

Estimativa dos Teores de Nutrientes Foliares em Feijão-Caupi Utilizando Clorofilômetro

Cultivo de feijão-caupi

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), também conhecido com feijão-de-corda, feijão-macassar e feijão-de-praia, é uma importante fonte de proteína para as populações da região dos trópicos. No Brasil, principalmente nas regiões Norte e Nordeste, o feijão-caupi se constitui em uma das principais alternativas sociais e econômicas para as populações rurais, uma vez que se adapta bem às condições de altas temperaturas e estresse hídrico (GONÇALVES et al., 2009). Estima-se que, na Amazônia Legal, haja cerca de 285 mil hectares plantados com feijão, sendo aproximadamente 53% com feijão-caupi (FILGUEIRAS et al., 2009). O desenvolvimento de cultivares mais produtivas, com resistência a pragas e doenças que ocorrem na cultura, já permitiu obter, em condições experimentais, produtividades de grãos acima de 3 mil kg ha⁻¹, porém a expectativa é que o potencial genético da cultura ultrapasse os 6 mil kg ha⁻¹ (FREIRE FILHO et al., 2005).

Em regiões onde a agricultura tradicionalmente praticada são os cultivos de subsistência, como é o caso do Norte e Nordeste, a disponibilidade de elementos minerais às plantas é, sem dúvida, o fator primordial no qual as culturas como o caupi respondem com crescimento, desenvolvimento e produções, permitindo, desta forma, aos agricultores permanecerem no campo (PARRY et al., 2008). Nessas regiões, em virtude das condições ambientais desfavoráveis ao feijão comum, predomina o cultivo do feijão-caupi, pois este resiste melhor ao calor e à deficiência hídrica (LEITE; VIRGENS FILHO, 2004). As exigências nutricionais do feijão-caupi variam consideravelmente de acordo com os estádios de desenvolvimento, sendo o consumo máximo verificado entre o início da floração e da formação do grão (SAMPAIO; BRASIL, 2009).

Para este estudo foi utilizada a cultivar BRS Guariba, obtida do cruzamento da linhagem IT85F, oriunda da Nigéria, com a linhagem TE87-98-8G do programa de melhoramento da Embrapa Meio Norte, e que apresenta grande adaptabilidade para as regiões Norte e Nordeste do Brasil (VILARINHO et al., 2004). No Estado do Amazonas, a BRS Guariba pode ser cultivada tanto em várzea como em terra firme, com produtividades que variam de 900 a 1.200 kg ha⁻¹ (GONÇALVES et al., 2009).

Uso do clorofilômetro para estimar o status nutricional pelo método não destrutivo

Uma das técnicas utilizadas para a avaliação em tempo real da condição nutricional de nitrogênio da planta é a análise da intensidade do verde das folhas, pelo fato de haver correlação significativa entre a intensidade do verde e o teor de clorofila com a concentração de N na folha (DWYER et al., 1995).

Manaus, AM
Agosto, 2013

Autores

Ronaldo Ribeiro de Moraes
Biólogo, D. Sc. em Ciências Biológicas, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, ronaldo.morais@embrapa.br

José Roberto Antoniol Fontes
Engenheiro agrônomo, D. Sc. em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, jose.roberto@embrapa.br

José Ricardo Pupo Gonçalves
Engenheiro agrônomo, D. Sc. em Agricultura, pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP, ricardo.pupo@embrapa.br

Um equipamento muito utilizado para avaliação da diagnose nutricional dos teores de nitrogênio e clorofila nas folhas de várias culturas é o clorofilômetro Minolta SPAD-502 (MINOLTA, 1989).

O clorofilômetro apresenta várias vantagens: por ser portátil, pode ser levado ao campo, propiciando rápido diagnóstico do estado nutricional em relação ao conteúdo de N; agrega vantagem na sua simplicidade de uso, além de fazer uma avaliação não destrutiva do tecido foliar. Adicionalmente, com a utilização do equipamento, há redução de gastos e de tempo, já que não é preciso realizar todas as análises químicas em laboratório, possibilitando o manejo mais eficiente da adubação nitrogenada, sincronizando a aplicação do nitrogênio com a época de demanda do nutriente pela planta.

