-se a área foliar, pois expressa o dossel fotossintético e, conseqüentemente, o potencial produtivo da couve-folha. Peculiar a esta hortaliça, a área foliar é, também, o produto de interesse econômico da cultura, constituindo-se em importante parâmetro para quantificar a produção da referida hortaliça.

Segundo BIANCO et al. (1983), o conhecimento da

área foliar é fundamental no estudo do desenvolvimento das plantas, sendo talvez o mais importante parâmetro para avaliação.

Vários são os métodos que podem ser utilizados para se determinar a área foliar de plantas em condições de campo ou laboratório, os quais diferem quanto à complexidade e à precisão, de acordo com SGARBI JUNIOR (1982). O mesmo autor complementa que os métodos mais utilizados são destrutivos e, geralmente, mais trabalhosos, demandando tempo e mão-de-obra que, nem sempre, estão disponíveis ao pesquisador. Ademais, os métodos destrutivos requerem um grande número de plantas na parcela experimental a fim de se conhecer a evolução da área foliar ao longo do ciclo cultural.

MARSHALL (1968) salientou que a importância de se adotar um método não-destrutivo para a estimativa da área foliar é que ele permite acompanhar o crescimento e a expansão foliar da mesma planta até o final do ciclo ou do experimento, além de ser rápido e preciso. Equipamentos eletrônicos permitem realizar tal avaliação; no entanto, são caros e, nem sempre, se encontram disponíveis. Por outro lado, a área foliar pode ser estimada utilizando-se de parâmetros dimensionais de folhas, os quais apresentam boas correlações com a superfície foliar por meio de equações de regressão entre a área foliar real (AFR) e os parâmetros dimensionais lineares das folhas. Este método foi utilizado com sucesso em inúmeras plantas cultivadas, como abóbora (SILVA et al., 1998), videira cultivar Niagara Rosada (PEDRO JUNIOR et al., 1986), melão (NASCIMENTO et al., 2002), feijão-vagem (QUEIROGA et al., 2003) e em plantas daninhas, como *Cissampelos glaberrima* (BIANCO et al., 2002), *Typha latifolia* (BIANCO et al., 2003) e *Solanum americanum* (TOFOLI et al., 1998).

O presente trabalho teve como objetivo determinar equações de regressão para a estimativa da área foliar de couve-folha, por meio de estudos das relações existentes entre a área foliar real e alguns parâmetros dimensionais lineares do limbo foliar.

Material e métodos

Em uma cultura de couve-folha, cv. Top Bunch, em pleno desenvolvimento, na Unesp, Câmpus de Jaboticabal (SP), foram coletadas 240 folhas e separadas em seis classes de comprimento (com até 5 cm; entre 5,1 e 10 cm; entre 10,1 e 15 cm; entre 15,1 e 20 cm; entre 20,1 e 25 cm, e entre 25,1 e 30 cm), sendo avaliadas 40 folhas em cada classe.

Foi feita uma fotocópia de cada folha, com o intuito de realizar as medições de comprimento (do ponto de inserção do pecíolo na lâmina até o ápice da folha), de largura (maior largura do limbo foliar) e de área foliar, com o planímetro polar de Anslar, da marca

A. OTT Kempten Bayern, tipo 31 L.

Para a escolha de uma só equação que pudesse representar a área foliar em função de cada dimensão foliar estudada, foram realizados testes de paralelismo (teste t) e de coincidência (teste F) entre as classes para comprimento (C), largura (L) e produto do comprimento pela largura da folha (CL).

Com a finalidade de determinar a equação de regressão que melhor representa a área foliar (AF) em função de C, L ou CL, estudou-se o ajuste dos dados aos modelos de regressão linear com intercepto ($Y = a + bx$) e sem intercepto ($Y = bx$). Nos modelos, a variável dependente (Y) foi representada pela área foliar real, medida pelo planímetro, e, como variável independente (X), foi considerado C, L ou CL.

