



Influência da adubação verde e nitrogenada na nutrição foliar da batata-doce⁽¹⁾

Adalton Mazetti Fernandes⁽²⁾; Magali Leonel⁽²⁾; Emerson Loli Garcia⁽³⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da FAPESP (Processo n^o. 2014/22362-4)

⁽²⁾ Pesquisadores do Centro de Raízes e Amidos Tropicais (CERAT), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu, SP, adalton@cerat.unesp.br; mleonel@cerat.unesp.br ⁽³⁾ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Energia na Agricultura, Faculdade de Ciências Agrônomicas (FCA), UNESP, Botucatu, SP.

RESUMO: O nitrogênio (N) é o segundo nutriente mais absorvido pela batata-doce, sendo essencial para a nutrição dessa espécie tuberosa. Assim, o uso de técnicas de manejo que aumentem a eficiência da adubação nitrogenada na cultura da batata-doce torna-se cada vez mais importante. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adubação verde e nitrogenada sobre os teores de nutrientes na folha diagnose da batata-doce. O experimento foi conduzido no delineamento experimental de blocos ao acaso, no esquema de parcela subdividida, com quatro repetições. As parcelas foram compostas pelo cultivo anterior de milho e mucuna-preta e as subparcelas por quatro doses de N (0, 50, 100 e 200 kg ha⁻¹ de N), aplicadas na batata-doce. Cada parcela teve a dimensão de 8 m de largura e 20 m de comprimento e cada subparcela foi composta de 5 linhas de batata-doce de 4 m de comprimento, espaçadas de 0,80 m (4 m de largura). Aos 60 dias após o plantio coletaram-se folhas para realizar a diagnose foliar. Quando a batata-doce é cultivada após mucuna-preta a aplicação de N não interfere na nutrição nitrogenada dessa tuberosa. A aplicação de N melhora a nutrição sulfatada da batata-doce, independente da espécie cultivada anteriormente. As espécies cultivadas anteriormente na área e as doses de N aplicadas na batata-doce interferem na nutrição foliar de Ca, Cu, Fe, Mn e Zn sem causar deficiência desses nutrientes.

Termos de indexação: *Ipomea batatas*, diagnose foliar, nitrogênio, milho, mucuna-preta.

INTRODUÇÃO

A cultura da batata-doce (*Ipomea batatas* L.) destaca-se por apresentar elevada eficiência produtiva, pois é uma das plantas com maior capacidade de produzir energia por unidade de área e tempo. No entanto, o cultivo da batata-doce em muitas áreas ainda é feito de forma muito rudimentar, com pouco investimento e baixo emprego de tecnologia, como é o caso da adubação. Muitas vezes seu cultivo tem sido efetuado sem a inclusão de fertilizantes minerais ou apenas visando aproveitar o efeito residual da

adubação realizada na cultura anterior. Porém, apesar de ser considerada uma planta rústica, a batata-doce absorve quantidades consideráveis de nutrientes, com destaque para o nitrogênio (N), que é o segundo nutriente mais absorvido e exportado por essa cultura; cujas quantidades absorvidas e exportadas chegam a atingir cerca de 350 e 129 kg ha⁻¹ de N, respectivamente (Echer et al., 2009).

Contudo, ainda não se sabe como o fornecimento de N por via mineral, ou por meio da adubação verde, pode afetar a nutrição mineral desta espécie tuberosa. A inclusão de espécies leguminosas e/ou gramíneas em antecessão a cultura da batata-doce pode ser uma alternativa para gerar economia de fertilizante nitrogenado, seja pela alta capacidade de fixação de N das leguminosas, ou pela alta eficiência na ciclagem de N das espécies gramíneas. Ambas as espécies depois de manejadas disponibilizam quantidades consideráveis de nutrientes ao solo contribuindo para a nutrição da batata-doce cultivada em sucessão. Assim, a inclusão de adubação verde nos programas de adubação dessa tuberosa pode proporcionar economia de fertilizantes nitrogenados, melhoria na nutrição da cultura e redução de custos.

Nesta linha, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adubação verde e nitrogenada sobre os teores de nutrientes na folha diagnose da batata-doce.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Centro de Raízes e Amidos Tropicais (CERAT), localizada na Fazenda Experimental de São Manuel da Faculdade de Ciências Agrônomicas - UNESP, no município de São Manuel - SP (22^o 77' S; 48^o 57' W e 740 m de altitude). O clima da região, conforme a classificação de Köppen, é do tipo Cwa, que se caracteriza como tropical de altitude, com inverno seco e verão quente e chuvoso. O solo do local é um Latossolo Vermelho distrófico (Santos et al., 2006), de textura arenosa (872, 24 e 104 g kg⁻¹ de areia, silte e argila, respectivamente). A área onde o experimento foi instalado estava em pousio e



apresentava baixa fertilidade (Raij et al., 1997) (Tabela 1).