O equipamento vem sendo utilizado para a diagnose nutricional de nitrogênio em diversas culturas de interesse econômico, como milho (ARGENTA et al., 2004; ZOTARELLI et al., 2003; ROCHA et al., 2005; GODOY et al., 2007), café (REIS et al., 2006; GODOY et al., 2008), algodão (NEVES et al., 2005), batata (GIL et al., 2002) e tomate (GUIMARÃES et al., 1999). Trabalhos realizados estimando a utilização do clorofilômetro para diagnose nutricional de feijão são inexistentes para *Vigna unguiculata*, mas existem trabalhos com a estimativa dos teores de clorofila utilizando-se o clorofilômetro (NASCIMENTO et al., 2012). A maioria dos estudos utilizando o clorofilômetro na cultura do feijão foi desenvolvida para *Phaseolus vulgaris* (BARBOSA FILHO et al., 2009; MESQUITA et al., 2011; PIRES et al., 2004; SILVEIRA et al., 2003; SORATTO et al., 2004).

Barbosa Filho et al. (2009), utilizando o clorofilômetro para monitoramento dos teores de nitrogênio nas folhas de *P. vulgaris*, obtiveram resultados promissores no sincronismo entre a época de fornecimento do N e a demanda da planta.

Pires et al. (2004) relatam que a adubação foliar molíbdica aumenta a produtividade e o índice *Soil plant analysis development* (SPAD) de *P. vulgaris*. Silveira et al. (2003) afirmam que existe alta correlação da leitura SPAD com os incrementos das doses de nitrogênio e produtividade do feijoeiro. Mesquita et al. (2011) verificaram que os nutrientes P, Ca, Cu, Zn e Fe do solo correlacionaram positivamente com as leituras SPAD.

Além da diagnose para o nitrogênio, alguns trabalhos têm encontrado estimativas de correlação significativa da leitura SPAD para fósforo (NATALE et al., 2010; KOETZ et al., 2012) em goiabeira e rúcula, e para o enxofre (NEVES et al., 2005) em algodoeiro herbáceo.

Objetivo

Determinar a capacidade do clorofilômetro em estimar os teores de macro e micronutrientes em folhas de feijão-caupi.

O Estudo

O trabalho foi realizado na área experimental da Sede da Embrapa Amazônia Ocidental, situada no Km 29 da Rodovia AM-010, em Manaus, em solo atualmente classificado, segundo os critérios atuais do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS et al., 2006), como Latossolo Amarelo distrófico, textura muito argilosa (RODRIGUES et al., 1972). O clima, segundo a classificação de Köppen, é Ami, com temperatura média anual de 26,7 °C, pluviosidade média anual de 2.015 mm e umidade relativa do ar em torno de 88% (VIANELLO; ALVES, 1991).

As sementes de feijão-caupi, cv. BRS Guariba, foram semeadas em sistema de plantio direto mediante dessecação química da vegetação existente na área com utilização de herbicida glyphosate na dose de 1,14 kg de ingrediente ativo por hectare. A semeadura foi feita no espaçamento de 0,45 m entre linhas, deixando seis plantas por metro linear. Foi realizada calagem na dose de três t/ha⁻¹ visando elevar a saturação por bases a 70%. Por ocasião da semeadura foram aplicados 20 kg de N na forma de ureia, 80 kg de P₂O₅ na forma de superfosfato triplo e 60 kg de potássio na forma de KCl.

O índice SPAD foi determinado no estádio que correspondeu ao enchimento de grãos e, conseqüentemente, período de maior requerimento nutricional do feijão-caupi. As leituras foram efetuadas em 80 plantas, e em três folhas por planta completamente desenvolvidas, de uma das linhas centrais da área útil.

Devido à impossibilidade de realização da análise nutricional em apenas uma única folha de feijão-caupi, em razão do peso da massa seca de uma só folha não atingir a quantidade necessária para a análise dos nutrientes, as folhas foram agrupadas em oito classes de enquadramento de acordo com o valor obtido no clorofilômetro. As classes foram de 0-15, 15-30, 30-45, 45-60, 60-75, 75-90, 90-105 e > 105. Em cada classe, foram agrupadas três repetições de dez folhas cada, obtendo material vegetal satisfatório para a realização das análises de nutrientes. As folhas foram colocadas em sacos de papel e enviadas ao Laboratório de Análises de Solos e Plantas (LASP) da Embrapa Amazônia Ocidental para análises dos teores de macro (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn), segundo metodologia de Malavolta et al. (1997).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de correlação de Pearson. Fez-se análise de regressão entre leitura do clorofilômetro e teores de macro e micronutrientes foliares.

