

NITROGÊNIO EM COBERTURA, TEOR DE PROTEÍNA E EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES PELOS GRÃOS DE PAINÇO

TOP-DRESSING NITROGEN FERTILIZATION, PROTEIN CONCENTRATION AND NUTRIENTS EXPORTATION BY PROSO MILLET GRAINS

Fabiana Lima ABRANTES¹; Stela Maris KULCZYNSKI²; Rogério Peres SORATTO³; Manoel Murilo Macedo BARBOSA⁴

1. Doutora em Agronomia, Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Ilha Solteira, SP, Brasil. fabianaabrantest@hotmail.com; 2. Professora, Doutora, Departamento de Agronomia, CESNORS/UFMS, Frederico Westphalen, RS, Brasil; 3. Professor, Doutor, Departamento de Produção Vegetal (Agricultura), Faculdade de Ciências Agrônômicas - UNESP, Botucatu-SP, Brasil; 4. Graduando em Agronomia da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Cassilândia, Cassilândia, MS, Brasil.

RESUMO: O conhecimento da composição mineral dos grãos e da exportação de nutrientes pela cultura do painço é importante para aprimorar sua utilização e promover recomendações de adubação mais racionais. Portanto, o presente trabalho objetivou-se avaliar o teor de proteína e macronutrientes nos grãos e a exportação de macronutrientes pela cultura do painço, cv. AL Tibagi, submetida à diferentes doses e épocas de aplicação de N em cobertura. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 4x2, constituído por quatro doses (0, 30, 60 e 120 kg ha⁻¹ de N) e duas épocas de aplicação (14 e 28 dias após a emergência) do fertilizante nitrogenado (uréia) em cobertura, com quatro repetições. A aplicação de N em cobertura aumentou a produtividade de grãos e os teores de N e proteína bruta nos grãos da cultura do painço, porém, reduziu o teor de K. A adubação nitrogenada de cobertura aumentou a exportação de N, P, Ca, Mg e S pelos grãos da cultura do painço. A exportação de macronutrientes na cultura do painço teve em média a seguinte ordem: 28,1 kg ha⁻¹ de N; 3,4 kg ha⁻¹ de P; 2,1 kg ha⁻¹ de Ca; 1,4 kg ha⁻¹ de S; 0,9 kg ha⁻¹ de K e 0,8 kg ha⁻¹ de Mg.

PALAVRAS-CHAVE: *Panicum miliaceum* L.. Adubação nitrogenada. Época de aplicação. Composição química dos grãos.

INTRODUÇÃO

O painço (*Panicum miliaceum* L.) foi uma das mais antigas culturas domesticadas pelo homem (KARAM et al., 2004; KALINOVA; MOUDRY, 2006; LU et al., 2009). Atualmente é bastante cultivado no Leste da Europa, Rússia, China, Índia e América do Norte, para alimentação humana e animal (KARAM et al., 2004; LU et al., 2009).

No Brasil, o painço ainda é pouco cultivado, quando comparado às culturas tradicionais. Porém, nos últimos anos vem despertando interesse em algumas regiões do Estado de São Paulo e Mato Grosso do Sul, onde é cultivado com o objetivo de exploração dos grãos, para utilização na alimentação animal, principalmente de pássaros em cativeiro, substituindo o alpiste (ZANCANELLA et al., 2003), na indústria cervejeira misturado em pequena proporção com a cevada (LIMA et al., 2000) e como espécie produtora de palha para o sistema plantio direto e adubo verde (ZANCANELLA et al., 2006). Pode ser cultivado em todos os tipos de solo, desde que apresentem boa drenagem e nível de fertilidade de média a alta, se o objetivo for à produção de grãos, e em solos de baixa fertilidade, se o objetivo

for a produção de palha ou adubação verde (ZANCANELLA, et al., 2006).

A proteína dos grãos do painço tem influência benéfica no metabolismo do colesterol (NISHISAWA; FUDAMO, 1995) e previne injúrias do fígado (NISHISAWA et al., 2002). O painço é adequado para compor dietas livres de glúten (AUBRECHT et al., 1998). O teor de proteínas nos grãos do painço é comparável, ou até superior ao do arroz e do milho (FERREIRA et al., 2001; SILVA et al., 2004, CRUSCIOL et al., 2007; 2008; SORATTO et al., 2010), normalmente variando de 11,3 a 12,7%, porém, podendo chegar à 17% (YAROSH; AGAFONOV, 1978; KALINOVA; MOUDRY, 2006.). Normalmente, o teor de proteína e minerais nos grãos depende da cultivar, da disponibilidade de água e nutrientes no solo e das condições climáticas durante a fase de formação dos grãos (DENDY, 1995; KALINOVA; MOUDRY, 2006).