O parâmetro foliar (C, L ou CL) que melhor representa a área foliar foi definido com base na equação com maior valor para o teste F e maior coeficiente de determinação (R^2). Para verificar se há diferença entre a utilização da equação linear com intercepto e sem intercepto em cada classe, foi testada a hipótese $H_0: a = 0$, que corresponde ao modelo sem intercepto, por meio da aplicação do Teste F, obtido pela diferença entre a Soma dos Quadrados Médios do Resíduo do modelo reduzido ($Y = bx$) e do modelo completo ($Y = a + bx$), dividido pelo Quadrado Médio do Resíduo do modelo completo, de acordo com SEBER (1977).

Resultados e discussão

De acordo com o teste realizado para coincidência e paralelismo, as classes em função da variável comprimento apresentam-se significativas entre si (Tabela 1) e, portanto, não podem ser agrupadas. Conseqüentemente, há que se obter uma equação para estimar a área foliar em cada classe de tamanho de folha. O mesmo ocorreu para as classes em função da variável largura. Coincidência e paralelismo das retas entre as diferentes classes de tamanho de folha não foram constatados (Tabela 2). Por outro lado, para a variável CL, as retas não foram significativamente diferentes entre as classes de tamanho de folha de 5 a 10 cm; de 10,1 a 15 cm; de 15,1 a 20 cm; de 20,1 a 25 cm, e de 25,1 a 30 cm. Diferença significativa somente foi observada entre as classes até 5 cm; de 5,1 a 10 cm, e 10,1 a 15 cm (Tabela 3). Dessa forma, há uma equação para estimar a área foliar de folhas com tamanhos de 5 a 30 cm e outra equação para folhas com até 5 cm de tamanho.

Analisando-se as equações para a estimativa da área foliar em função do comprimento, nota-se que o teste F, que testou a hipótese $H_0: a = 0$, não foi significativo em nível de 5 % de probabilidade para as classes de tamanho de folhas de até 5 cm; de 15,1 a 20 cm, e de 25,1 a 30 cm (Tabela 4), podendo-se

Tabela 1 – Teste de paralelismo (t) e de coincidência (F) de retas das equações para a estimativa da área foliar de couve-folha, com base no comprimento da folha.

Table 1 – Test for parallelism (t) and for coincidence (F) of lines of the equations for estimation of kale leaf area based on the leaf length.

Comprimento / Length		Até 5 cm /	Entre 5,1 e	Entre 10,1 e	Entre 15,1 e	Entre 20,1 e	Entre 25,1 e
		Up to 5 cm	Between 5.1 and 10 cm	Between 10.1 and 15 cm	Between 15.1 and 20 cm	Between 20.1 and 25 cm	Between 25.1 and 30 cm
Até 5 cm	F	—	8,64**	10,69**	2,34 ^{NS}	6,17**	16,85**
Up to 5 cm	t		-4,16**	-4,14**	-2,14**	-3,32**	-3,57**
Entre 5,1 e 10 cm	F	—	—	10,37**	4,37*	9,77**	17,53
Between 5.1 and 10 cm	t			-4,11**	-2,32*	-3,98	-5,70**
Entre 10,1 e 15 cm	F	—	—	—	0,11 ^{NS}	2,69 ^{NS}	11,11**
Between 10.1 and 15 cm	t				-0,21 ^{NS}	-2,29*	-4,28**
Entre 15,1 e 20 cm	F	—	—	—	—	2,22 ^{NS}	7,52**
Between 15.1 and 20 cm	t					-1,74 ^{NS}	-3,83**
Entre 20,1 e 25 cm	F	—	—	—	—	—	1,67 ^{NS}
Between 20.1 and 25 cm	t						-1,70
Entre 25,1 e 30 cm	F	—	—	—	—	—	—
Between 25.1 and 30 cm	t						—

F = Teste F para coincidência; t = Teste t para paralelismo; * = significativo a 5% de probabilidade; ** = significativo a 1% de probabilidade; NS = não-significativo a 1% de probabilidade.