Resultados e Discussão

Correlação do clorofilômetro com os teores de macronutrientes

Em relação aos macronutrientes, os resultados das leituras com o SPAD-502 correlacionaram-se positivamente ($p \leq 0,01$) com os teores de nitrogênio e fósforo para as folhas de feijão-caupi (Tabela 1). As correlações entre as leituras SPAD com os teores de potássio e enxofre foram negativas, apresentando alta significância ($p \leq 0,01$). Os resultados não mostraram correlações significativas para cálcio e magnésio (Tabela 1).

Tabela 1. Resultado da correlação de Pearson entre os valores de SPAD com os teores de macronutrientes nas folhas de plantas de feijão-caupi, cv. BRS Guariba.

	N	P	K	Ca	Mg	S
	(g kg ⁻¹)					
SPAD	0.91*	0.86*	-0.79*	-0.05	-0.18	-0.53*

*Significância ($p \leq 0,01$).

Em algodoeiro herbáceo, Neves et al. (2005) também verificaram que as leituras SPAD correlacionaram-se positivamente com os teores foliares de nitrogênio e negativamente com os de enxofre. Essa correlação negativa para o enxofre provavelmente ocorreu devido à competição durante a absorção ou translocação com o nitrogênio, que, por sua vez, apresentou correlação positiva.

Vários trabalhos realizados com outras culturas, como batata (SILVA et al., 2009), feijão-carioca (FURLANI JÚNIOR et al., 1996), capim-marandu (BATISTA; MONTEIRO, 2007) e arroz (JOHNKUTTY; PALANIAPPAN, 1996), também evidenciam correlação significativa positiva entre os valores obtidos com o SPAD e os teores de nitrogênio nas folhas.

Prado e Vale (2008) encontraram também correlação significativa entre os valores de SPAD e os teores de nitrogênio em limão-cravo, mas não para o fósforo e potássio, como encontrado neste estudo.

Mesquita et al. (2011) encontraram correlações significativas positivas entre os nutrientes P, Ca, Cu, Zn e Fe no solo e a leitura SPAD nas folhas de *P. vulgaris*. Contrariando o presente estudo, os mesmos autores encontraram, também, correlação significativa negativa entre os teores de fósforo na folha com a leitura SPAD. A correlação significativa positiva encontrada no presente estudo, tanto para nitrogênio quanto para o fósforo, é explicável pelo fato de o fósforo ser componente da adenosina trifosfato (ATP), fornecendo energia ao processo ativo de absorção do nitrogênio.

Similar aos estudos de Mesquita et al. (2011), também não houve influência significativa dos teores de potássio na folha com a leitura SPAD. Corroborando com Prado e Vale (2008), que também não verificaram efeito dos teores foliares de potássio (K) em limão-cravo com a leitura SPAD.

No presente estudo, as leituras SPAD correlacionaram-se significativamente negativas com os teores de S obtidos nas folhas, resultado este similar aos encontrados por Neves et al. (2005) em algodoeiro herbáceo. De acordo com os mesmos autores, essa correlação negativa provavelmente ocorra em decorrência da competição que existe entre os dois elementos durante sua absorção ou translocação.

Correlação do clorofilômetro com os teores de micronutrientes

Para os micronutrientes, apenas boro, manganês e zinco apresentaram correlações significativas negativas (Tabela 2).

Tabela 2. Resultado da correlação de Pearson entre os valores de SPAD com os teores de micronutrientes nas folhas de plantas de feijão-caupi, cv. BRS Guariba.

	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	(mg kg ⁻¹)				
SPAD	-0.62*	-0.16	-0.27	-0.63*	-0.71*

*Significância (p ≤ 0,01).

