



Relação entre índice SPAD e teores de nitrogênio na mandioca em função de adubação nitrogenada⁽¹⁾.

Eduardo Medeiros de Oliveira⁽²⁾; Nádia Souza dos Santos⁽³⁾; José Maria Arcanjo Alves⁽³⁾; Sandra Catia Pereira Uchôa⁽⁴⁾; Raiovane Araújo Montenegro⁽²⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do PROPEQUISA E PROGRAMA AMAZÔNIA 2020 DO BANCO SANTANDER bolsa da CAPES e PIBIC CNPq.

⁽²⁾ Estudante de Agronomia na Universidade Federal de Roraima (UFRR), Boa Vista, Roraima, eduardo.demolay@hotmail.com; raiovane@hotmail.com.br;

⁽³⁾ Estudante de Doutorado em Agronomia na UFRR, Boa Vista, Roraima, nadia.ss.agro@hotmail.com;

⁽⁴⁾ Professor do curso de Agronomia da UFRR, Boa Vista, Roraima, arcanjoalves@oi.com.br; scpuchoa@gmail.com;

RESUMO: O estado nutricional da mandioca reflete diretamente na produtividade, a determinação do teor de N nas folhas é realizada principalmente pela análise foliar, sendo importante o ajuste de outras formas mais rápidas e economicamente viáveis, como a determinação do teor de clorofila nas folhas, com isso, objetivou-se avaliar a relação entre o índice SPAD e o teor de nitrogênio nas folhas de mandioca em função da adubação nitrogenada e diferentes épocas de avaliação. Foi realizado experimento com delineamento em blocos casualizados com quatro repetições em parcelas subdivididas, testaram-se cinco doses de nitrogênio (N) em cobertura (0, 30, 60, 150 e 330 kg ha⁻¹), na parcela e as épocas de avaliação do teor foliar de nutrientes, em dias após a emergência (DAE) (120, 150, 180, 210, 240, 270 e 300 DAE), na subparcela. O teor de N total foi determinado pelo método de Kjeldahl, e o teor de clorofila *a* e *b* com clorofilômetro portátil, e a clorofila total pelo somatório das clorofilas *a* e *b*. O maior teor de N encontrado foi de 42,56 g kg⁻¹ na dose 330 kg ha⁻¹ de N aplicado em cobertura, aos oito meses. Em todas as épocas de avaliação a dose 330 kg ha⁻¹ de N apresentou valores de clorofila total superior às demais doses. A concentração de clorofila *a*, *b* e total, correlacionaram-se positivamente com o teor de N nas folhas de mandioca, tornando o medidor portátil de clorofila uma ferramenta promissora para avaliar o estado nutricional de N na mandioca.

Termos de indexação: *Manihot esculenta*, Amazônia setentrional, Clorofila.

INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz., 1976) desempenha importante papel social, pois se constitui em um alimento que promove a sobrevivência das populações mais carentes, sendo uma das principais fontes de carboidratos (Oliveira *et al.*, 2011). No estado de Roraima, a cultura tem se mostrado promissora, principalmente para pequenos e médios produtores, onde é cultivada em 6.200 ha (Alves *et al.*, 2009).

Segundo Simili *et al.* (2008), entre os macronutrientes, o nitrogênio possui papel fundamental para a nutrição das plantas, por ser constituinte essencial das proteínas e interferir diretamente no processo fotossintético pela sua participação na composição da molécula de clorofila.

A hipótese desse trabalho é que a maior absorção de N contribui para a atividade da redutase do nitrato e aumenta o teor de clorofila das plantas. Objetivou-se com esse trabalho modelar a absorção de N na mandioca submetida à adubação nitrogenada, e correlacionar à determinação do teor de N nas folhas com as os teores de clorofila total.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio experimental em campo foi conduzido entre os meses de outubro de 2010 a agosto de 2011, na área experimental do *Campus* do Cauamé do Centro de Ciências Agrárias/Universidade Federal de Roraima – CCA/UFRR, no município de Boa Vista, Roraima, com irrigação complementar, por aspersão, no período de outubro de 2010 a abril de 2011. Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo Aw. O solo foi classificado como Latossolo Amarelo distrocoeso típico (PAdx), de textura Franco-Argilo-Arenosa.