Para a maximização da produtividade biológica e econômica, a disponibilidade ou o fornecimento dos nutrientes é fundamental, especialmente com relação ao nitrogênio (N), que geralmente é o elemento requerido em maior quantidade pelas plantas (MALAVOLTA et al.,

1997; MAMAN et al., 1999). O N tem grande importância no metabolismo das plantas, participando como constituinte de moléculas de proteínas, coenzimas, ácidos nucleicos, clorofila e outras enzimas, controlando o desenvolvimento das plantas (MALAVOLTA et al., 1997) e influenciando positivamente os componentes da produção e, conseqüentemente, a produtividade e a composição dos grãos das culturas.

Coelho et al. (2001) verificaram que a aplicação de N aumentou a produtividade de grãos, os teores de proteína, N-orgânico, Mg, S e Cu nos grãos, bem como a exportação de N, P, Ca, Mg, S, Cu, Zn.

O conhecimento das exigências nutricionais da cultura do painço pode contribuir para manter a fertilidade do solo em níveis adequados e para o estabelecimento de fórmulas e recomendações de adubação mais racionais. Contudo, são praticamente inexistentes na literatura informações sobre a

influência da aplicação de N na composição dos grãos e na exportação de nutrientes pela cultura do painço.

Assim, o presente trabalho objetivou avaliar o teor de proteína e macronutrientes nos grãos e a exportação de macronutrientes pela cultura do painço, cv. AL Tibagi, submetida à diferentes doses e épocas de aplicação de N em cobertura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento de campo foi conduzido, município de Cassilândia, MS (19°05'25" S, 51°48'52" W, com altitude de 508 m). O solo do local é um Neossolo Quartzarênico, classificado segundo a descrição da EMBRAPA (1999), cujas características granulométricas são: 877, 20 e 103 g kg⁻¹ de areia, silte e argila, respectivamente. Os dados de precipitação obtidos durante a condução do experimento estão apresentados na Figura 1.

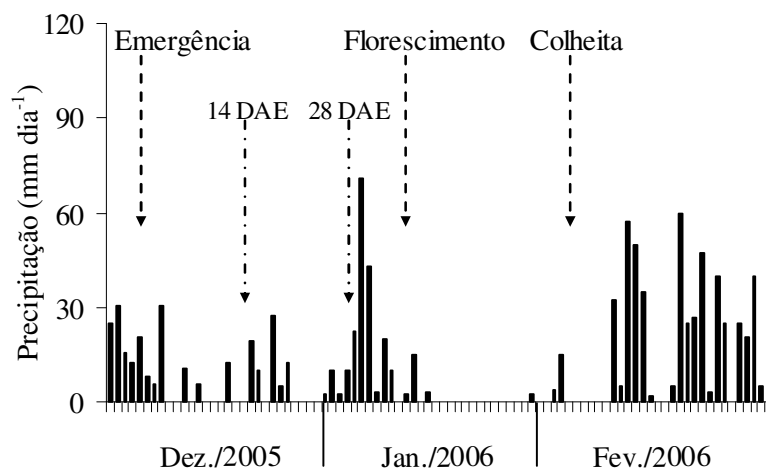


Figura 1. Valores diários de precipitação pluvial, coletados na área experimental, durante o período de dezembro de 2005 a fevereiro de 2006, e datas de emergência, florescimento e colheita em que a cultura do painço emergiu e atingiu o florescimento pleno. Cassilândia, MS.

Antes da instalação do experimento foi realizada amostragem de solo para a determinação das características químicas, na camada de 0-0,20 m, de acordo com método proposto por Raij et al. (2001), cujos resultados foram: de matéria orgânica 17,6 g dm⁻³, pH (CaCl₂) 4,8; P 3,8 mg dm⁻³; 1,2; 12,6; 5,2 e 21,9 mmol_c dm⁻³ respectivamente de K, Ca, Mg e H+Al, e 46 % de saturação por bases.