Neves et al. (2005) também não encontraram correlação significativa para ferro em algodoeiro herbáceo nem para manganês, ao contrário dos resultados encontrados neste trabalho, que apresentou correlação significativa.

Mesquita et al. (2011), apesar de não terem avaliado a correlação dos teores foliares de zinco com a leitura SPAD, encontraram correlação significativa positiva dos teores de zinco no solo e a leitura SPAD. O mesmo ocorreu para os teores de cobre e ferro no solo e as leituras SPAD.

Análise de regressão para os valores SPAD e os nutrientes foliares

O resultado das análises de regressão para os nutrientes que apresentaram correlação significativa com os valores do índice SPAD e ajustes de equações foram os seguintes: a equação quadrática $\hat{Y} = -0,0015x^2 + 0,3362x + 17,695$ ($R^2 = 0,89$, $p \leq 0,01$) foi a que melhor se ajustou para transformar as leituras SPAD em teores de nitrogênio nas folhas de feijão-caupi (Figura 1).

Em relação ao fósforo foi ajustada a equação linear $\hat{Y} = 0,0132x + 0,9443$ ($R^2 = 0,74$, $p \leq 0,01$) e para potássio e enxofre as equações lineares $\hat{Y} = -0,1396x + 37,716$ ($R^2 = 0,62$, $p \leq 0,01$) e $\hat{Y} = -0,006x + 2,2046$ ($R^2 = 0,28$, $p \leq 0,01$), respectivamente (Figura 1).

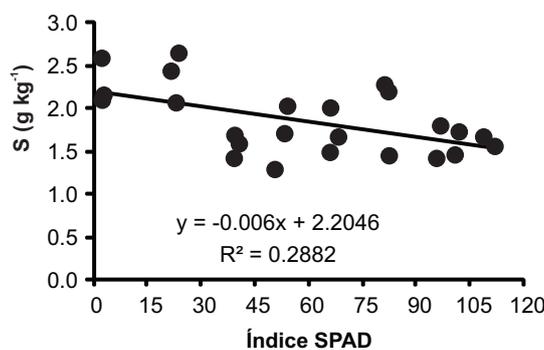
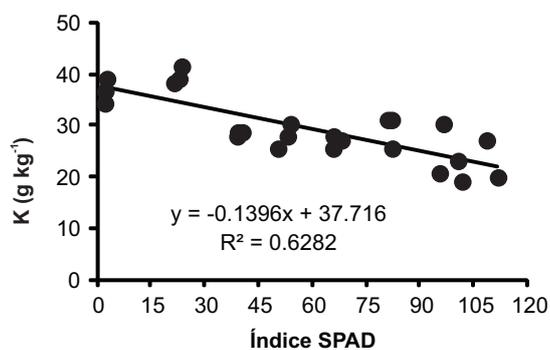
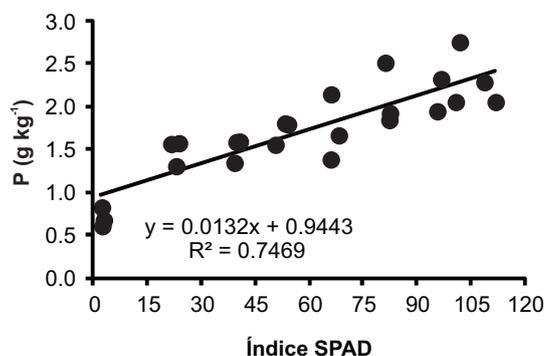
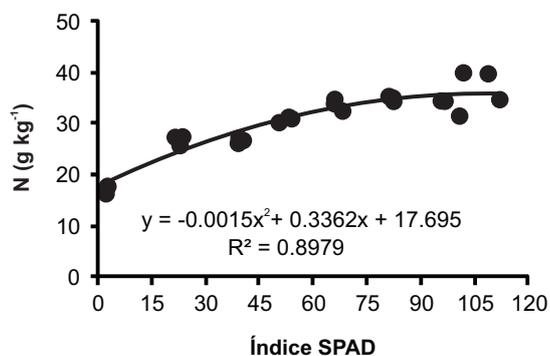


Figura 1. Análise de regressão entre as médias dos teores de macronutrientes e os valores do índice SPAD em folhas de plantas de feijão-caupi, cv. BRS Guariba.