A cultivar de mandioca utilizada foi a Aciolina, o plantio foi feito em fileiras simples, obedecendo ao espaçamento de 0,8 x 0,8 m, totalizando 15.625 plantas por hectare. A parcela experimental foi constituída por nove fileiras simples de mandioca com 8,0 metros de comprimento e 6,4 metros de largura, contendo 11 plantas (perfazendo um total de 99 plantas por parcela), em que os 4,8 metros no meio das fileiras centrais correspondem à área útil (23,04 m²).

No plantio, as covas receberam uma complementação de calcário dolomítico (500 kg ha⁻¹), 20 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Superfosfato simples), 10 kg ha⁻¹ de K₂O (Cloreto de potássio) e 50 kg ha⁻¹ de FTE BR-12.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições em parcelas subdivididas, as cinco doses de nitrogênio em cobertura (0, 30, 60, 150 e 330 kg ha⁻¹), fonte uréia,

na parcela e as épocas de avaliação do teor de nutrientes nas folhas, em dias após a emergência (DAE) aos 120, 150, 180, 240 e 300 DAE, na subparcela. As doses de N foram aplicadas a lanço, sendo cada dose subdividida em duas aplicações, aos 30 e 60 DAE.

Para realização da análise química foliar foram coletadas, em cada época de avaliação, 10 folhas por planta a partir do ápice de três plantas de cada parcela (Martinez et al., 1999; Raji, 2011) fazendo uma amostra composta. O material amostrado foi lavado em água corrente e seco em estufa de ventilação forçada de ar a 70°C, por 72 horas. O material vegetal seco foi moído em moinho tipo Wiley. As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição de Planta da Universidade Federal de Viçosa. O teor de N total foi determinado pelo método de Kjeldahl (Malavolta et al., 1997).

O teor de clorofila *a* e *b* foram determinados em duas folhas fisiologicamente maduras da terceira fileira com clorofilômetro portátil marca Minolta, modelo SPAD-502, em três plantas por parcela nas épocas de avaliação. Pelo somatório dos teores de clorofila *a* e *b* obteve-se o teor de clorofila total. Os resultados obtidos estão em unidades SPAD.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância. Realizaram-se a análise de regressão para os efeitos significativos, utilizando-se o software SAEG.

Para avaliar as inter-relações entre as variáveis independentes, efetuou-se estudo de correlação, baseado no modelo de Pearson.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de nitrogênio na folha de mandioca cv. Aciolina em função de épocas de avaliação foi melhor modelada por uma função cúbica para os níveis de N aplicados em cobertura (**Figura 1**).

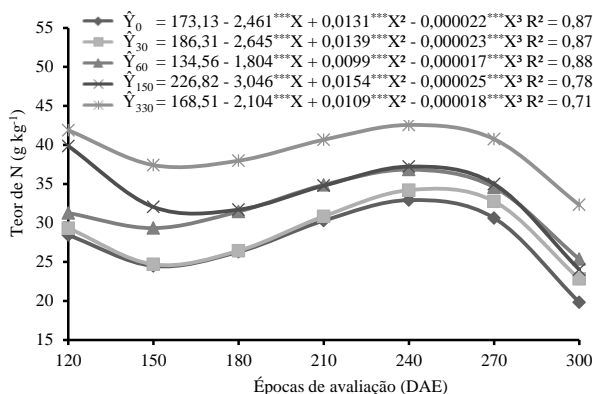


Figura 1 - Teor foliar de nitrogênio (N) em plantas de mandioca cv. Aciolina em função de épocas de avaliação, dentro dos níveis de N, Boa Vista-RR.

Aos 120 DAE, os teores de N nas folhas de mandioca cv. Aciolina foram superiores aos

encontrados aos 150 DAE, para todas as doses, com teores de 28,43; 29,33; 31,26; 39,86; 41,89 g kg⁻¹ para as doses 0, 30, 60, 150, 330 kg ha⁻¹ de N, respectivamente.

A partir dos 150 DAE, há aumento nos teores foliares de N para as doses avaliadas até a planta completar oito meses (240 DAE), com maior teor observado (42,56 g kg⁻¹) na dose de 330 kg ha⁻¹ de N aplicado em cobertura. Teores inferiores ao obtido foram encontrados por Rodriguez et al. (2009) de 33,3 g kg⁻¹ nas folhas de mandioca cv. Tempranita aos oito meses de cultivo.