F = F test for coincidence; t = t test for parallelism; * = significant at 5% of probability; ** = significant at 1% of probability; NS = non-significant at 1% of probability.

The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

Tabela 2 – Teste de paralelismo (t) e de coincidência (F) de retas das equações para a estimativa da área foliar de couve-folha, com base na largura da folha.

Table 2 – Test for parallelism (t) and for coincidence (F) of lines of the equations for estimation of kale leaf area based on the leaf width.

Comprimento / Length		Até 5 cm /	Entre 5,1 e	Entre 10,1 e	Entre 15,1 e	Entre 20,1 e	Entre 25,1 e
		Up to 5 cm	Between 5.1 and 10 cm	Between 10.1 and 15 cm	Between 15.1 and 20 cm	Between 20.1 and 25 cm	Between 25.1 and 30 cm
Até 5 cm	F	—	27,89*	17,02**	11,48**	12,75**	3,97*
Up to 5 cm	t		-7,43*	-5,65**	-4,65**	-4,84**	-2,61*
Entre 5,1 e 10 cm	F	—	—	10,69**	15,38**	30,95**	7,17**
Between 5.1 and 10 cm	t			-4,00**	-4,79**	-5,30**	-3,59**
Entre 10,1 e 15 cm	F	—	—	—	17,97**	45,18**	11,84**
Between 10.1 and 15 cm	t				-2,41*	-3,00**	-3,15**
Entre 15,1 e 20 cm	F	—	—	—	—	24,10**	11,57**
Between 15.1 and 20 cm	t					-0,46 ^{NS}	-2,02 ^{NS}
Entre 20,1 e 25 cm	F	—	—	—	—	—	12,90**
Between 20.1 and 25 cm	t						-1,89 ^{NS}
Entre 25,1 e 30 cm	F	—	—	—	—	—	—
Between 25.1 and 30 cm	t						—

F = Teste F para coincidência; t = Teste t para paralelismo; * = significativo a 5% de probabilidade; ** = significativo a 1% de probabilidade; NS = não-significativo a 1% de probabilidade.

F = F test for coincidence; t = t test for parallelism; * = significant at 5% of probability; ** = significant at 1% of probability; NS = non-significant at 1% of probability.

The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

Tabela 3 – Teste de paralelismo (t) e de coincidência (F) de retas das equações para a estimativa da área foliar de couve-folha, com base no produto comprimento e largura da folha (CL).

Table 3 – Test for parallelism (t) and for coincidence (F) of lines of the equations for estimation of kale leaf area based on leaf length x leaf width (CL).

Comprimento / Length		Até 5 cm /	Entre 5,1 e	Entre 10,1 e	Entre 15,1 e	Entre 20,1 e	Entre 25,1 e
		Up to 5 cm	Between 5.1 and 10 cm	Between 10.1 and 15 cm	Between 15.1 and 20 cm	Between 20.1 and 25 cm	Between 25.1 and 30 cm
Até 5 cm	F	—	3,21 *	3,60*	0,43 ^{NS}	0,42 ^{NS}	0,35 ^{NS}
Up to 5 cm	t		-2,52*	-1,50 ^{NS}	-0,48 ^{NS}	-0,34 ^{NS}	-0,22 ^{NS}
Entre 5,1 e 10 cm	F	—	—	2,17 ^{NS}	0,29 ^{NS}	0,37 ^{NS}	0,31 ^{NS}
Between 5.1 and 10 cm	t			-1,87 ^{NS}	-0,47 ^{NS}	0,18 ^{NS}	-0,16 ^{NS}
Entre 10,1 e 15 cm	F	—	—	—	0,95 ^{NS}	1,21 ^{NS}	0,64 ^{NS}
Between 10.1 and 15 cm	t				0,41 ^{NS}	1,54 ^{NS}	0,40 ^{NS}
Entre 15,1 e 20 cm	F	—	—	—	—	0,71 ^{NS}	0,50 ^{NS}
Between 15.1 and 20 cm	t					1,06 ^{NS}	0,19 ^{NS}
Entre 20,1 e 25 cm	F	—	—	—	—	—	0,28 ^{NS}
Between 20.1 and 25 cm	t						-0,73 ^{NS}
Entre 25,1 e 30 cm	F	—	—	—	—	—	—
Between 25.1 and 30	t						

F = Teste F para coincidência; t = Teste t para paralelismo; * = significativo a 5% de probabilidade; NS = não-significativo a 1% de probabilidade.