Diferente do resultado encontrado no presente estudo, que teve o melhor ajuste quadrático para a equação entre os teores de nitrogênio nas folhas e os valores SPAD, vários trabalhos mostraram ajuste linear para a cultura do arroz (JOHNKUTTY; PALANIAPPAN, 1996), cacauieiro (DANTAS et al., 2012), algodoeiro herbáceo (MESQUITA et al., 2011), limoeiro-cravo (PRADO; VALE et al., 2008). Já o modelo linear foi o mais adequado para o ajuste da equação entre os teores de fósforo e os valores de SPAD do estudo, diferente do encontrado por Koetz et al. (2012), que ajustaram com um modelo

quadrático. Similar ao presente estudo, Mesquita et al. (2011) também utilizaram um modelo linear para ajuste da equação dos teores de enxofre e os valores de SPAD.

Para os micronutrientes boro, manganês e zinco foram ajustadas as equações $\hat{Y} = -0,2227x + 85,774$ ($R^2 = 0,39$, $p \leq 0,01$), $\hat{Y} = 0,0103x^2 - 1,6635x + 111,77$ ($R^2 = 0,5761$, $p \leq 0,01$) e $\hat{Y} = -0,0044x^2 + 0,1981x + 56,033$ ($R^2 = 0,62$, $p \leq 0,01$), respectivamente (Figura 2).