Aos 270 e 300 DAE, o teor de N nas folhas de mandioca, cv. Aciolina foi reduzido para todas as doses. Na ausência de adubação nitrogenada em cobertura os teores de N foram inferiores às demais doses, em todas as épocas de avaliação, destacando-se aos 150 DAE (24,41 g kg⁻¹) e 300 DAE (19,83 g kg⁻¹).

Martinez et al., (1999) e Raji (2011), definem os valores de referência de N que podem inferir sobre o estado nutricional nas plantas de mandioca entre 51 e 58 g kg⁻¹ e entre 45 e 60g kg⁻¹, respectivamente, de três a quatro meses de idade. Aos oito meses e na dose 330 kg ha⁻¹ de N, o teor foliar de N (42,56 g kg⁻¹) da cv. Aciolina foi próximo aos limites indicados. No entanto, propõe-se que para cv. Aciolina os limites de referência sejam inferiores aos indicados. Segundo Adjei-Nsiah (2010), a mandioca mobiliza e extrai grandes quantidades de N do solo, podendo repor uma quantidade substancial através da deposição das folhas no solo.

Os teores de clorofila *a* estão apresentados na **figura 2**. Observa-se que o modelo quadrático negativo foi o que melhor descreveu a resposta da clorofila *a* em função das épocas de avaliação dentro dos níveis de N aplicados em cobertura.

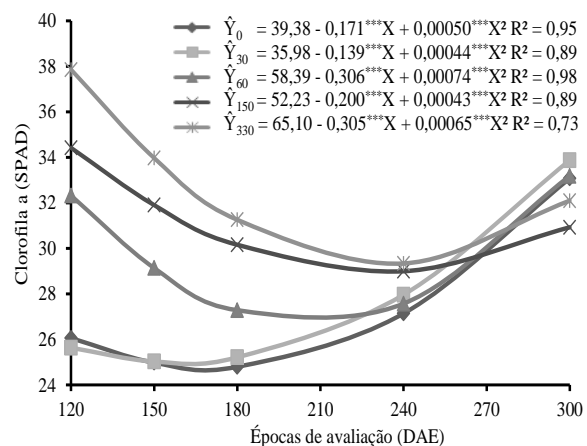


Figura 2: Teor de clorofila *a* em plantas de mandioca cv. Aciolina em função de épocas de avaliação, dentro dos níveis de N, Boa Vista-RR.



Entre 158 (30 kg ha⁻¹ de N em cobertura) e 235 DAE (330 kg ha⁻¹ de N em cobertura) tem-se o menor teor de clorofila *a* nas plantas da cv. Aciolina, cultivadas sob diferentes níveis de adubação nitrogenada em cobertura. O menor teor de clorofila *a*, 24,92 unidades SPAD, se deu nas plantas cultivadas sem adubação de N em cobertura, observado aos 171 DAE.

A influência das doses de N em cobertura na clorofila *a* se deu até, aproximadamente, 180 DAE (158 – 235 DAE). Aos 300 DAE observa-se que na dose 30 kg ha⁻¹ de N, tem-se maior número de unidades de clorofila *a*, indicando que outros fatores relacionados com a planta tiveram mais influência sobre a clorofila *a* que a disponibilidade de N no solo.

Observa-se na **figura 3**, que o modelo cúbico descreveu a melhor resposta da clorofila *b* em função das épocas de avaliação dentro dos níveis de N aplicados em cobertura.

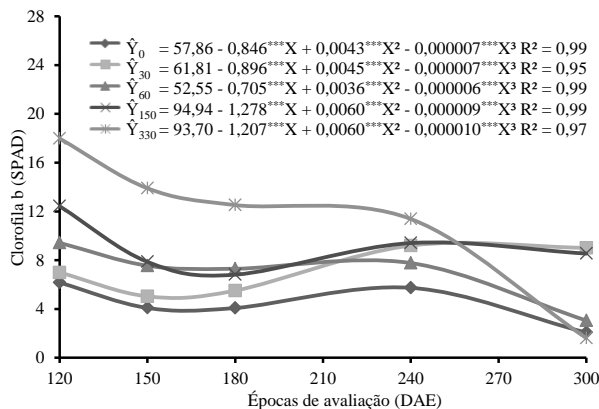


Figura 3: Teor de clorofila *b* em plantas de mandioca cv. Aciolina em função de épocas de avaliação, dentro dos níveis de N, Boa Vista-RR.