Tabela 1 – Atributos químicos do solo da área experimental na profundidade de 0 - 0,20 m antes da instalação do experimento.

pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	H+Al	CTC	V
	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	mmolc. dm ⁻³					%
5,6	17	7	0,7	13	7	14	34	60

O experimento foi instalado no delineamento experimental de blocos ao acaso, em esquema de parcela subdividida, com quatro repetições. As parcelas foram representadas pelo cultivo anterior de milho e mucuna-preta e as subparcelas por quatro doses de N (0, 50, 100 e 200 kg ha⁻¹ de N), aplicadas na cultura da batata-doce. Cada parcela teve a dimensão de 8 m de largura e 20 m de comprimento, totalizando 160 m². Cada subparcela foi composta por 5 linhas de batata-doce de 4 m de comprimento, espaçadas de 0,80 m (4 m de largura). Dessa forma, foi mantida uma bordadura de 2 m entre o início da parcela e o início da subparcela para não haver sobreposição das espécies usadas no cultivo anterior durante o preparo do solo para o plantio da batata-doce. Para as avaliações foram consideradas as linhas centrais desprezando 0,5 m na extremidade de cada fileira de plantas e uma fileira de cada lado das subparcelas.

O preparo do solo para o plantio do milho e da mucuna-preta foi realizado mediante aração e gradagem. Em seguida, ambas as espécies do cultivo anterior foram semeadas a lanço, sem adubação, em 05/09/2014. As sementes foram incorporadas ao solo com grade leve fechada. As quantidades de sementes utilizadas na semeadura foram de 50 e 80 kg ha⁻¹, respectivamente para o milho e a mucuna-preta (Burlle et al., 2006). Devido à estiagem prolongada no período de inverno-primavera de 2014, foi montado um sistema de irrigação suplementar para promover o desenvolvimento inicial de ambas espécies.

No início da fase de florescimento das espécies do cultivo anterior foi realizada a amostragem e quantificação da produção de matéria seca (MS). O milho e a mucuna-preta produziram 19 e 20 t ha⁻¹ de MS, respectivamente. O preparo do solo para a incorporação da palhada das culturas anteriores e, para o plantio da batata-doce, foi realizado mediante gradagem. Sulcos foram abertos a 15 cm de profundidade, no espaçamento de 0,80 m entre fileiras, nos quais, se realizou a adubação de plantio da batata-doce com 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅

(superfosfato simples) e 120 kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio) de acordo a análise de solo e as recomendações de Lorenzi et al. (1997). As doses de N estipuladas em cada tratamento foram parceladas, aplicando-se 50% no plantio e 50% em cobertura aos 45 dias após o plantio, tendo como fonte a ureia.

Após a aplicação dos fertilizantes no sulco foram levantadas leiras com cerca de 30 cm de altura, sobre os sulcos adubados. O plantio foi realizado com solo úmido utilizando uma rama por cova da cultivar Canadense (ou Londrina), espaçada de 0,80 m entre fileiras x 0,30 m entre ramas na fileira. As ramas utilizadas no plantio foram retiradas de plantio jovem. As ramas foram cortadas com um dia de antecedência para facilitar o manejo, sendo seccionadas em pedaços de aproximadamente 40 cm de comprimento contendo, em média, oito entrenós. O plantio foi realizado em 17/01/2015 com auxílio de pequeno gancho enterrando-se de 3 a 4 entrenós da base das ramas até a profundidade de 10 a 12 cm no topo das leiras já construídas.

Aos 60 dias após o plantio foram realizadas amostragens de folhas (folhas mais recentes totalmente desenvolvidas) em cada subparcela de acordo com Lorenzi et al. (1997), para determinação dos teores de nutrientes (Malavolta et al., 1997).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. As médias dos cultivos anteriores foram comparadas pelo teste t (DMS) ($p \leq 0,05$). Os efeitos das doses de N aplicadas na batata-doce foram avaliados por meio de análise de regressão ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores foliares de P, K, Mg e B não sofreram influência dos tratamentos e da interação entre eles (Tabela 2). Os teores desses nutrientes nas folhas da batata-doce foram em média de 3,3; 26 e 4 g kg⁻¹ de P, K e Mg, respectivamente. Já os teores foliares de B foram em média de 28 mg kg⁻¹. Os teores foliares de P, Mg e S ficaram dentro do intervalo proposto como adequado por Lorenzi et al. (1997), que é de 2,3 a 5,0 g kg⁻¹ para o P, 3 a 12 g kg⁻¹ para o Mg e 25 a 75 mg kg⁻¹ para o B. Apesar dos teores foliares de K terem ficado abaixo dos valores considerados como adequados por Lorenzi et al. (1997) (31 a 45 g kg⁻¹), não se constatou a presença de sintomas de deficiência de K nas plantas ou redução no crescimento das mesmas.

