

# NÚMERO DE FOLHAS E DE PLANTAS PARA ESTIMAÇÃO DA MÉDIA DO ÍNDICE SPAD EM CRAMBE

## NUMBER OF LEAVES AND PLANTS TO ESTIMATE THE AVERAGE SPAD INDEX IN CRAMBE

Alberto CARGNELUTTI FILHO<sup>1</sup>; Marcos TOEBE<sup>2</sup>; Sidinei José LOPES<sup>1</sup>

1. Engenheiro Agrônomo, Professor, Doutor em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Santa Maria, RS, Brasil. alberto.cargnelutti.filho@gmail.com ; 2. Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Agronomia – UFSM, Santa Maria, RS, Brasil

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi determinar o número de folhas e de plantas necessário para a estimação da média do índice SPAD em crambe, cultivar 'FMS Brilhante'. Em um experimento foram selecionadas, aleatoriamente, 66 plantas. Nessas plantas, foi mensurado o índice SPAD em seis folhas, escolhidas aleatoriamente em cada planta, aos 34 e 40 dias após a emergência, totalizando 396 folhas em cada avaliação. A partir dos dados do índice SPAD, foram calculadas medidas de tendência central e de variabilidade, verificadas a normalidade e a homogeneidade de variâncias. Foram realizadas análises de variância com base no modelo hierárquico (variação entre plantas e variação entre folhas dentro de plantas). O número de folhas, necessário para a estimação da média do índice SPAD, em cada momento de avaliação (34 e 40 dias após emergência), foi determinado por reamostragens, com reposição. Mensurar uma folha por planta, em 36 plantas (36 folhas), é suficiente para a estimação da média do índice SPAD de crambe, com amplitude do intervalo de confiança de 95% igual a três.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Crambe abyssinica* Hochst. Planejamento amostral. Reamostragem.

### INTRODUÇÃO

O crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) pertence à família *Brassicaceae* e tem sido utilizado para produção de biocombustíveis, em função do elevado teor de óleo nos grãos. Um importante indicativo, usado no manejo de adubação em culturas agrícolas, é o teor de clorofila nas folhas. Elevada relação direta entre o teor de clorofila, o estado nutricional e a intensidade de coloração verde nas folhas, foi constatada, em abobrinha (PÔRTO et al., 2011). A medição da intensidade de coloração verde das folhas com equipamentos portáteis, como o SPAD-502<sup>®</sup> (*Soil Plant Analysis Development*), é indicada pela facilidade de medição, rapidez, confiabilidade e não-destrutividade das folhas.

Para o monitoramento do estado nutricional de plantas de milho ao longo do ciclo, com uso de clorofilômetro, Hurtado et al. (2011) utilizaram, para cada tratamento e época de avaliação, cinco plantas por repetição (três repetições). Em cada planta, realizaram duas medições (uma de cada lado do limbo foliar), no terço médio da última folha totalmente expandida (até o florescimento) ou, da folha abaixo e oposta à espiga (após o florescimento). Na cultura de batata, Gil et al. (2002) utilizaram seis plantas em cada repetição (quatro repetições), para avaliar o índice SPAD no folíolo terminal da quarta folha, a partir do ápice, em diferentes épocas e doses de nitrogênio. Os

autores concluíram que há necessidade de padronização de época de avaliação e da folha que deve ser amostrada. Ainda na cultura de batata, Silva et al. (2011) avaliaram duas folhas por planta (folíolo terminal da quarta folha e folha mais velha), em duas plantas por parcela, com quatro repetições. Os autores constataram que o índice SPAD foi diferente em função de doses de nitrogênio, do horário diário de avaliação e da irrigação. Dessa forma, os autores destacaram que é importante estabelecer um protocolo para a determinação precisa do índice SPAD. Por outro lado, Cardoso et al. (2011) verificaram que doses de nitrogênio e de potássio não alteraram o índice SPAD em cultivares de batata.