O experimento foi instalado em área anteriormente cultivada com pastagem. Em outubro de 2005 foi realizada na área calagem, aplicando-se 1.400 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT de 72%). Após a distribuição, o calcário foi incorporado com uma gradagem pesada e uma

gradagem leve. Às vésperas da semeadura, o solo foi preparado com duas gradagens leves.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, no esquema fatorial 4 x 2, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de quatro doses de N (0, 30, 60 e 120 kg ha⁻¹) em cobertura, tendo como fonte a uréia, e duas épocas de aplicação (14 dias após a emergência (DAE), ou seja, no estágio de perfilhamento, e 28 DAE, no estágio de emborrachamento). Cada parcela foi constituída por cinco linhas de 4,0 m de comprimento. A área útil foi constituída pelas três linhas centrais, desprezando-se 0,50 m em ambas as extremidades de cada linha.

A adubação de semeadura constou da aplicação, em todos os tratamentos, de 15 kg ha⁻¹ de N na forma de uréia, 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de superfosfato simples, 40 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de cloreto de potássio e 20 kg ha⁻¹ de F.T.E. BR-12 (9,0% de Zn, 1,8% de B, 0,8% de Cu, 3,0% de Fe, 2,0% de Mn e 0,1% de Mo). A distribuição da adubação básica foi realizada com uma semeadora-adubadora tratorizada, regulada no espaçamento de 0,40 m e a profundidade de 0,08 m. A semeadura foi realizada manualmente, em sulcos de 0,02 m de profundidade, abertos exatamente sobre as linhas onde havia sido distribuída a adubação, em 30/11/2005, utilizando o Cv. AL Tibagi, com densidade de 70-80 sementes viáveis por metro. A emergência das plantas ocorreu dia 06/12/2005.

O cultivar utilizado no presente trabalho foi o cv. AL Tibagi de porte ereto, com altura variando de 1,00-1,20 m, sistema radicular fasciculado, ciclo de 65-90 dias, o florescimento ocorre de 35 a 50 dias após a emergência, panículas fechadas e grãos achatados de coloração creme, o plantio na safra normal ocorre de setembro a dezembro e na safrinha de janeiro a março, com produtividade média de até 3.000 kg ha⁻¹ na safra e de 1.000 a 1.500 kg ha⁻¹ na safrinha. A produção de massa seca é de até 12.000 kg ha⁻¹, normalmente não há ocorrência de pragas ou doenças que mereçam controle, porém pode sofrer ataque de lagartas. A característica principal dessa cultura é que ela apresenta aptidão para a produção de grãos e tem como finalidade principal a alimentação de pássaros, sendo também excelente para produção de palha (CATI, 2011).

Nas adubações de cobertura, o adubo foi distribuído sobre a superfície do solo ao lado e aproximadamente 10 cm das fileiras de plantas. O controle das plantas daninhas foi realizado mediante uma capina manual realizada 12 DAE. Durante o desenvolvimento da cultura não foi realizado nenhum outro trato cultural. O florescimento pleno da cultura ocorreu 37 DAE.

A colheita foi realizada quando mais de 2/3 das espiguetas apresentavam coloração amarelo-clara ou creme, caracterizando a maturidade, o que ocorreu aos 61 DAE em todos os tratamentos. Foi realizada colheita manual em duas fileiras da área útil, de cada parcela; a seguir, foi realizada trilha manual, secagem à sombra e limpeza do material, separando-se a palha e as espiguetas chochas com auxílio de uma peneira, mediante abanação manual e, posteriormente foi determinada a massa de grãos colhidos para o cálculo da produtividade de grãos (0,13 kg kg⁻¹ base úmida). Dos grãos colhidos, foram retiradas amostradas 100 g e levadas à estufa de circulação forçada de ar a 60°C, por 72 horas,