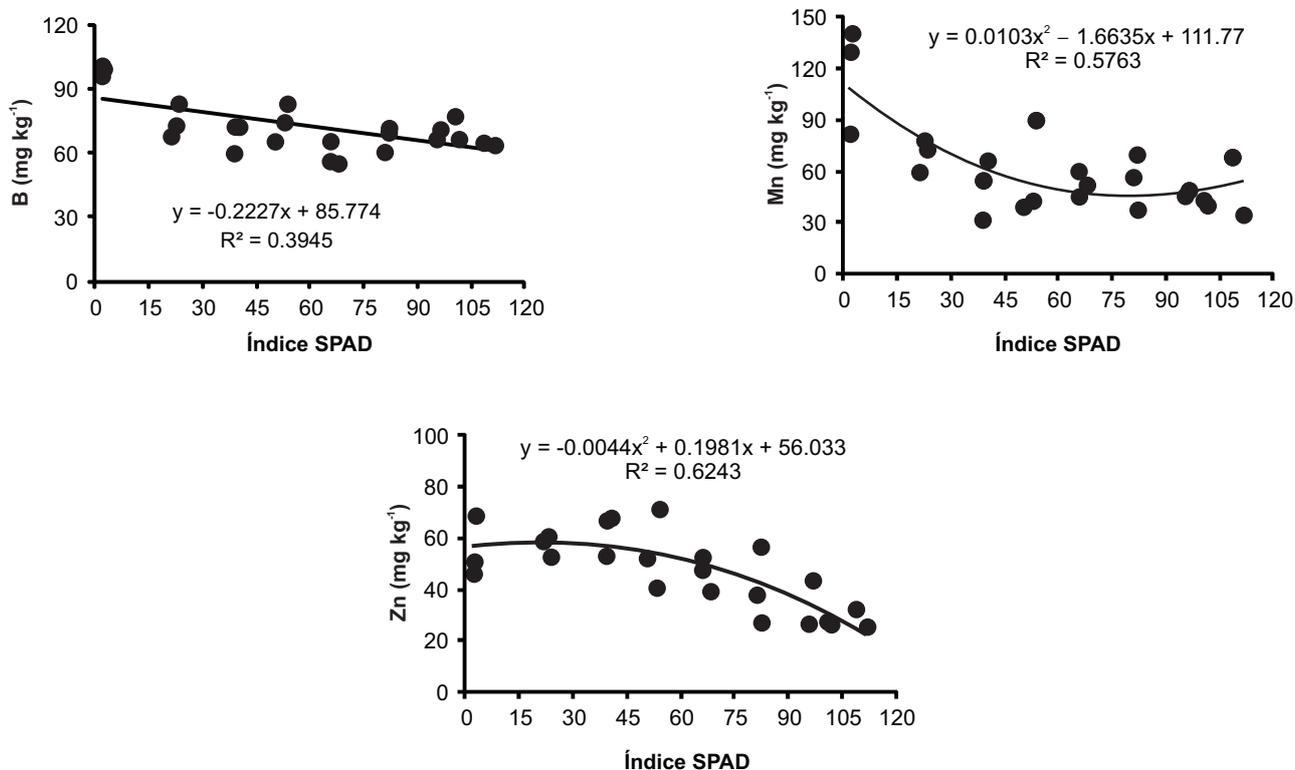


Figura 2. Análise de regressão entre as médias dos teores de micronutrientes e os valores do índice SPAD em folhas de plantas de feijão-caupi, cv. BRS Guariba.

Não foram encontrados trabalhos de ajustes de equações entre os valores de SPAD e os teores de micronutrientes nas folhas para a cultura do feijão, sendo estes resultados inéditos. Isso é devido aos micronutrientes serem exigidos em pequenas quantidades pela planta do feijão-caupi. Normalmente, as reservas dos solos são capazes de atender às necessidades das plantas. Deficiências podem ocorrer em solos cujo material é pobre em nutrientes ou que apresentam condições adversas à sua mobilização/absorção pela planta, tais como valores extremos de pH e excesso de matéria orgânica (MELO; CARDOSO, 2000).

Conclusões

- Foram obtidas correlações significativas ($p \leq 0,01$) entre as leituras efetuadas com o SPAD-502 e os teores dos macronutrientes nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre e dos micronutrientes boro, manganês e zinco nas folhas de feijão-caupi no período de enchimento de grãos e sem indução de variações de fertilidade ou adubação diferenciada.

- De acordo com os resultados encontrados neste trabalho, o clorofilômetro apresenta potencial para auxiliar o acompanhamento do estado nutricional das plantas de feijão-caupi, cv. BRS Guariba, utilizando um método não-destrutivo em complementação às análises químicas e visuais tradicionais.

Referências

- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; SANGOI, F. Leaf relative chlorophyll content as an indicator parameter to predict nitrogen fertilization in maize. **Ciência Rural**, v. 34, n. 5, p. 1379-1387, 2004.
- BARBOSA FILHO, M. P.; FAGERIA, T. C. N. K.; MENDES, P. N. Época de aplicação de nitrogênio no feijoeiro irrigado monitorada com auxílio de sensor portátil. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 2, p. 425-431, 2009.
- BATISTA, K.; MONTEIRO, F. A. Nitrogen and sulphur in marandu grass: relationship between supply and concentration in leaf tissues. **Scientia Agricola**, v. 64, n. 1, p. 44-51, 2007.
- DANTAS, P. A. S.; SOUZA JÚNIOR, J. O.; GOMES, F. P.; RIBEIRO, D. O. Estimativa não destrutiva do teor foliar de nitrogênio em cacauzeiro utilizando clorofilômetro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 3, p. 669-677, 2012.
- DWYER, L. M.; ANDERSON, A. M.; MA, B. L.; STEWART, D. W.; TOLLENAAR, M.; GREGORICH, E. Quantifying the nonlinearity in chlorophyll meter response to corn leaf nitrogen concentration. **Canadian Journal of Plant Science**, n. 75, p. 179-182, 1995.
- FILGUEIRAS, G. C.; SANTOS, M. A. S.; HOMMA, A. K. O.; REBELLO, F. K.; CRAVO, M. S. Aspectos socioeconômicos. In: ZILLI, A. A.; VILARINHO, A. A.; ALVES, J. M. A. (Ed.). **A cultura do feijão-caupi na Amazônia brasileira**. Boa Vista: Embrapa, 2009. 356 p.
- FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. (Org.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Teresina: Embrapa Meio-Norte; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 519 p.
- 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**, v. 20, n. 4, p. 611-615, 2002.
- GODOY, L. J. G.; SANTOS, T. S.; VILLAS BÔAS, R. L.; LEITE JÚNIOR, J. B. Índice relativo de clorofila e o estado nutricional em nitrogênio durante o ciclo do cafeeiro fertirrigado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 32, p. 217-226, 2008.
- GODOY, L. J. G.; SOUTO, L. S.; FERNANDES, D. M.; VILLAS BÔAS, R. L. Uso do clorofilômetro no manejo da adubação nitrogenada para milho em sucessão a pastagem de *Brachiaria decumbens*. **Ciência Rural**, v. 37, n. 1, p. 38-44, 2007.
- GONÇALVES, J. R. P.; FONTES, J. R. A.; MORAIS, R. R.; DIÓGENES, H. C.; SANTOS, P. A.; SILVA, A. C.; ROCHA, M. M.; SILVA, K. J. D.; FREIRE FILHO, F. R. Comportamento de genótipos semieretos e eretos de feijão-caupi em ecossistema de várzea amazônica. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 2., 2009. Belém, PA. **Da agricultura de subsistência ao agronegócio: anais**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2009. p. 384-388. 1 CD-ROM.
- GUIMARÃES, T. G.; FONTES, P. C. R.; PEREIRA, P. R. G.; ALVAREZ, V. H.; MONNERAT, P. H. Teores de clorofila determinados por medidor portátil e sua relação com formas de nitrogênio em folhas de tomateiro cultivados em dois tipos de solo. **Bragantia**, v. 58, n. 1, p. 209-216, 1999.
- JOHNKUTTY, I.; PALANIAPPAN, S. P. Use of chlorophyll meter for nitrogen management in lowland rice. **Fertilizer Research**, n. 45, p. 21-24, 1996.
- FURLANI JÚNIOR, E.; NAKAGAWA, J.; BULHÕES, L. J.; MOREIRA, J. A. A.; GRASSI FILHO, H. Correlação entre as leituras de clorofila e níveis de nitrogênio aplicados em feijoeiro. **Bragantia**, n. 55, v. 1, p. 171-175, 1996.