Na cultura de crambe, foram realizados estudos sobre o tamanho e forma de parcela (MEIER; LESSMAN, 1971) e sobre o tamanho de amostra para a estimação da média (CARGNELUTTI FILHO et al., 2010) e da correlação entre caracteres (CARGNELUTTI FILHO et al., 2011). No entanto, não foi encontrado na literatura, indicações do número de folhas por planta e do número de plantas adequados para a medição do índice SPAD, na cultura de crambe ou em outras culturas agrícolas. Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar o número de folhas e de plantas necessário para a estimação da média do índice SPAD em crambe, cultivar 'FMS Brilhante'.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foi conduzido um experimento com a cultura de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst), cultivar 'FMS Brilhante', numa área experimental da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul (latitude 29° 42'S, longitude 53° 49' W e 95 m de altitude). No dia 18/06/2008, foi efetuada a adubação de base, com 35 kg ha<sup>-1</sup> de N, 140 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 140 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e, realizada a semeadura em 60 linhas de 20 m de comprimento. Foi utilizado o espaçamento de 0,058 m entre plantas na linha e, 0,17 m entre linhas, com densidade de 100 plantas m<sup>-2</sup>. A emergência das plantas ocorreu dez dias após a semeadura.

Na área experimental foram selecionadas, aleatoriamente, 66 plantas. Em cada uma das 66 plantas, foi mensurado o índice SPAD em seis folhas (escolhidas aleatoriamente em cada planta), aos 34 e 40 dias após a emergência (DAE), totalizando 396 folhas em cada avaliação. Em cada folha de cada planta, o índice SPAD foi medido com clorofilômetro marca Minolta, modelo SPAD-502® (MINOLTA, 1989).

A partir dos 396 valores do índice SPAD (396 folhas), em cada momento de avaliação (34 e 40 DAE), foram calculadas as estatísticas: mínimo, máximo, média, variância, coeficiente de variação e o valor-p do teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov. A seguir, foram realizados os testes t (bilateral) e F (bilateral), a 5% de probabilidade, para testar, respectivamente, as hipóteses de igualdade das médias e de homogeneidade das variâncias do índice SPAD entre os momentos de avaliação (34 e 40 DAE). Após, foram feitas análises de variância do índice SPAD, para cada momento de avaliação, e anotaram-se as estatísticas: quadrado médio entre plantas (QM<sub>P</sub>), com 65 graus de liberdade, e o quadrado médio entre folhas dentro de planta (QM<sub>F</sub>), com 330 graus de liberdade, considerando os efeitos de plantas e de folhas como aleatórios (STORCK et al., 2011). Foi utilizado o modelo hierárquico:  $Y_{ij} = m + p_i + f_{ij}$ , em que  $Y_{ij}$  = valor do índice SPAD observado na i-ésima planta (i=1,2, ...,66) da j-ésima folha (j=1,2, ..., 6); m = constante;  $p_i$  = efeito aleatório da planta i; e,  $f_{ij}$  = efeito aleatório de folhas.

Para a determinação do número de folhas e de plantas necessário para a estimação da média do índice SPAD, em cada momento de avaliação (34 e 40 DAE), foram realizadas reamostragens, com reposição. Para as reamostragens, foram planejados os seguintes planos amostrais: 1) uma folha por planta; 2) duas folhas por planta; 3) três folhas por

planta; 4) quatro folhas por planta; 5) cinco folhas por planta; e, 6) seis folhas por planta. Para cada plano amostral foi determinado o número de plantas.

