

Teores de nutrientes da folha bandeira e grãos de aveia-preta em função da adubação fosfatada e potássica

Nutrients concentrations in the flag leaf and grains of black-oat affected by phosphate and potassium fertilization

João Nakagawa¹; Carlos Alexandre Costa Crusciol²; Claudemir Zucareli^{3*}

Resumo

A aveia-preta (*Avena strigosa* Schreber) tem sido comumente utilizada para adubação verde, rotação de culturas no sistema de plantio direto, em cultivo no outono-inverno e ainda, para pastejo, fenação e ensilagem. O objetivo deste trabalho foi avaliar os teores de macro e micronutrientes da folha bandeira e dos grãos de aveia-preta cv. Comum em função da adubação fosfatada e potássica. O experimento foi realizado em condições de campo, em Nitossolo Vermelho, em Botucatu-SP. Os tratamentos constaram de três doses de superfosfato simples (0, 40 e 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e três doses de cloreto de potássio (0, 20 e 40 kg ha⁻¹ de K₂O) dispostos em esquema fatorial (3 x 3), sob o delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições. A adubação foi feita no sulco de semeadura. Em todas as parcelas foi aplicado sulfato de amônio, sendo 20 kg ha⁻¹ de N na semeadura e 30 kg ha⁻¹ em cobertura no final do perfilhamento. Os teores de Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cu e Zn da folha bandeira e de P e K dos grãos foram influenciados pela adubação fosfatada. A adubação potássica não influenciou os teores de macro e micronutrientes da folha bandeira e dos grãos em aveia preta.

Palavras-chave: *Avena strigosa*, fósforo, potássio, macronutrientes, micronutrientes

Abstract

The black oat (*Avena strigosa* Schreber) has been commonly used as green manure, in crop rotation systems under no-tillage, fall-winter crop, and for cattle grazing, hay, and silage. The objective of this work was to evaluate the nutrient concentrations in the flag leaf and grains of black-oat affect by phosphate and potassium fertilization. The experiment was carried out under field conditions on a Rhodic Nitosol, in Botucatu, São Paulo State, Brazil. Three doses of single superphosphate (0, 40 and 80 kg.ha⁻¹ of P₂O₅) and three of potassium chloride (0, 20 and 40 kg ha⁻¹ of K₂O) were tested as a factorial (3 x 3), in a randomized complete block design, with four replicates. The fertilizers were applied in the sowing row. Ammonium sulphate was supplied for all plots (20 kg ha⁻¹ of N applied at sowing and 30 kg.ha⁻¹ after tillering stage). The concentrations of Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cu and Zn in the flag leaf and the P and K concentrations in the grain were increased by phosphate fertilizer application. The potassic fertilization had no effect on the concentrations of nutrients in the flag leaf and grains of black-oat.

Key words: *Avena strigosa*, phosphate, potassium, macronutrients, micronutrients

¹ Prof. Titular aposentado, voluntário. Depto. de Produção Vegetal – Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP. Cx. Postal 237, CEP:18603-970, Botucatu-SP.

² Prof. Adjunto. Depto. de Produção Vegetal – Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP/Botucatu-SP. Bolsista do CNPq.

³ Prof. Adjunto. Depto. Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, UEL. Cx. Postal 6001, CEP:86051-990, Londrina-PR. e-mail: claudemircca@uel.br.

* Autor para correspondência

Introdução

A aveia-preta (*Avena strigosa* Schreber) é uma gramínea, anual pouco exigente em fertilidade do solo, resistente a moléstias, utilizada para adubação verde e como planta de cobertura para plantio direto em sistemas de rotação de culturas, no outono-inverno (DERPSCH; CALEGARI, 1992; WUTKE, 1993). É, ainda, empregada para pastejo, fenação e, ensilagem, sendo os grãos utilizados na formulação de concentrados para animais (DERPSCH; CALEGARI, 1992).

Os trabalhos de adubação de aveia-preta, realizados em condições brasileiras, com nitrogênio (N) (NAKAGAWA; CAVARIANI; MACHADO, 1995, 2000; SCHUCH et al., 1999; SILVA et al., 2001), fósforo (P) e potássio (K) (NAKAGAWA; CAVARIANI; BICUDO, 2003; RODRIGUES; WOLKWEISS; ANGHINONI, 1985) têm mostrado respostas positivas para produção de massa e/ou de sementes/grãos, à semelhança do que tem ocorrido para aveia-branca (KELLING; FIXEN, 1992; FORSBERG; REEVES, 1995; PRIMAVESI; PRIMAVESI, 1996; CECCON; GRASSI FILHO; BICUDO, 2004).

Nos trabalhos com adubação de aveia-preta são, comumente, avaliados a produtividade, os componentes de produção e a qualidade fisiológica das sementes, mas aqueles que estudaram os efeitos sobre os teores de nutrientes nas folhas e nos grãos são poucos (RODRIGUES; WOLKWEISS; ANGHINONI, 1985; NAKAGAWA; ROSOLEM, 2005). Estudos que visam o conhecimento do conteúdo de nutrientes das plantas, principalmente da parte colhida, são importantes pois permitem determinar a quantidade de nutrientes exportados da área cultivada enquanto, a avaliação do teor de nutrientes na folha diagnose possibilita avaliar o estado nutricional das plantas.