KOETZ, M.; CARVALHO, K. S.; SILVA, E. M. B.; REZENDE, C. G.; SILVA, J. C. Rúcula submetida a doses de fósforo em latossolo vermelho do cerrado. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, p. 1554-1562, 2012.

LEITE, M. L.; VIRGENS FILHO, J. S. Produção de matéria seca em plantas de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) submetidas a déficits hídricos. **Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**, v. 10, n. 01, p. 43-51, 2004

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafós, 1997. 319 p.

MELO, F. B.; CARDOSO, M. J. Fertilidade, correção e adubação do solo. In: CARDOSO, M. J. (Org.). **A cultura do feijão caupi no Meio-Norte do Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2000. p. 91-103. (Embrapa Meio-Norte. Circular Técnica, 28).

MESQUITA, M. A. M.; SILVEIRA, P. M.; BERNARDES, T. G.; GONZAGA, A. C. O. Relação do teor de clorofila em feijoeiro irrigado com variáveis de solo e de folha. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 10., 2011, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, 2011.

MINOLTA CAMERA CO., Ltda. **Manual for chlorophyll meter SPAD 502**. Osaka: Minolta, Radiometric Instruments divisions, 1989. 22 p.

NASCIMENTO, R.; ANDRADE, J. R.; ALENCAR, A. E. V.; BARBOSA, J. W. S.; SILVA, R. F. B. Índice SPAD em feijão-caupi inoculado com rizóbio e submetidos a diferentes níveis de salinidade. **Revista Verde**, v. 7, n. 3, p. 14-16, 2012.

NATALE, W.; SOUZA, H. A.; DIAS, M. J. T.; MODESTO, V. C.; ROZANE, D. E. Adubação com fósforo em mudas de goiabeira em viveiro comercial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 33., 2009, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia-MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. p. 1-2.

NEVES, O. S. C.; CARVALHO, J. G.; MARTINS, F. A. D.; PÁDUA, T. R. P.; PINHO, P. J. Uso do SPAD-502 na avaliação dos teores foliares de clorofila, nitrogênio, enxofre, ferro e manganês do algodoeiro herbáceo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, n. 5, p. 517-521, 2005.

PARRY, M. M.; KATO, M. S. A.; CARVALHO, J. G. Macronutrientes em caupi cultivado sob duas doses de fósforo em diferentes épocas de plantio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 3, p. 236-242, 2008.