Inicialmente, para o plano amostral 1 (avaliação do índice SPAD em uma folha por planta), foram planejados 66 tamanhos de amostra (número de plantas). O tamanho de amostra inicial foi de uma planta, e os demais foram obtidos com incrementos de uma, até atingir 66 plantas. Portanto, para essas reamostragens, foram planejados os seguintes tamanhos de amostra: 1; 2; 3; ...; 66 plantas. Nesse plano amostral, inicialmente, entre as 66 plantas, foi selecionada, aleatoriamente, uma planta e, nessa planta, foi selecionada, aleatoriamente, uma folha. O valor foi considerado como estimativa da média do índice SPAD, obtida com uma folha por planta de uma planta (uma folha). Após, repetiu-se esse procedimento mais 2.999 vezes, obtendo-se assim, 3.000 estimativas de média. Depois, foram selecionadas, aleatoriamente e com reposição, duas plantas e, em cada uma dessas duas plantas, foi selecionada, aleatoriamente, uma folha. Após foi calculada a média desses dois valores. Repetiu-se esse procedimento mais 2.999 vezes, obtendo-se assim, 3.000 estimativas de média obtidas com uma folha por planta de duas plantas (duas folhas). Repetiu-se, esse procedimento para 3 plantas, obtendo-se 3.000 estimativas de média, a partir de uma folha por planta de três plantas (três folhas), e assim, sucessivamente, para: 4; 5; ...; 66 plantas.

Após, para o plano amostral 2 (avaliação do índice SPAD em duas folhas por planta), foram planejados 66 tamanhos de amostra (número de plantas). O tamanho de amostra inicial foi de uma planta, e os demais foram obtidos com incrementos de uma, até atingir 66 plantas. Nesse plano amostral, inicialmente, entre as 66 plantas, foi selecionada, aleatoriamente, uma planta e, nessa planta, foram selecionadas, aleatoriamente e com reposição, duas folhas. Após, foi calculada a média desses dois valores. Posteriormente, repetiu-se esse procedimento mais 2.999 vezes, obtendo-se assim, 3.000 estimativas de média do índice SPAD, a partir de duas folhas por planta de uma planta (duas folhas). Depois, foram selecionadas, aleatoriamente e com reposição, duas plantas e, em cada uma dessas duas plantas, foram selecionadas, aleatoriamente e com reposição, duas folhas. Após, foi calculada a média desses quatro valores. Repetiu-se esse procedimento mais 2.999 vezes, obtendo-se assim, 3.000 estimativas de média, a partir de duas folhas por planta de duas plantas (quatro folhas). Repetiu-se, esse procedimento para 3 plantas, obtendo-se 3.000 estimativas de média, a

partir de duas folhas por planta de três plantas (seis folhas), e assim, sucessivamente, para: 4; 5; ...; 66 plantas. A seguir, repetiu-se os procedimentos anteriores para os planos amostrais: 3; 4; 5 e 6.

A partir das reamostragens, em cada momento de avaliação (34 e 40 DAE) e plano amostral (uma, duas, três, quatro, cinco e seis folhas por planta), para cada tamanho de amostra (número de plantas) planejado, foram obtidas 3.000 estimativas de índice SPAD e determinados o percentil 2,5%, a média e o percentil 97,5%. Depois, calculou-se a amplitude do intervalo de confiança de 95%, pela diferença entre o percentil 97,5% e o percentil 2,5%. A seguir, determinou-se o tamanho de amostra (número de plantas) para a estimação do índice SPAD, para cada plano amostral (uma, duas, três, quatro, cinco e seis folhas por planta) e momento de avaliação (34 e 40 DAE), para diferentes precisões. Para essa determinação, partiu-se do tamanho inicial (uma planta) e considerou-se como tamanho de amostra o número de plantas a partir do qual a amplitude do intervalo de confiança de 95% foi menor ou igual a 2 (maior precisão); 3; 4; ...; 15 (menor precisão). Após, determinou-se o número de folhas, necessário para a estimação da média do índice SPAD, pelo produto do número de folhas por planta  $\times$  número de plantas. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa R (R Development Core Team, 2012) e do aplicativo Microsoft Office Excel<sup>®</sup>.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre as 396 folhas de cada momento de avaliação (34 e 40 DAE), o índice SPAD oscilou entre 24,50 e 48,20 e, entre 23,00 e 49,90, respectivamente, para as avaliações aos 34 e 40 DAE. O valor-p do teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov foi 0,9449 e 0,1143, respectivamente, para as avaliações aos 34 e 40 DAE, o que revela ajuste dos dados do índice SPAD à distribuição normal ( $p > 0,1142$ ). As médias do índice SPAD, aos 34 DAE (37,47) e aos 40 DAE (38,15) foram diferentes ( $t = -2,2438$ ;  $p = 0,0251$ ) e, as variâncias, aos 34 DAE (14,88) e aos 40 DAE (21,01), foram heterogêneas ( $F = 1,4127$ ;  $p = 0,0006$ ). O coeficiente de variação, aos 34 DAE, foi 10,29% e, aos 40 DAE, foi 12,02%. De maneira geral, com base na variabilidade existente, pode-se prever que para a estimação da média do índice SPAD, com mesma precisão, será necessário mensurar mais folhas aos 40 DAE do que aos 34 DAE.