Aos 120 DAE verificou-se que o aumento nas doses de N elevou a clorofila *b*, sendo destacado o teor da clorofila *b* na dose 330 kg ha⁻¹ de N (17,98 unidades SPAD). Ao longo do ciclo, influenciada provavelmente pela fisiologia da planta, a clorofila *b* apresentou incrementos positivos e negativos, porém sempre inferiores aos observados aos 120 DAE, exceto na dose 30 kg ha⁻¹.

Na última avaliação, o menor teor de clorofila *b* foi observado nas plantas cultivadas com 330 kg ha⁻¹ de N em cobertura, enquanto que o maior teor foi observado nas plantas cultivadas com 30 e 150 kg ha⁻¹ de N em cobertura.

Para os teores de clorofila total, medida pelo índice SPAD, o modelo cúbico apresentou as melhores respostas em função da adubação nitrogenada, em cobertura, e épocas de avaliação (**Figura 4**).

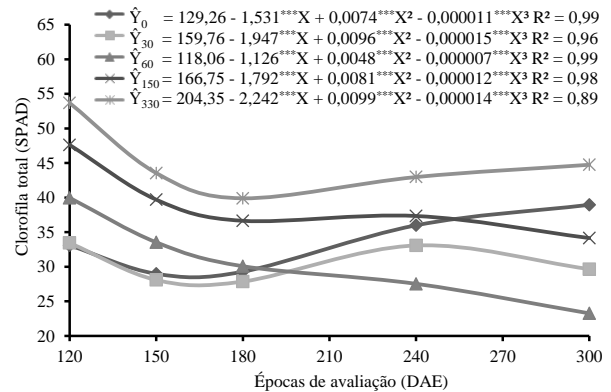


Figura 4: Teor de clorofila total em plantas de mandioca cv. Aciolina em função de épocas de avaliação, dentro dos níveis de N, Boa Vista-RR.

Na primeira avaliação o índice SPAD para a dose 0 e 30 kg ha⁻¹ foram semelhantes 33,54 e 33,73 unidades SPAD, respectivamente, nos demais tratamentos observou-se valores acima destes, sendo o aumento no teor de clorofila total proporcional ao aumento das doses de N, com 40,11 unidades SPAD na dose 60 kg ha⁻¹, 47,47 unidades SPAD na dose 150 kg ha⁻¹ e 54,30 unidades SPAD na dose 330 kg ha⁻¹.

Aos 150 DAE, ocorreu um decréscimo nos teores de clorofila total em todas as doses de nitrogênio, onde a redução foi maior nas maiores doses de N, com valores de: 3,87; 5,18; 6,33; 8,00 e 9,76 unidades SPAD para as doses 0, 30, 60, 150 e 330 kg ha⁻¹, respectivamente. Com exceção da dose 0 kg ha⁻¹, na terceira avaliação, os teores de clorofila total continuaram reduzindo até os 240 DAE para a dose 60 kg ha⁻¹, e aumentando aos 240 dias para as demais doses de N (30, 150 e 330 kg ha⁻¹).

Na última avaliação observou-se que a clorofila total foi maior (48,80 unidades SPAD) na dose de 330 kg ha⁻¹ de N. A dose 0 kg ha⁻¹ de N proporcionou o segundo maior teor de clorofila total (41,59 unidades SPAD), seguido pela dose 150 kg ha⁻¹ (33,19 unidades SPAD), dose 30 kg ha⁻¹ (31,57 unidades SPAD) e com o menor teor (24,33 unidades SPAD) a dose 60 kg ha⁻¹.

Em todas as épocas de avaliação a dose 330 kg ha⁻¹ de N apresentou valores de clorofila total superior às demais doses. Na última avaliação (300 DAE), o tratamento que apresentou ausência da adubação nitrogenada em cobertura obteve teores acima de clorofila total das demais doses de N.

O glutamato é um composto nitrogenado, precursor inicial da clorofila, assim, a disponibilidade de nitrogênio na planta pode influenciar a sua capacidade fotossintética (Donato et al., 2004; Viana & Kiehl, 2010). O conteúdo de clorofila das folhas representa um parâmetro apropriado na avaliação



da aquisição de nitrogênio pelas plantas, sob diferentes condições ambientais. As épocas de avaliação que apresentaram os menores valores de clorofila total nas plantas de mandioca coincidiram com os menores teores foliares de N (**Figura 3**) encontrados nas plantas.