F = F test for coincidence; t = t test for parallelism; * = significant at 5% of probability; NS = non-significant at 1% of probability.

The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

optar entre as equações com ou sem intercepto para a estimativa da área foliar. Contudo, nas demais classes em que o teste F para H_0 foi significativo, opta-se por utilizar o modelo de equações com intercepto, que apresentaram maiores valores de F e coeficiente de determinação (R^2).

Para as equações em função da largura, pode-se escolher dentre os modelos de regressão com e sem intercepto nas classes de folhas de até 5 cm; de 20,1 a 25 cm, e de 25,1 a 30 cm. Nas demais, em que foi constatada significância do teste F para H_0 , opta-se pela equação com maior nível de significância (Teste F do modelo) e maior coeficiente de determinação (Tabela 5). Entretanto, observa-se que as equações que utilizam a largura como variável apresentaram maiores valores de F e de R^2 e, por isso, devem ser preferidas às equações que utilizam o comprimento.

Em razão dos resultados dos testes de paralelismo e coincidência de retas apresentados na Tabela 3, ajustaram-se equações para estimativa de área foliar em função de variável CL para folhas com até 5 cm e de

5,1 a 30 cm. Para a classe de folhas com até 5 cm de comprimento, deve-se utilizar a equação com intercepto ($AF = 2,35075 + 0,52959 CL$) e pode-se optar entre o modelo com intercepto ($AF = 0,82012 + 0,71913 CL$) e sem intercepto ($AF = 0,72087 CL$) na classe de folhas de 5,1 a 30 cm (Tabela 6), uma vez que o teste F para H_0 não foi significativo. Em virtude de as equações dependentes de CL apresentarem maiores valores de F e maiores coeficientes de determinação para os modelos de regressão em comparação aos observados para equações elaboradas com L ou C, deve-se optar pela adoção de equações ajustadas com o produto CL. Resultados semelhantes foram observados para bromélias ornamentais (*Zinnia elegans* Jacq., *Zinnia haageana* Regel e *Z. elegans* x *Z. angustifolia* "Profusion Cherry") (PINTO et al. 2004), e para as plantas daninhas *Cissampelos glaberrima* (BIANCO et al., 2002) e *Typha latifolia* (BIANCO et al., 2003).

Apesar de as equações com o produto CL terem apresentado melhor ajuste e possibilidade de estimativa

Tabela 4 – Equações de regressão para a estimativa da área foliar (AF) da couve-folha, com intercepto ($Y = a + bX$) e sem intercepto ($Y = bX$), a partir do comprimento (C).

Table 4 – Regression equations for estimation of kale leaf area (AF) with intercept ($Y = a + bX$) and without intercept ($Y = bX$) based on leaf length (C).