Em relação ao índice SPAD, avaliado aos 34 DAE, constatou-se que o quadrado médio entre plantas ( $QM_P$ ) com 65 graus de liberdade foi 20,3682 e, o quadrado médio entre folhas dentro de planta ( $QM_F$ ), com 330 graus de liberdade, foi 13,7941. Assim, o valor de  $F = QM_P / QM_F$  foi 1,4766 e o valor-p foi 0,0154. Aos 40 DAE o valor de  $F$  foi 2,1159 (37,5680/17,7545) e o valor-p foi 0,0000 (Tabela 1).

**Tabela 1.** Amplitude do intervalo de confiança de 95% (AIC) do índice SPAD de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst), a partir da amostragem de uma folha por planta, em 1; 2; ...; 6 plantas (situação 1) e da amostragem de 1; 2; ...; 6 folhas por planta em uma planta (situação 2), em dois momentos de avaliação.

Situação 1				Situação 2			
Folhas por planta	Plantas	Total de folhas	AIC	Folhas por planta	Plantas	Total de folhas	AIC
Avaliação aos 34 dias após a emergência							
1	1	1	14,90	1	1	1	14,90
1	2	2	10,40	2	1	2	11,05
1	3	3	8,60	3	1	3	10,47
1	4	4	7,83	4	1	4	9,55
1	5	5	6,64	5	1	5	9,10
1	6	6	6,22	6	1	6	8,60
Avaliação aos 40 dias após a emergência							
1	1	1	18,11	1	1	1	18,11
1	2	2	12,60	2	1	2	14,75
1	3	3	9,97	3	1	3	13,63
1	4	4	9,10	4	1	4	12,98
1	5	5	8,34	5	1	5	12,26
1	6	6	7,20	6	1	6	12,09

Nos dois momentos de avaliação, considerando o nível de significância de 1,54%,

pode-se inferir que a variância entre as médias das plantas (que inclui a variância entre as folhas dentro

de planta) é maior do que a variância entre as folhas dentro de planta, ou ainda, que a variância entre plantas é maior que zero (heterogênea), e nesse caso, a variação existente não é devida somente a variação entre folhas dentro de planta. Quando isso acontece, Storck et al. (2011) demonstraram que aumentar o número de repetições (número de plantas) é mais eficiente para reduzir a variância da média do que aumentar o tamanho de amostra (número de folhas por planta). Portanto, esses resultados sugerem que para estimar a média, com precisão desejada, deve ser amostrado um menor número de folhas por planta em um maior número de plantas, para que o total de folhas amostradas seja o menor possível (amostragem mais eficiente).

Para o mesmo número de folhas avaliadas, a amplitude do intervalo de confiança de 95%, nos dois momentos de avaliação (34 e 40 DAE), foi menor na amostragem de uma folha por planta em várias plantas do que a amostragem de várias folhas por planta em apenas uma planta (Tabela 1). Portanto, a amostragem de uma folha por planta em várias plantas é mais eficiente, e, deve, preferencialmente, ser adotada.

Nas duas avaliações (34 e 40 DAE), a amplitude do intervalo de confiança de 95%, em todos os planos amostrais (uma, duas, três, quatro, cinco e seis folhas por planta), diminuiu gradativamente com o acréscimo do número de plantas (Figuras 1 e 2), o que revela aumento da precisão na estimação da média do índice SPAD. Para a estimação da média do índice SPAD em crambe, aos 34 e 40 DAE, com mesma precisão (mesma amplitude do intervalo de confiança de 95%), o número de plantas diminuiu gradativamente e, houve tendência de estabilização com o acréscimo do número de folhas amostradas por planta (Tabela 2).