Houve efeito apenas das doses de N sobre os teores foliares de S, os quais aumentaram com a adubação nitrogenada até a dose estimada de 131 kg ha⁻¹ de N (Tabela 2). Verifica-se que a adubação



nitrogenada melhorou a nutrição sulfatada das plantas de batata-doce, já que somente nas maiores doses de N os teores foliares de S ficaram dentro da faixa considerada como adequada por Lorenzi et al. (1997), que é de 4 a 7 g kg⁻¹.

Os teores foliares de N, Ca, Cu, Fe, Mn e Zn foram afetados pela interação cultivo anterior x dose de N (Tabela 2). A adubação nitrogenada na batata-doce cultivada após mucuna-preta não alterou os teores foliares de N dessa tuberosa, os quais foram maiores que no tratamento com cultivo anterior de milho somente na ausência da adubação nitrogenada (Tabela 3). Porém, no cultivo após milho a adubação nitrogenada aumentou os teores foliares de N da batata-doce até a dose estimada de 195 kg ha⁻¹ de N. Esses resultados mostram que o cultivo anterior de mucuna-preta foi suficiente para suprir as necessidades de N da batata-doce, uma vez que mesmo na ausência da adubação nitrogenada os teores foliares de N ficaram dentro do intervalo de 33 a 45 kg kg⁻¹ considerado como adequado por Lorenzi et al. (1997). No entanto, no cultivo após milho os teores foliares de N estavam deficientes no tratamento sem N e tornaram-se suficientes nos tratamentos que receberam a adubação nitrogenada.

A adubação nitrogenada aumentou linearmente os teores de Ca e de Zn nas folhas da batata-doce cultivada após milho. Porém, a aplicação de N não afetou os teores foliares de Ca e Zn na batata-doce cultivada após mucuna-preta. Os teores Ca, especialmente no cultivo após mucuna-preta, e de Zn, em ambos os cultivos anteriores, ficaram dentro do intervalo considerado como adequado por Lorenzi et al. (1997).

Os teores foliares de Cu nos tratamentos com cultivo anterior de milho e de mucuna-preta aumentaram até as doses estimadas de 140 e 86 kg ha⁻¹ de N, respectivamente (Tabela 3). Contudo, somente na maior dose de N os teores foliares de Cu foram maiores no tratamento com cultivo anterior de milho.

Houve aumento nos teores foliares de Fe até as doses de 131 e 125 kg ha⁻¹ de N nos tratamentos com cultivo anterior de milho e mucuna-preta, respectivamente. Os teores foliares de Fe foram maiores no tratamento com cultivo anterior de milho apenas no tratamento sem aplicação de N. Porém, não houve diferença entre os sistemas de cultivo anterior somente no tratamento com 50 kg ha⁻¹ de N.

Os teores foliares de Mn aumentaram até os 137 e 189 kg ha⁻¹ de N nos cultivos após milho e mucuna-preta, respectivamente. No entanto, apenas no tratamento com 100 kg ha⁻¹ de N os teores foliares de Mn foram maiores na área com cultivo anterior de mucuna-preta. Vale destacar que apesar

dos tratamentos terem interferido nos teores de Cu, Fe e Mn nas folhas da batata-doce, estes permaneceram acima da faixa considerada como adequada para a cultura por Lorenzi et al. (1997), que é de 10 a 20 mg kg⁻¹ para o Cu, 40 a 100 mg kg⁻¹ para o Fe e 40 a 250 mg kg⁻¹ para o Mn.

CONCLUSÕES

Quando a batata-doce é cultivada após mucuna-preta a aplicação de N não interfere na nutrição nitrogenada dessa tuberosa.

A aplicação de N melhora a nutrição sulfatada da batata-doce, independente da espécie cultivada anteriormente.

As espécies cultivadas anteriormente na área e as doses de N aplicadas na batata-doce interferem na nutrição foliar de Ca, Cu, Fe, Mn e Zn sem causar deficiência desses nutrientes.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP pela concessão de auxílio financeiro (Processo nº 2014/22362-4) e ao produtor Ricardo Cremonesi pelo fornecimento das ramas de batata-doce da cultivar Canadense.