Equação de regressão (para cada classe) <i>Regression equation (for each class)</i>	Teste F (modelo) <i>F test (model)</i>	Teste F ($H_0: a=0$) <i>F test ($H_0: a=0$)</i>	QMResíduo <i>Residue mean square</i>	R²
Folhas com até 5 cm (40 folhas) / Leaves up to 5 cm (40 leaves)				
AF = -1,34664 + 2,32783 C	24,00**	-	3,57415	0,3871
AF = 2,02774 C	23,96**	0,407NS	3,51981	0,3805
Folhas entre 5,1 e 10 cm (40 folhas) / Leaves between 5.1 and 10 cm (40 leaves)				
AF = -25,21590 + 7,17235 C	131,67**	-	32,57430	0,7760
AF = 4,09274 C	65,90**	25,080**	52,68706	0,6282
Folhas entre 10,1 e 15 cm (40 folhas) / Leaves between 10.1 and 15 cm (40 leaves)				
AF = -93,55108 + 14,68284 C	69,20**	-	228,83551	0,6455
AF = 7,3345 C	36,28**	17,533**	325,84488	0,4820
Folhas entre 15,1 e 20 cm (40 folhas) / Leaves between 15.1 and 20 cm (40 leaves)				
AF = -101,39861 + 15,53816 C	18,19**	-	994,76127	0,3238
AF = 9,94114 C	15,28**	2,374NS	1.029,81673	0,2815
Folhas entre 20,1 e 25 cm (40 folhas) / Leaves between 20.1 and 25 cm (40 leaves)				
AF = -338,18942 + 27,47587C	21,14**	-	1.245,87181	0,3575
AF = 13,07087 C	13,64**	5,822**	1.399,88950	0,2591
Folhas entre 25,1 e 30 cm (40 folhas) / Leaves between 25.1 and 30 cm (40 leaves)				
AF = -765,6446 + 44,20641C	50,60**	-	3752,35712	0,5711
AF = 16,88824 C	21,21**	19,383NS	5521,05120	0,3523

** = significativo a 1% de probabilidade; Teste F (modelo) = Teste F para o ajuste do modelo; Teste F ($H_0: a=0$) = Teste F para $H_0: a=0$ versus $H_0: a \neq 0$; QM Resíduo = Quadrado Médio do Resíduo da análise de variância para o teste do modelo; R² = Coeficiente de Determinação.

** = significant at 1% of probability; F test (model) = F test for model adjustment; F test ($H_0: a=0$) = F test for $H_0: a=0$ versus $H_0: a \neq 0$; Residue mean square = mean square of the residue of the variance analysis for model testing; R² = Coefficient of Determination.

The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

da área foliar da couve com apenas duas equações, uma para folhas com até 5 cm e outra para folhas com 5,1 a 30 cm, os modelos baseados em uma só medida foliar oferecem vantagens, como menor tempo para medição de folhas (ROBBINS & PHARR, 1987) e maior eficiência na coleta dos dados (NeSMITH, 1992). Dessa forma, em razão do menor tempo para coleta de dados, dos níveis de significância do teste F dos modelos e dos

bons coeficientes de determinação observados para as equações de ajustes baseadas na largura foliar, este parâmetro pode ser utilizado para a estimativa da área foliar de couve-folha nas classes 5,1 a 10; 10,1 a 15; 15,1 a 20; 20,1 a 25, e 25,1 a 30 cm. No entanto, para folhas com até 5 cm, devem-se empregar as dimensões comprimento e largura, por causa do melhor ajuste, R² = 0,68.

Tabela 5 – Equações de regressão para a estimativa da área foliar (AF) da couve-folha, com intercepto ($Y = a + bX$) e sem intercepto ($Y = bX$), a partir da largura (L).

Table 5 – Regression equations for estimation of kale leaf area (AF) with intercept ($Y = a + bX$) and without intercept ($Y = bX$) based on leaf width (L).