Na prática, para a estimação da média do índice SPAD de determinada área experimental (ou lavoura), é importante definir a combinação entre o número de folhas por planta e o número de plantas que minimize o número de folhas a serem avaliadas. Assim, nos dois momentos de avaliação (34 e 40 DAE), o menor número de folhas a serem avaliadas é quando é amostrada uma folha por planta (Tabela 2).

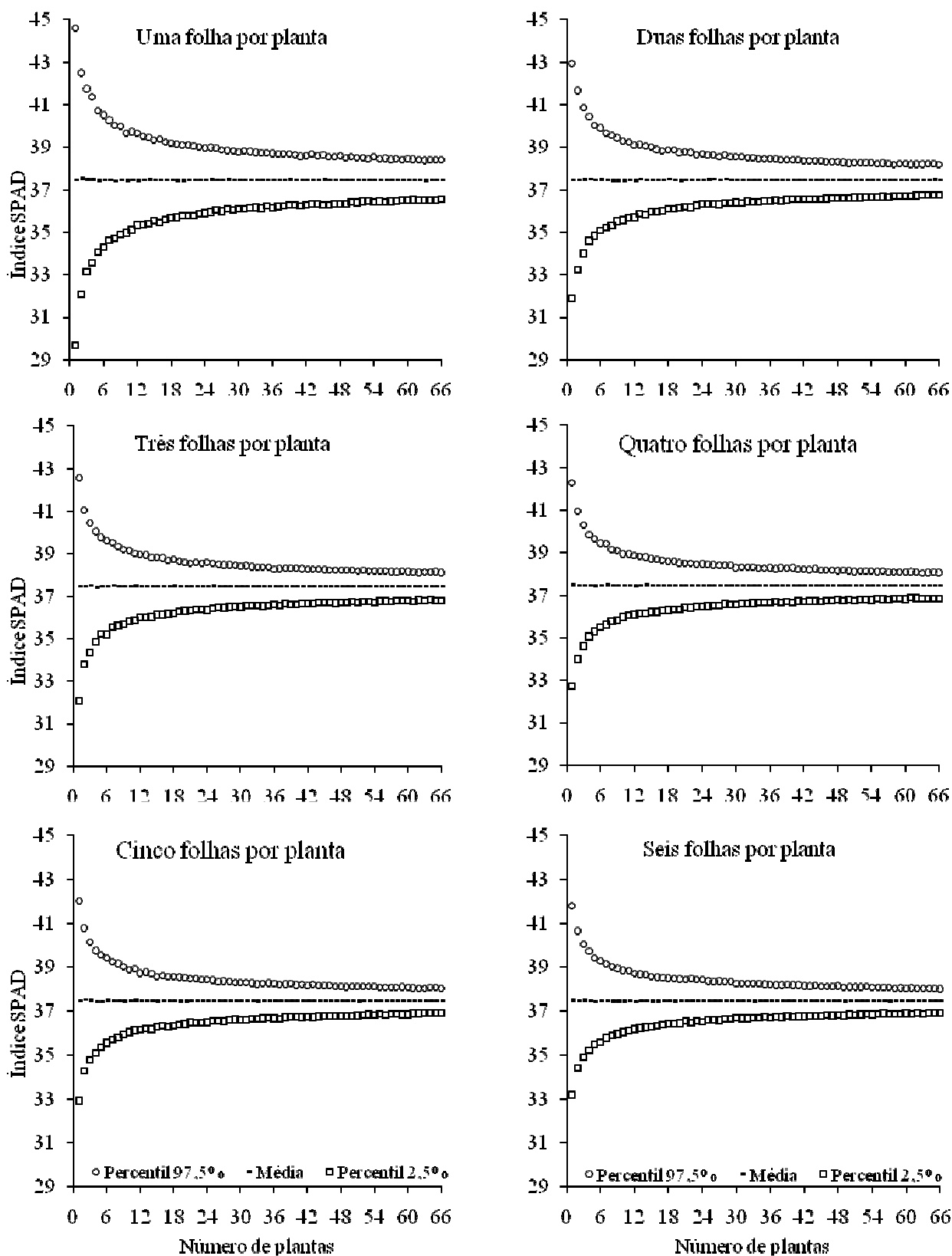
Dessa forma, por exemplo, para a estimação da média do índice SPAD, para a amplitude do intervalo de confiança de 95% igual a 3 (maior precisão), é necessário avaliar uma folha por planta, em 26 e 36 plantas, respectivamente, aos 34 e 40 DAE. Caso o pesquisador opte por avaliar menor número de plantas, como por exemplo, 15 e 19 plantas, deve estar ciente de que a estimativa da média do índice SPAD estará associada à menor precisão, ou seja, a amplitude do intervalo de confiança de 95% será igual a 4, e assim, sucessivamente. Nesse estudo, as folhas foram tomadas, aleatoriamente, na planta. Mas, no caso, de serem coletadas folhas em locais específicos da planta, o tamanho de amostra poderá ser diferente.