A resposta da planta ao nitrogênio quanto à clorofila nas folhas, já na primeira avaliação, pode ser explicada, em parte, pela pobreza natural do solo onde se realizou este experimento, o que favorece a resposta do N aplicado em cobertura aos 30 e 60 DAE. Sendo importante porque o clorofilômetro pode indicar diferenças na disponibilidade de N no solo, estando este imobilizado ou não, pela resposta da planta (Godoy et al., 2007).

A **tabela 1** apresenta o estudo das correlações obtidas com as médias dos tratamentos, indicando que o nitrogênio apresentou correlação positiva com os teores de clorofila *a*, clorofila *b* e clorofila total.

Tabela 1. Correlações entre os teores foliares de nitrogênio (N), clorofila *a* (Cl *a*), clorofila *b* (Cl *b*), clorofila total (Cl T) nas plantas de mandioca cv. Aciolina, obtidas com as médias dos tratamentos. Boa Vista-RR

	Cl <i>a</i>	Cl <i>b</i>	Cl T
N	0,52***	0,63***	0,63***
Cl <i>a</i>		0,60***	0,94***
Cl <i>b</i>			0,84***

^{ns} - não significativo; ***, *- Significativo a 0,1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

CONCLUSÕES

A concentração de clorofila *a*, *b* e clorofila total, correlacionaram-se positivamente com o teor de N nas folhas de mandioca.

O uso do medidor portátil de clorofila é uma ferramenta promissora para avaliar o estado nutricional de nitrogênio na mandioca.

REFERÊNCIAS

a. Periódicos:

ADJEI-NSIAH, S. Yield and nitrogen accumulation in five cassava varieties and their subsequent effects on soil chemical properties in the forest/savanna transitional agroecological zone of Ghana. *Journal of Soil Science and Environmental Management*, Victoria Island, v. 1 n.1, p. 15-20, 2010.

ALVES, J.M.A.; ARAÚJO, N.P. de; UCHÔA, S.C.P.; ALBUQUERQUE, J. de A. A. de; SILVA, A.J. da; RODRIGUES, G.S.; SILVA, D.C.O. da. Avaliação

agroeconômica da produção de cultivares de feijão-caupi em consórcio com cultivares de mandioca em Roraima. *Revista Agro@mbiente On-line*, v.3, p.15-30, 2009.

DONATO, V. N. T. S.; ANDRADE, A. G.; SOUZA, E. S.; FRANÇA, J. G. E.; MACIEL, G. A. Atividade enzimática em variedades de cana-de-açúcar cultivadas *in vitro* sob diferentes níveis de nitrogênio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 39, n. 11, p. 1087-1093, 2004.

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*, Santa Maria, v. 37, n. 1, p. 38-44, 2007.

OLIVEIRA, N. T.; ALVES, J. M. A.; UCHÔA, S. C. P.; RODRIGUES, S. R.; MELVILLE, C. C.; ALBUQUERQUE, J. A. A.; Caracterização e identificação de clones de mandioca produzidos em Roraima para o consumo *in natura*. *Revista Agro@mbiente On-line*, v. 5, n. 3, p. 188-193, 2011.

RODRIGUEZ Z. F. G.; MARMOL L. E. C.; MARTINEZ, J.; MONTIEL, M. M. Acumulación total y por órganos de macronutrientes en plantas de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) cv. 'Tempranita' en la altiplanicie de Maracaibo. *Revista de la Facultad de Agronomía*, Maracay, v. 26, n. 4, p. 470-489, 2009.

SIMILI, F. F.; REIS, R. A.; FURLAN, B. N.; PAZ, C. C. P.; LIMA, M.L.P.; BELLINGIERI, P.A. Resposta do híbrido de sorgo-sudão à adubação nitrogenada e potássica: composição química e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 32, n. 2, p. 474-480, mar./abr., 2008.

VIANA, E. M.; KIEHL, J. C. Doses de nitrogênio e potássio no crescimento do trigo. *Bragantia*, Campinas, v. 69, n. 4, p. 975-982, 2010.

b. Livro:

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e aplicações. 2º ed. Piracicaba. Potafos. 1997. 319 p.

MARTINEZ, H. E. P.; CARVALHO, J. G.; SOUZA, R. B. Diagnose foliar. *In*: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G. ALVAREZ, V. G. V. (Eds.). *Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais*. 5º aproximação. Viçosa-MG. cap. 17. 1999. 359 p.

RAIJ, B. V. Fertilidade do Solo e manejo dos nutrientes. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute. 2011. 420p.