Equação de regressão (para cada classe)/ Regression equation (for each class)	Teste F (modelo)/ F test (model)	Teste F ($H_0: a=0$)/ F test ($H_0: a=0$)	QM Resíduo/ Residue mean square	R ²
Folhas com até 5 cm (40 folhas) / Leaves up to 5 cm (40 leaves)				
AF = -1,34664 + 2,32783 C	24,00**	-	3,57415	0,3871
AF = 2,02774 C	23,96**	0,407NS	3,51981	0,3805
Folhas entre 5,1 e 10 cm (40 folhas) / Leaves between 5.1 and 10 cm (40 leaves)				
AF = -25,21590 + 7,17235 C	131,67**	-	32,57430	0,7760
AF = 4,09274 C	65,90**	25,080**	52,68706	0,6282
Folhas entre 10,1 e 15 cm (40 folhas) / Leaves between 10.1 and 15 cm (40 leaves)				
AF = -93,55108 + 14,68284 C	69,20**	-	228,83551	0,6455
AF = 7,3345 C	36,28**	17,533**	325,84488	0,4820
Folhas entre 15,1 e 20 cm (40 folhas) / Leaves between 15.1 and 20 cm (40 leaves)				
AF = -101,39861 + 15,53816 C	18,19**	-	994,76127	0,3238
AF = 9,94114 C	15,28**	2,374NS	1.029,81673	0,2815
Folhas entre 20,1 e 25 cm (40 folhas) / Leaves between 20.1 and 25 cm (40 leaves)				
AF = -338,18942 + 27,47587C	21,14**	-	1.245,87181	0,3575
AF = 13,07087 C	13,64**	5,822**	1.399,88950	0,2591
Folhas entre 25,1 e 30 cm (40 folhas) / Leaves between 25.1 and 30 cm (40 leaves)				
AF = -765,6446 + 44,20641C	50,60**	-	3752,35712	0,5711
AF = 16,88824 C	21,21**	19,383NS	5521,05120	0,3523

** = significativo a 1% de probabilidade; Teste F (modelo) = Teste F para o ajuste do modelo; Teste F ($H_0: a=0$) = Teste F para $H_0: a=0$ versus $H_0: a \neq 0$; QM Resíduo = Quadrado Médio do Resíduo da análise de variância para o teste do modelo; R² = Coeficiente de Determinação.

** = significant at 1% of probability; F test (model) = F test for model adjustment; F test ($H_0: a=0$) = F test for $H_0: a=0$ versus $H_0: a \neq 0$; Residue mean square = mean square of the residue of the variance analysis for model testing; R² = Coefficient of Determination.

The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

Tabela 6 – Equações de regressão para a estimativa da área foliar (AF) da couve-folha, com intercepto ($Y = a + bX$) e sem intercepto ($Y = bX$), a partir do produto (CL) do comprimento (C) pela largura (L).

Table 6 – Regression equations for estimation of kale leaf area (AF) with intercept ($Y = a + bX$) and without intercept ($Y = bX$) based on leaf length x leaf width (CL).

Equação de regressão (para cada classe)/ Regression equation (for each class)	Teste F(modelo)/ F test (model)	Teste F($H_0: a=0$)/ F test($H_0: a=0$)	QM Resíduo/ Residue mean square	R ²
Folhas com até 5 cm (40 folhas) / Leaves up to 5 cm (40 leaves)				
AF = 2,35075 + 0,52959 CL	80,73**	-	1,86637	0,6799
AF = 0,70456 CL	58,30**	9,180**	2,27736	0,5992
Folhas entre 5,1 e 30 cm (200 folhas) / Leaves between 5.1 and 30 cm (200 leaves)				
AF = 0,82012 + 0,71913 CL	18.404,40**	-	291,56374	0,9894
AF = 0,72087 CL	18.481,28**	0,851NS	290,34757	0,9893

** = significativo a 1% de probabilidade; Teste F (modelo) = Teste F para o ajuste do modelo; Teste F ($H_0: a=0$) = Teste F para $H_0: a=0$ versus $H_0: a \neq 0$; QM Resíduo = Quadrado Médio do Resíduo da análise de variância para o teste do modelo; R² = Coeficiente de Determinação.

** = significant at 1% of probability; F test (model) = F test for model adjustment; F test ($H_0: a=0$) = F test for $H_0: a=0$ versus $H_0: a \neq 0$; Residue mean square = mean square of the residue of the variance analysis for model testing; R² = Coefficient of Determination.