## CONCLUSÃO

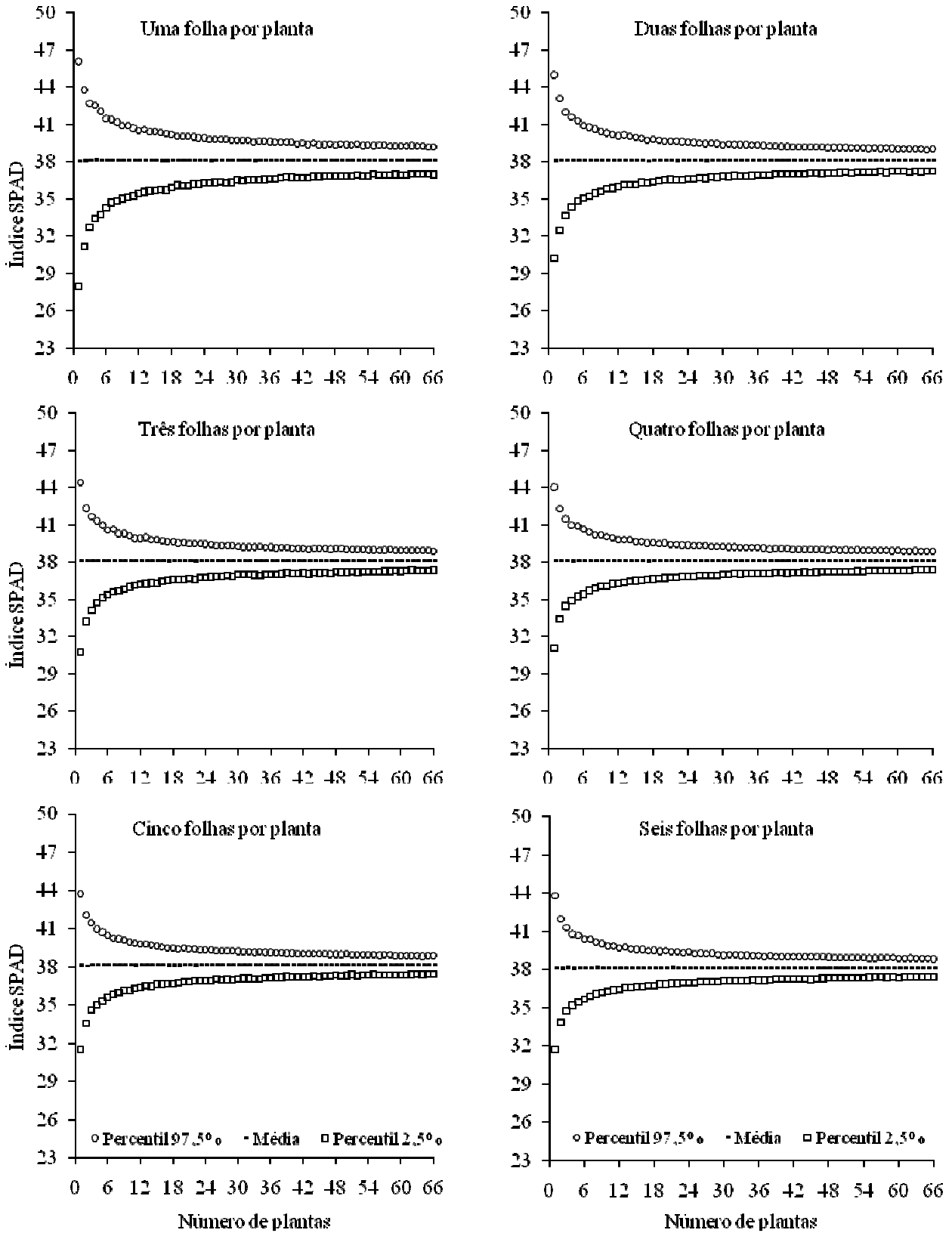
Mensurar uma folha por planta, em 36 plantas (36 folhas), é suficiente para a estimação da média do índice SPAD de crambe, com amplitude do intervalo de confiança de 95% igual a três.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa aos autores.