PIRES, A. S.; ARAÚJO, G. A. A.; MIRANDA, G. V.; BERGER, P. G.; FERREIRA, A. C. B.; ZAMPIROLI, P. D.; LEITE, U. T. Rendimento de grãos, componentes do rendimento e índice SPAD do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em função de época de aplicação e do parcelamento da aplicação foliar de molibdênio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 5, p. 1092-1098, 2004.

PRADO, R. M.; VALE, D. W. Nitrogênio, fósforo e potássio na leitura SPAD em porta-enxerto de limoeiro cravo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, n. 4, p. 227-232, 2008.

REIS, A. R.; FURLANI JUNIOR, E.; BUZZETTI, S.; ANDREOTTI, M. Diagnóstico da exigência do cafeeiro em nitrogênio pela utilização do medidor portátil de clorofila. **Bragantia**, v. 65, n. 1, p. 163-171, 2006.

ROCHA, R. N. C.; GALVÃO, J. C. C.; TEXEIRA, P. C.; MIRANDA, G. V.; AGNES, E. L.; PEREIRA, P. R. G.; LEITE, U. T. Relação do índice SPAD determinado pelo clorofilômetro com teor de nitrogênio na folha e rendimento de grãos em três genótipos de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 4, n. 2, p. 161-171, 2005.

RODRIGUES, T. E.; REIS, R. S. DOS; MORIKAWA, I. K. **Levantamento detalhado dos solos do Instituto de pesquisas agropecuárias da Amazônia Ocidental**. Manaus: IPEAAOc, 1972. 63 p.

SAMPAIO, L. S.; BRASIL, E. C. Exigência nutricional do feijão-caupi. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 2., 2009, Belém, PA. **Da agricultura de subsistência ao agronegócio: anais**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2009. p. 56-72.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SILVA, M. C. C.; FONTES, P. C. R.; BRAUN, H.; COELHO, F. S.; BUSATO, C.; MARTINS, A. D.; STOCK, V. M. Relação entre índices SPAD e tabela de cor foliar para avaliar o estado de nitrogênio da batata em canteiros. 1 época das águas. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2, p. s1522-1525, 2009. Suplemento.

SILVEIRA, P. M.; BRAZ, A. J. B. P.; DIDONET, A. D. Uso do clorofilômetro como indicador da necessidade de adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 38, n. 9, p. 1083-1087, 2003.

SORATTO, R. P.; CARVALHO, M. A. C.; ARF, O. Teor de clorofila e produtividade do feijoeiro em razão da adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 9, p. 895-901, 2004.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: Imprensa Universitária: UFV, 1991. 449 p.

VILARINHO, A. A.; FERREIRA, G. B.; NECHET, K. L.; OLIVEIRA JR., M. C. M. **Recomendação do cultivar de feijão-caupi BRS Guariba para cultivo em Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2004. 5 p. (Embrapa Roraima, Comunicado Técnico, 01).

ZOTARELLI, L.; CARDOSO, E. G.; PICCININ, J. L.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M.; TORRES, E.; ALVES, B. J. R. Calibração do medidor de clorofila Minolta SPAD-502 para avaliação do conteúdo de nitrogênio do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 9, p. 1117-1122, 2003.

Circular Técnica, 40

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Amazônia Ocidental
Endereço: Rodovia AM 010, Km 29 - Estrada
Manaus/Itacoatiara
Fone: (92) 3303-7800
Fax: (92) 3303-7820
<http://www.cpaa.embrapa.br>

1ª edição

1ª impressão (2013): 300 exemplares

Comitê de Publicações

Presidente: Celso Paulo de Azevedo
Secretária: Gleise Maria Teles de Oliveira
Membros: Edsandra Campos Chagas, André Luiz Atroch,
Jony Koji Dairiki, José Clério Rezende Pereira, Kátia
Emídio da Silva, Lucinda Carneiro Garcia, Maria Augusta
Abtíbol Brito, Maria Perpétua Beleza Pereira, Rogério
Perin, Ronaldo Ribeiro de Moraes e Sara de Almeida Rios.

Expediente

Revisão de texto: Maria Perpétua Beleza Pereira
Normalização bibliográfica: Maria Augusta Abtíbol Brito
Editoração eletrônica: Gleise Maria Teles de Oliveira