The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

Conclusão

As equações de regressão para estimativa de área foliar com base no produto do comprimento pela largura apresentaram melhor ajuste (maiores coeficientes de determinação e valores de F). Contudo, para as classes 5,1 a 10; 10,1 a 15; 15,1 a 20; 20,1 a 25, e 25,1 a 30 cm de comprimento, podem ser adotadas equações com base na largura foliar, uma vez que possuem bons coeficientes de determinação e tornam mais rápida a coleta de dados.

Referências

- BIANCO, S.; PITELLI, R. A.; CARVALHO, L. B. Estimativa da área foliar de *Cissampelos glaberrima* usando dimensões lineares do limbo foliar. **Planta Daninha**, Viçosa, v.20, n.3, p.353-356, 2002.
- BIANCO, S.; PITELLI, R. A.; PERECIN, D. Métodos para estimativa da área foliar de plantas daninhas. 2. *Wissadula subpeltata* (Kuntze) Fries. **Planta Daninha**, Viçosa, v.6, n.1, p.21-24, 1983.
- BIANCO, S.; PITELLI, R. A.; PITELLI, A. M. C. M. Estimativa da área foliar de *Typha latifolia* usando dimensões lineares do limbo foliar. **Planta Daninha**, Viçosa, v.21, n.2, p.257-261, 2003.
- LUENGO, R. de F. A.; PARMAGNAMI, R. M.; PARENTE, M. R.; LIMA, M. F. B. **Tabela de composição nutricional das hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2000. 4p.
- MARSHALL, J. K. Methods of leaf area measurement of large and small leaf samples. **Photosynthetica**, Vodickova, v.2, p.41-47, 1968.
- NASCIMENTO, I. B.; FARIAS, C. H. A.; SILVA, M. C. C.; MEDEIROS, J. F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; NEGREIROS, M. Z. Estimativa da área foliar do meloeiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.4, p.555-558, 2002.
- NeSMITH, D. S. Estimating summer squash leaf area nondestructively. **HortScience**, Alexandria, v.27, n.1, p.77, 1992.
- PEDRO JUNIOR, M. J.; RIBEIRO, J. J. A.; MARTINS, F. P. Determinação da área foliar em videira cultivar Niagara Rosada. **Bragantia**, Campinas, v.45, n.1, p.199-204, 1986.
- PINTO, A. C. R.; RODRIGUES, T. J. D.; BARBOSA, J. C.; LEITE, I. C. Leaf area prediction models for *Zinnia elegans* Jacq., *Zinnia haageana* Regel and 'Profusion Cherry'. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 61, n.1, p.47-52, 2004.
- QUEIROGA, J. L.; ROMANO, E. D. U.; SOUZA, J. R. P.; MIGLIORANZA, E. Estimativa da área foliar do feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) por meio da largura máxima do fóliolo central. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.1, p.64-68, 2003.
- ROBBINS, N. S.; PHARR, D. M. Leaf area prediction models for cucumber from linear measurements. **HortScience**, Alexandria, v.22, p.1264-1266, 1987.
- SEBER, G. A. F. **Linear regression analysis**. New York: John Wiley, 1977. 465p.
- SGARBI JUNIOR, I. **Método não destrutivo para estimativa de área foliar de sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L. Moench) a partir de dimensões lineares**. 1982. 65f. Monografia (Trabalho de Graduação em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1982.
- SILVA, N. F.; FERREIRA, F. A.; FONTES, P. C. R.; CARDOSO, A. A. Modelos para estimar a área foliar de abóbora por meio de medidas lineares. **Revista Ceres**, Viçosa, v.45, n.259, p.287-291, 1998.
- SOCIEDADE DE OLERICULTURA DO BRASIL. **Couve**. Disponível em: <www.horticultura.com.br/saude/>. Acesso em: 30 jan. 2004.
- TOFOLI, G. R.; BIANCO, S.; PAVANI, M. C. M. D. Estimativa da área foliar de *Solanum americanum* Mill. **Planta Daninha**, Viçosa, v.16, n.2, p.149-152, 1998.

Recebido em 28-9-2004.

Aceito para publicação em 20-6-2005.