**Figura 1.** Percentil 2,5%, média e percentil 97,5% das 3.000 estimativas de índice SPAD, obtidas por reamostragens, em cada tamanho de amostra (número de plantas) de cada plano amostral (uma, duas, três, quatro, cinco e seis folhas por planta), com base em 396 folhas de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) (6 folhas por planta × 66 plantas) avaliadas aos 34 dias após a emergência.



**Figura 2.** Percentil 2,5%, média e percentil 97,5% das 3.000 estimativas de índice SPAD, obtidas por reamostragens, em cada tamanho de amostra (número de plantas) de cada plano amostral (uma, duas, três, quatro, cinco e seis folhas por planta), com base em 396 folhas de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) (6 folhas por planta × 66 plantas) avaliadas aos 40 dias após a emergência.

**Tabela 2.** Número de plantas e número de folhas (número de folhas por planta × número de plantas) em cada plano amostral e momento de avaliação, para a estimação da média de índice SPAD de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst), para as amplitudes do intervalo de confiança de 95% iguais a 2; 3; 4; ...; 15.

Avaliação (dias após a emergência)	Plano amostral (folhas por planta)	Amplitudes do intervalo de confiança de 95%													
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		Número de plantas													
34	Uma	57	26	15	10	7	5	4	3	3	2	2	2	1	
34	Duas	36	16	9	6	4	3	3	2	2	2	1	1	1	
34	Três	28	12	7	5	4	3	2	2	2	1	1	1	1	
34	Quatro	23	10	6	4	3	2	2	2	1	1	1	1	1	
34	Cinco	21	10	6	4	3	2	2	2	1	1	1	1	1	
34	Seis	21	9	5	4	3	2	2	1	1	1	1	1	1	
		Número de folhas (número de folhas por planta × número de plantas)													
40	Uma	>66	36	19	14	9	7	6	5	3	3	3	2	2	
40	Duas	53	24	13	9	6	5	4	3	3	2	2	2	1	
40	Três	43	18	11	8	5	4	3	3	2	2	2	1	1	
40	Quatro	38	17	11	7	5	4	3	2	2	2	1	1	1	
40	Cinco	37	15	9	6	4	3	3	2	2	2	1	1	1	
40	Seis	34	15	9	6	4	3	3	2	2	2	1	1	1	
34	Uma	57	26	15	10	7	5	4	3	3	2	2	2	1	
34	Duas	72	32	18	12	8	6	6	4	4	4	2	2	2	
34	Três	84	36	21	15	12	9	6	6	6	3	3	3	3	
34	Quatro	92	40	24	16	12	8	8	8	4	4	4	4	4	
34	Cinco	105	50	30	20	15	10	10	10	5	5	5	5	5	
34	Seis	126	54	30	24	18	12	12	6	6	6	6	6	6	
40	Uma	>66	36	19	14	9	7	6	5	3	3	3	2	2	
40	Duas	106	48	26	18	12	10	8	6	6	4	4	4	2	
40	Três	129	54	33	24	15	12	9	9	6	6	6	3	3	
40	Quatro	152	68	44	28	20	16	12	8	8	8	8	4	4	
40	Cinco	185	75	45	30	20	15	15	10	10	10	10	5	5	
40	Seis	204	90	54	36	24	18	18	12	12	12	12	6	6	