moídas e submetidas à análise química no Laboratório de Análise de Solo e Tecido Vegetal da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS-UNESP) para avaliação dos teores de N, P, K, Ca, Mg e S, segundo método descrito por Malavolta et al. (1997). O teor de proteína bruta foi determinado, multiplicando-se o valor do N total pelo fator 6,25 (AOAC, 1995). As quantidades de macronutrientes exportadas foram calculadas multiplicando-se os teores pela produtividade de grãos (base seca), com posterior conversão dos valores para kg ha⁻¹.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. As médias referentes à época de aplicação de N foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, enquanto os efeitos das doses de N foram avaliados pela análise de regressão, adotando-se como critério para escolha do modelo a magnitude dos coeficientes de regressão significativos ao nível de 5%. Para a análise estatística dos dados foi utilizado o programa SISVAR (FERREIRA, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade de grãos foi influenciada pelas doses de N e pela interação entre doses e épocas de aplicação (Tabela 1). A aplicação aos 14 DAE proporcionou acréscimo linear, obtendo-se na dose máxima a maior produção (1.975 kg ha⁻¹), enquanto que com a aplicação 28 DAE o efeito foi quadrático, com a produtividade máxima estimada com a dose de 88,3 kg ha⁻¹ de N (Tabela 2). Soratto et al. (2004) também obtiveram aumento na produtividade de grãos do painço com a aplicação de N em cobertura. O efeito positivo da adubação nitrogenada sobre a produção de grãos também foi observado em outras culturas como arroz (CORNÉLIO et al., 2007), milheto (MAMAN et al., 1999; JORNADA et al., 2005) e milho (FERREIRA et al; 2001; SORATTO et al., 2010). Soratto et al. (2011), estudando a resposta da cultura do milho no mesmo local e época de semeadura, também verificaram aumento da produtividade de grão com a aplicação de N em cobertura. A elevação na produtividade provavelmente se deva ao fato de que o nitrogênio fornecido, juntamente com os nutrientes contidos no solo supriu eficientemente as necessidades nutricionais do painço, conferindo à cultura a capacidade máxima de produtividade de grãos induzidas pela constituição genética e pela condição do experimento. Destaca-se que as produtividades, em todos os tratamentos, estavam acima da faixa (1.000-1.500 kg ha⁻¹) obtida por Zancanella et al. (2003) para a cv. AL Tibagi, na safra “das águas”, o que pode ter sido favorecido

pela frequentes precipitações ocorridas durante o desenvolvimento da cultura (Figura 1).

A época de aplicação do N em cobertura não interferiu no teor de proteína bruta dos grãos de painço, porém, essa variável foi influenciada pelas

doses de N, com os resultados se ajustando a uma função quadrática (Tabelas 1 e 2), com o máximo teor de proteína estimado com a dose de 84,9 kg ha⁻¹.

Tabela 1. Produtividade de grãos e teor de proteínas brutas nos grãos em função da aplicação de doses de nitrogênio em cobertura aos 14 ou 28 DAE.

Tratamentos	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)	Teor de proteína bruta nos grãos (%)
Época		
14 DAE	1472	13,6
28 DAE	1485	14,2
Dose (kg ha ⁻¹)		
0	1019	12,0
30	1341	13,6
60	1703	15,2
120	1850	14,7
Fonte de variação		
Época	ns	ns
Regressão	L ⁽¹⁾	Q ⁽²⁾
Dose x Época	*	ns
CV (%)	21,7	11,1

DAE: dias após a emergência. Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para o fator época, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ⁽¹⁾ $y = 1067,27 + 7,699**x$ $r^2 = 0,98$; ⁽²⁾ $y = 11,858 + 0,0815**x - 0,00048*x^2$ $R^2 = 0,98$. Para interação: ns e * são não-significativo e significativo a 5% pelo teste F, respectivamente. Para regressão: * e ** são significativo a 5% e 1% pelo teste t, respectivamente.

Tabela 2. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente à produtividade de grãos da cultura do painço em função de doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura.

Época	Dose de N (kg ha ⁻¹)				Regressão	r ² ou R ²
	0	30	60	120		
14 DAE	1017	1362	1529	1975	$y = 1067,3 + 7,6986**x$	0,99
28 DAE	1022	1320	1878	1723	$y = 963,7 + 20,262**x - 0,1148*x^2$	0,92

DAE: dias após a emergência. Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. * e ** são: significativo a 5% e 1% pelo teste t, respectivamente. r² para equação linear e R² para equação quadrática.

Ferreira et al. (2001) e Silva et al. (2004) também verificaram efeito quadrático da aplicação de N no teor de proteína nos grãos de milho e painço, respectivamente. Wamser e Mundstock (2007), avaliando o teor de proteínas em grãos de cevada em resposta à aplicação de N em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura, constaram que tanto a época de aplicação quanto as doses de N interferem no teor de proteína dos grãos de cevada, e que a aplicação até o início do alongamento dos entrenós ou emissão da 6ª folha do colmo principal não ultrapassa o teor de 12%, pois acima desse valor a produção de malte é prejudicada. Segundo Kelling e Fixen (1992), quando a necessidade de N para o crescimento da planta e a produção de grãos é satisfeita, a adição de N é então, usada para aumentar a concentração de proteína no grão. Destaca-se que os teores de proteína bruta obtidos no presente experimento são semelhantes aos

observados por Kalinova e Moudry (2006), estudando vários cultivares de painço, Kolchinski e Schuch (2004), estudando quatro cultivares de aveia branca, Cazetta et al. (2008), em trigo e triticale, e superiores ao observados por Ferreira et al. (2001) e Soratto et al. (2010), nos grãos de milho, e por Crusciol et al. (2007; 2008), nos grãos de arroz.