REFERÊNCIAS

- BURLE, M.L.; CARVALHO, A.M.; AMABILE, R.F.; PEREIRA, J. Caracterização das espécies de adubo verde. In: AMABILE, R.F.; CARVALHO, A.M., ed. Cerrado: adubação verde. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2006. p.71-142.
- ECHER, F.R.; DOMINATO, J.C.; CRESTE, J.E. Absorção de nutrientes e distribuição da massa fresca e seca entre órgãos de batata-doce. *Horticultura Brasileira*, 27:176-182. 2009.
- LORENZI, J.O.; MONTEIRO, P.A.; MIRANDA FILHO, H.S.; RAIJ, B. van. Raízes e tubérculos. In: RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C., ed. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1997. p.221-229. (Boletim Técnico, 100).
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319p.
- RAIJ, B.van.; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 284p.
- SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; OLIVEIRA, J.B.; COELHO, M.R.; LUMBREAS, J.F.; CUNHA, T.J.F., ed. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.



Tabela 2 – Teores de nutrientes na folha diagnose da batata-doce cultivada após milho ou mucuna-preta, em função de doses de nitrogênio.

Tratamento	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹					
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Cultivo anterior (C)											
Milho	38	3,4a	25a	6	4a	3,8a	28a	29	253	78a	29a
Mucuna	37	3,2a	27a	8	4a	4,0a	28a	32	306	70b	28a
Dose de N (D)											
0	31	3,5	25	6	4	3,5	30	26	303	56	27
50	36	3,3	24	6	3	3,8	27	33	262	63	26
100	40	3,3	28	7	4	4,3	28	33	281	80	31
200	43	3,1	28	8	4	4,0	27	28	272	99	30
Efeito	-	ns	ns	-	ns	(1)	ns	-	ns	-	-
Interação C x D	**	ns	ns	*	ns	ns	ns	**	**	**	**
CV _{parcela} (%)	3,6	16,1	13,6	20,8	17,1	17,6	5,3	11,9	22,9	3,3	8,7
CV _{subparcela} (%)	8,1	7,9	12,6	13,2	18,3	12,7	9,4	10,0	10,1	9,8	10,0

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste t (DMS) ($P \leq 0,05$). ⁽¹⁾ $y = 3,4328 + 0,01227x - 0,000047x^2$ $R^2 = 0,85$ $P = 0,029$. ns, * e ** são: não significativo e significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela 3 – Desdobramento da interação significativa entre cultivo anterior e doses de nitrogênio para os teores foliares de N, Ca, Cu, Fe, Mn e Zn na cultura da batata-doce.

Cultivo anterior	Dose de N (kg ha ⁻¹)				Equação de Regressão	R ²	P > F
	0	50	100	200			
— Teor de N (g kg ⁻¹) —							
Milho	25b	37a	41a	47a	$y = 26,01 + 0,215x - 0,00055x^2$	0,98	0,002
Mucuna	37a	35a	39a	39b	$y = 37$	-	ns
— Teor de Ca (g kg ⁻¹) —							
Milho	6b	5b	6a	9a	$y = 4,90 + 0,0161x$	0,85	0,001
Mucuna	7a	7a	8a	8a	$y = 7,5$	-	ns
— Teor de Cu (mg kg ⁻¹) —							
Milho	23b	31b	30b	31a	$y = 23,55 + 0,1289x - 0,00046x^2$	0,84	0,021
Mucuna	30a	36a	37a	25b	$y = 29,93 + 0,1647x - 0,00096x^2$	0,99	<0,001
— Teor de Fe (mg kg ⁻¹) —							
Milho	348a	244a	187b	233b	$y = 348,40 - 2,627x + 0,010x^2$	0,99	0,003
Mucuna	258b	281a	374a	311a	$y = 245,63 + 1,725x - 0,0069x^2$	0,74	0,019
— Teor de Mn (mg kg ⁻¹) —							
Milho	62a	71a	72b	108a	$y = 63,01 + 0,0269x - 0,00098x^2$	0,97	0,014
Mucuna	50b	55b	88a	89b	$y = 45,85 + 0,454x - 0,0012x^2$	0,86	0,005
— Teor de Zn (mg kg ⁻¹) —							
Milho	23b	27a	30a	35a	$y = 23,70 + 0,0584x$	0,97	<0,001
Mucuna	31a	25a	32a	26b	$y = 28$	-	ns

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5% de probabilidade. ns: não significativo.