**ABSTRACT:** The objective of this work was to determine the number of leaves and plants required to estimate the average SPAD index in crambe, cultivar 'FMS Brilhante'. In one experiment were randomly selected 66 plants. These plants, the SPAD index was measured in six leaves, selected randomly from each plant at 34 and 40 days after emergence, totaling 396 leaves on each evaluation. From data of the SPAD index it was calculated measures of central tendency and variability. Analyses of variance based hierarchical model (variation between plants and variation among leaves into plants) were carried. The number of leaves required to estimate the average SPAD index, at each evaluation point (34 and 40 days after emergence), was determined by resampling with replacement. Measure a leaf per plant on 36 plants (36 leaves), is sufficient to estimate the average SPAD index of crambe, with amplitude of confidence interval of 95% equal to three.

**KEYWORDS:** *Crambe abyssinica* Hochst. Sample design. Resampling.

**REFERÊNCIAS**

- CARDOSO, A. D.; ALVARENGA, M. A. R.; MELO, T. L.; VIANA, A. E. S.; MATSUMOTO, S. N. Índice SPAD no limbo foliar da batateira sob parcelamentos e doses de nitrogênio e potássio. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 1, p. 159-167, 2011.
- CARGNELUTTI FILHO, A.; TOEBE, M.; SILVEIRA, T. R.; CASAROTTO, G.; HAESBAERT, F. M.; LOPES, S. J. Tamanho de amostra e relações lineares de caracteres morfológicos e produtivos de crambe. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 11, p. 2262-2267, 2010.
- CARGNELUTTI FILHO, A.; LOPES, S. J.; TOEBE, M.; SILVEIRA, T. R.; SCHWANTES, I. A. Tamanho de amostra para estimação do coeficiente de correlação de Pearson entre caracteres de *Crambe abyssinica*. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 1, p. 149-158, 2011.
- GIL, P. T.; FONTES, P. C. R.; CECON, P. R.; FERREIRA, F. A. Índice SPAD para o diagnóstico do estado de nitrogênio e para o prognóstico da produtividade da batata. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 611-615, 2002.
- HURTADO, S. M. C.; RESENDE, Á. V.; SILVA, C. A.; CORAZZA, E. J.; SHIRATSUCHI, L. S. Clorofilômetro no ajuste da adubação nitrogenada em cobertura para o milho de alta produtividade. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 6, p. 1011-1017, 2011.
- MEIER, V. D.; LESSMAN, K. J. Estimation of optimum field plot shape and size for testing yield in *Crambe abyssinica* Hochst. **Crop Science**, Madison, v. 11, n. 5, p. 648-650, 1971.
- MINOLTA, C. **Manual for chlorophyll meter SPAD-502**. Osaka: Minolta Radiometric Instruments Divisions, 1989. 22 p.
- PÔRTO, M. L.; PUIATTI, M.; FONTES, P. C. R.; CECON, P. R.; ALVES, J. C.; ARRUDA, J. A. Índice SPAD para o diagnóstico do estado de nitrogênio na cultura da abobrinha. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 29, n. 3, p. 311-315, 2011.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2011. Disponível em: <http://www.R-project.org>.
- SILVA, M. C. C.; COELHO, F. S.; BRAUN, H.; FONTES, P. C. R. Índice SPAD em função de diferentes horários e posições no folíolo da batata sob fertilização nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 4, p. 971-977, 2011.
- STORCK, L.; GARCIA, D. C.; LOPES, S. J.; ESTEFANEL, V. **Experimentação vegetal**. 3.ed. Santa Maria: UFSM, 2011. 200 p.