A época de aplicação do N não interferiu nos teores de nenhum dos macronutrientes dos grãos (Tabela 3). O teor de N dos grãos foi influenciado pela aplicação desse nutriente em cobertura, com os dados se ajustando a uma função quadrática, com o maior valor sendo obtido com a aplicação da dose estimada de 88,5 kg ha⁻¹ de N. Resultados semelhantes foram obtidos para milho e painço, por Ferreira et al. (2001) e Silva et al. (2004), respectivamente. Por outro lado, o teor de K nos grãos foi reduzido linearmente pelo incremento das doses de N aplicadas. Tal comportamento está

relacionado, provavelmente, a um efeito diluição, já que as doses de N incrementaram a produtividade de

grãos (Tabela 1). Os teores dos demais nutrientes não foram afetados pelas doses de N estudadas.

Tabela 3. Teores de macronutrientes nos grãos de painço em função da aplicação de doses de nitrogênio em cobertura aos 14 ou 28 DAE.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
	(g kg ⁻¹)					
Época						
14 DAE	20,9	2,3	0,7	1,6	0,7	1,2
28 DAE	21,8	2,4	0,6	1,6	0,6	1,1
Dose (kg ha ⁻¹)						
0	18,4	2,6	0,9	1,6	0,7	1,2
30	20,9	2,4	0,7	1,6	0,7	1,2
60	23,4	2,2	0,7	1,7	0,6	1,2
120	22,7	2,3	0,4	1,6	0,6	1,1
Fonte de variação						
Época	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Regressão	Q ⁽¹⁾	ns	L ⁽²⁾	ns	ns	ns
Dose x Época	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	11,1	12,4	41,2	7,7	29,5	15,2

DAE: dias após a emergência. Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para o fator época, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ⁽¹⁾y = 18,245 + 0,1239**x - 0,0007*x² R² = 0,98; ⁽²⁾y = 0,88 - 0,0039**x r² = 0,94. Para interação: ns é não-significativo pelo teste F. Para regressão: * e ** são significativo a 5% e 1% pelo teste t, respectivamente.

Os teores de N (18,4-23,4 g kg⁻¹) observados nos grãos do painço são superiores aos observados nos grãos de arroz (CRUSCIOL et al., 2007; 2008) e milho (FERREIRA et al., 2001). Os teores de P (2,2-2,6 g kg⁻¹) são semelhantes aos observados por Crusciol et al. (2007) para a cultura do arroz, porém, superiores aos observados por Crusciol et al. (2008). Quanto ao K, os teores observados (0,4-0,9 g kg⁻¹) são próximos aos relatados para o arroz por Crusciol et al. (2008) e bastante inferiores aos apresentados por Crusciol et al. (2007). Os teores de Ca (1,6-1,7 g kg⁻¹) são inferiores aos observados para o arroz (CRUSCIOL et al., 2007; 2008) e maiores que os observados para o milho (FERREIRA et al., 2001). Os teores de Mg (0,6-0,7 g kg⁻¹) e S (1,1-1,2 g kg⁻¹) estão abaixo dos observados por Crusciol et al. (2007) e acima dos constatados por Crusciol et al. (2008) nos grãos do arroz. Essas divergências de resultados podem ser explicadas pelas diferenças de espécies, de variedades, níveis e quantidades de nutrientes no solo ou aplicadas por meio da adubação (TERUEL; SMIDERLE, 1999).

A época de aplicação do N em cobertura não influenciou significativamente a exportação dos macronutrientes, porém, as doses utilizadas aumentaram significativamente as quantidades de N, P, Ca, Mg e S exportadas pelos grãos do painço (Tabela 4). Apenas a exportação de K não foi afetada pelas doses de N, o que se deve a redução

nos teores desse nutriente nos grãos, como incremento das doses de N e, conseqüentemente da produtividade de grãos.

Os resultados da exportação de N e Ca se ajustaram a funções quadráticas, com os valores máximos obtidos com doses estimadas próximas a 105 kg ha⁻¹ de N (Tabela 4). As quantidades exportadas de P, Mg e S se ajustaram a funções lineares crescentes, indicando que quanto maior a produtividade de grãos, maior a exportação desses nutrientes. A variação de exportação dos nutrientes em função das doses aplicadas foi de 16,3 a 36,8 kg ha⁻¹ de N, 2,5 a 4,2 kg ha⁻¹ de P, 0,6 a 1,1 kg ha⁻¹ de K, 1,6 a 2,6 kg ha⁻¹ de Ca, 0,6 a 1,0 kg ha⁻¹ de Mg e 1,0 a 1,8 kg ha⁻¹ de S. A maior dose de N aplicada proporcionou, em relação à testemunha (sem aplicação de N), incrementos de 125% na exportação de N, 68% na de P, 63% na de Ca, 66% na de Mg e 80% na de S. Tais resultados indicam que a adubação nitrogenada aumenta sensivelmente a produtividade de grãos e a exportação de nutrientes pela cultura do painço.

Os nutrientes exportados pelos grãos da cultura do painço, independentemente do tratamento estudado, obedeceram à seguinte ordem decrescente: N > P > Ca > S > Mg = K (Tabela 4). Segundo Teruel e Smiderle (1999), na cultura do trigo, o K é o segundo macronutriente mais absorvido, porém, é o menos exportado pelos grãos.

Tabela 4. Quantidade de macronutrientes exportada pelos grãos de painço em função da aplicação de doses de nitrogênio em cobertura aos 14 ou 28 DAE.

Tratamentos	N	P	(kg ha ⁻¹)			
			K	Ca	Mg	S
Época						
14 DAE	27,4	3,3	0,9	2,1	0,8	1,5
28 DAE	28,7	3,5	0,8	2,1	0,8	1,4
Dose (kg ha ⁻¹)						
0	16,3	2,5	0,8	1,4	0,6	1,0
30	24,5	3,2	0,9	1,9	0,7	1,3
60	34,8	3,6	1,1	2,5	0,9	1,7
120	36,8	4,2	0,6	2,6	1,0	1,8
Fonte de variação						
Época	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Regressão	Q ⁽¹⁾	L ⁽²⁾	ns	Q ⁽³⁾	L ⁽⁴⁾	L ⁽⁵⁾
Dose x Época	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	27,1	20,4	49,2	21,3	29,0	27,0

DAE: dias após a emergência. Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para o fator época, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. ⁽¹⁾ $y = 15,580 + 0,416**x - 0,00198*x^2$ $R^2 = 0,98$; ⁽²⁾ $y = 2,691 + 0,0131**x$ $R^2 = 0,94$; ⁽³⁾ $y = 1,380 + 0,0239**x - 0,00011*x^2$ $R^2 = 0,98$; ⁽⁴⁾ $y = 0,629 + 0,0031**x$ $R^2 = 0,96$; ⁽⁵⁾ $y = 1,153 + 0,0060**x$ $R^2 = 0,78$. Para interação e para regressão: ns, * e ** são: não-significativo e significativo a 5% e 1% pelo teste F, respectivamente.

CONCLUSÕES

A aplicação de N em cobertura aumentou a produtividade de grãos e os teores de N e proteína bruta nos grãos da cultura do painço, porém, reduziu o teor de K.

A adubação nitrogenada de cobertura aumentou a exportação de N, P, Ca, Mg e S pelos grãos da cultura do painço.

A exportação de macronutrientes na cultura do painço teve em média a seguinte ordem: 28,1 kg ha⁻¹ de N; 3,4 kg ha⁻¹ de P; 2,1 kg ha⁻¹ de Ca; 1,4 kg ha⁻¹ de S; 0,9 kg ha⁻¹ de K e 0,8 kg ha⁻¹ de Mg.

ABSTRACT: Knowledge of the mineral composition of grain and export of nutrients by the proso millet is important to enhance their use and promote more rational fertilizer recommendations. This work aimed to evaluate the protein and nutrients in the grain and export of macronutrient by the proso millet, cv. AL Tibagi, submitted to different doses and times of nitrogen top-dressing application. The experimental design was randomized block design in a 4x2 factorial scheme, constituted by four doses (0, 30, 60, and 120 kg ha⁻¹ of N) and two application times (14 and 28 days after emergency) of N fertilizer (urea) in top-dressing with four replications. Nitrogen top-dressing application increased grain yield and N content and protein in grains of proso millet, however, reduced the concentration of K. Nitrogen top-dressing fertilization increased the export of N, P, Ca, Mg and S for the grains of proso millet. Proso millet exported an average of macronutrients in the following order: 28.1 kg ha⁻¹ N; 3.4 kg ha⁻¹ P; 2.1 kg ha⁻¹ Ca; 1.4 kg ha⁻¹ S, 0.9 kg ha⁻¹ K and 0.8 kg ha⁻¹ Mg.

KEYWORDS: *Panicum miliaceum* L.. Nitrogen fertilization. Time of application. Chemical composition of the grains.

REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official Methods of Analysis**. 16.ed. Washington: AOAC, 1995.

AUBRECHT, E.; HORACSEK, M.; GELENCSEK, E.; DWORSCHAK, E. Investigation of prolamin content of cereals and different plant seeds. **Acta Alimentaria**, Budapest, v. 27, n. 2, p. 119-125, 1998.

CAZETTA, D. A.; FORNASIERI FILHO, D.; ARF, O.; GERMANI, R. Qualidade industrial de cultivares de trigo e triticales submetidos à adubação nitrogenada no sistema de plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 3, p. 741-750, 2008.

COELHO, M. A. O.; SEDIYAMA, T.; SOUZA, M. A.; RIBEIRO, A. C.; SEDIYAMA, C. S. Composição mineral e exportação de nutrientes pelos grãos de trigo irrigado e submetido a doses crescentes e parceladas de adubo nitrogenado. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 48, n. 275, p. 81-94, 2001.

COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL - CATI. Descrição de cultivares em multiplicação pelo Departamento de sementes, mudas e matrizes. [s.l.:s.n.]. Disponível em: <http://www.cati.sp.gov.br/Cati/ produtos/SementesMudas/cultivares/PAINCO%20AL%20TIBAGI>. Acesso em: 24 mai. 2011.

CORNÉLIO, V. M. O.; REIS, M. S.; SOARES, A. A.; SOARES, P. C.; OLIVEIRA, J. A. efeito de doses e épocas de aplicação de nitrogênio na incidência de doenças, produção e qualidade sanitária das sementes de arroz. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 47-52, 2007.

CRUSCIOL, C. A. C.; ARF, O.; SORATTO, R. P.; MATEUS, G. P. Grain quality of upland rice cultivars in response to cropping systems in the Brazilian tropical savanna. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 65, n. 5, p. 468-473, 2008.

CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; ARF, O. Produtividade de grãos e exportação de nutrientes de cultivares de arroz irrigadas por aspersão em consequência da época de semeadura. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 2, p. 247-257, 2007.

DENDY, D. A. V. **Sorghum and Millets: Chemistry and Technology**. Saint Paul: American Association of Cereal Chemists, 1995. 406p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412 p.

FERREIRA, A. C. B.; ARAÚJO, G. A. A.; PEREIRA, P. R. G.; CARDOSO, A. A. Características agronômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 01, p. 131-138, 2001.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, n. 1, p. 36-41, 2008.

JORNADA, J. B. J.; MEDEIROS, R. B.; PEDROSO, C. E. S.; SAIBRO, J. C.; SILVA, M. A. Efeito da irrigação, épocas de corte da forragem e doses de nitrogênio sobre o rendimento de sementes de milheto. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 27, n. 2, p. 50-58, 2005.

KALINOVA, J.; MOUDRY, J. Content and quality of protein in proso millet (*Panicum miliaceum* L.) varieties. **Plant Foods for Human Nutrition**, Dordrecht, v. 61, n. 1, p. 45-49, 2006.

KARAM, D.; WESTRA, P.; NISSEN, S. J.; WARD, S. M.; FIGUEIREDO, J. E. F. Genetic diversity among proso millet (*Panicum miliaceum*) biotypes assessed by aflp technique. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 2, p. 167-174, 2004.

KELLING, K. A.; FIXEN, P. E. Soil and nutrient requirements for oat production. In: MARSHALL, H.G.; SORRELIS, M.E. (Eds). **Oat science and technology**. Madison: ASA/CSSA, 1992. Cap.6, p. 165-190. (Agronomy, 31).

KOLCHINSKI, E. M; SCHUCH, L. O. B. Relações entre a adubação nitrogenada e a qualidade de grãos e de sementes em aveia branca. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 379-383, 2004.

LIMA, E. V.; CAVARIANI, C.; LIMA, P. L.; CRUSCIOL, C. A. C.; NAKAGAWA, J.; VILLAS BOAS, R. L. Qualidade fisiológica de sementes de painço (*Panicum dichotomiflorum* Michx.) em função do tempo de mistura com o superfosfato triplo. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v. 9, n. 1, p. 177-189, 2000.

- LU, H.; ZHANGA, J.; LIUB, K. B.; WUA, N.; LIC, Y.; ZHOUA, K.; YED, M.; ZHANGE, T.; ZHANGE, H.; YANGF, X.; SHENE, L.; XUA, D.; LIA, Q. Earliest domestication of common millet (*Panicum miliaceum*) in East Asia extended to 10,000 years ago. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v. 106, n. 18, p. 7367-7372, 2009.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. 308p.
- MAMAN, N.; MASON, S. C.; GALUSHA, T.; CLEGG, M. D. Hybrid and nitrogen influence on pearl millet production in Nebraska: yield, growth, and nitrogen uptake, and nitrogen use efficiency. **Agronomy Journal**, Madison, v. 91, n. 05, p. 737-743, 1999.
- NISHIZAWA, N.; FUDAMO, Y. The elevation of plasma concentration of high-density lipoprotein cholesterol in mice fed with protein from proso millet (*Panicum miliaceum*). **Bioscience, Biotechnology and Biochemistry**, Tokyo, v. 59, n. 02, p. 333-335, 1995.
- NISHIZAWA, N.; SATO, D.; ITO, Y.; NAGASAWA, T.; HATAKEYAMA, Y.; CHOI, M. R.; CHOI, Y. Y.; WEI, Y. M. Effects of dietary protein of proso millet on liver injury induced by D-galactosamine in rats. **Bioscience, Biotechnology and Biochemistry**, Tokyo, v. 66, n. 1, p. 92-96, 2002.
- RAIJ, B. V.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 284 p.
- SILVA, T. R. B.; SORATTO, R. P.; LIMA, E. V.; TAVARES, C. A. Adubação nitrogenada em cultivares de painço: qualidade fisiológica e teor de proteínas nas sementes. **Cultura Agrônoma**, Ilha Solteira, v. 13, n. 1, p. 69-79, 2004.
- SORATTO, R. P.; LIMA, E. V.; SILVA, T. R. B.; BOARO, C. S. F.; CATANEO, A. C. Nitrogen fertilization of fall panicum cultivars (*Panicum dichotomiflorum* Michx.): biochemical and agronomical aspects. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 61, n. 1, p. 82-87, 2004.
- SORATTO, R. P.; PEREIRA, M.; COSTA, T. A. M.; LAMPERT, V. N. Fontes alternativas e doses de nitrogênio no milho safrinha em sucessão à soja. **Revista Ciência Agrônoma**, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 511-518, 2010.
- SORATTO, R. P.; SILVA, Â. H.; CARDOSO, S. M.; MENDONÇA, C. G. Doses e fontes alternativas de nitrogênio no milho sob plantio direto em solo arenoso. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 1, p. 62, 2011.
- TERUEL, D. A.; SMIDERLE, O. J. Trigo. In: CASTRO, P. R. C.; KLUNGE, A. (Coords.) **Ecofisiologia de cultivos anuais: trigo, milho, soja, arroz e mandioca**. São Paulo: Nobel, 1999. p. 13-40.
- WAMSER, A. F.; MUNDSTOCK, C. M. Teor de proteínas nos grãos em resposta à aplicação de nitrogênio em diferentes estádios de desenvolvimento da cevada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 6, p. 1571-1576, 2007.
- YAROSH, N. P.; AGAFONOV, N. P. Protein quality and contents in grains of proso millet varieties and of other millet crops. **Sorghum and Millets Abstracts**, Patancheru, v. 03, n. 02, p. 23, 1978.
- ZANCANELLA, E. F.; BONATI, J. L.; MARTUCCÍ, L. M. V. **Novos cultivares de painço**. Disponível em: <www.cati.sp.gov.br/novacati/tecnologias/painco/novos_cultivares.htm>. Acesso em: 20 mar. 2006.
- ZANCANELLA, E. F.; BONATTI, J. L.; MARTUCCÍ, L. M. V. **Cultura do painço: informações práticas**. Campinas: CATI, 2003. (Folheto).