O objetivo do trabalho foi verificar o efeito da adubação fosfatada e potássica sobre os teores de macro e micronutrientes na folha bandeira e nos grãos de aveia-preta.

Material e métodos

O trabalho foi realizado com aveia-preta cv. comum, em condições de campo, em solo classificado como Nitossolo Vermelho (OLIVEIRA et al., 1999), pertencente à Fazenda Experimental Lageado (FEL) do Campus de Botucatu-UNESP, localizado no município de Botucatu, com altitude de 815m, latitude de 22°51'S e longitude de 48°26'WGrw. A análise química do solo (RAIJ; QUAGGIO, 1983), realizada antes da instalação do experimento, apresentou os seguintes resultados: 4,5 unidades de pH em CaCl_2 , 34 g dm^{-3} de M.O., 11 mg dm^{-3} de P (resina), 2,2, 11,2, 6,7 e 80 mmol dm^{-3} de K, Ca, Mg e H+Al, respectivamente, e 20% de saturação por base, na profundidade de zero a 20cm. Os dados referentes às precipitações pluviais no período do trabalho foram coletados no posto meteorológico da FEL.

Dois meses antes da semeadura, foi feita a calagem, baseando-se nos resultados da análise química do solo e nas recomendações encontradas em Rajj et al. (1996). Foram aplicados 2,5 t ha^{-1} de calcário dolomítico objetivando elevar a saturação por base a 50%.

O Experimento foi conduzido com o delineamento em blocos casualizados, disposto em esquema fatorial 3x3 com quatro repetições. Os fatores estudados foram três doses de fósforo, superfosfato simples ($\text{SS}_0=0$, $\text{SS}_1=40$, $\text{SS}_2=80$ kg ha^{-1} de P_2O_5) e três doses de potássio, cloreto de potássio ($\text{CP}_0=0$, $\text{CP}_1=20$, $\text{CP}_2=40$ kg ha^{-1} de K_2O). Em todos os tratamentos foi aplicado sulfato de amônio, na dose de 50 kg ha^{-1} de N, sendo 20 kg ha^{-1} na semeadura, juntamente com os adubação fosfatada e potássica, e 30 kg ha^{-1} em cobertura no final do perfilhamento das plantas.

As parcelas constaram de dez linhas de seis metros de comprimento, com espaçamento de 0,2 m entrelinhas. Na colheita foram desprezadas, como bordaduras, as linhas externas e 0,5 m de cada extremidade das oito linhas centrais, resultando em 8,0 m^2 de área útil. A semeadura foi realizada

manualmente, na densidade de 40 sementes por metro. O controle das plantas daninhas foi feito manualmente.

Na emergência das panículas foram amostradas ao acaso, 70 folhas bandeiras por tratamento e por repetição conforme Cantarella, Raij e Camargo (1996), para avaliação dos teores de macro (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (Fe, Mn, Cu, B e Zn) e da massa da matéria seca da folha. Os teores foram determinados de acordo com os métodos descritos por Malavolta, Vitti e Oliveira (1989).

A colheita dos grãos foi realizada quando 100% das panículas encontravam-se em ponto de colheita. Nos grãos foram determinados a massa de mil grãos (BRASIL, 1992) e os teores de macro e micronutrientes (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1989).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%. Foram realizados estudos de correlação linear simples entre os teores de nutrientes e a massa seca da folha bandeira e a massa de 1000 grãos, e entre os teores de nutrientes na folha bandeira e nos grãos.

Resultados e discussão

O solo utilizado apresentou teor de fósforo baixo, teores de potássio e de magnésio médios, o de cálcio alto, enquanto a acidez estava muito elevada e a saturação por bases muito baixa (RAIJ et al, 1996). Nas parcelas que não receberam a adubação fosfatada foi constatado aumento no ciclo das plantas, ocasionado pelo atraso no florescimento (emissão de panículas), que é um dos sintomas de deficiência de fósforo (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1989).

Os teores de N, P e K nas folhas bandeiras não foram afetados pela adubação fosfatada e potássica (Tabela 1), apesar do solo apresentar baixo teor de fósforo e médio de potássio. Entretanto, como a massa de matéria seca da folha bandeira aumentou na presença do adubo fosfatado (Tabela 3), pode-se inferir que houve maior absorção e acúmulo destes três macronutrientes, nos tratamentos que receberam o superfosfato simples (SS₁ e SS₂). Contribui com essa inferência, o fato do aumento da massa seca da parte aérea das plantas, sem contabilizar os grãos, ter sido na média desses tratamentos 76,7% superior em relação ao tratamento sem adubação fosfatada (NAKAGAWA; CAVARIANI; BICUDO, 2003).

Tabela 1. Média dos teores de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu e B, da folha bandeira de aveia-preta em função das doses de superfosfato simples (SS₀, SS₁, SS₂) e cloreto de potássio (CP₀, CP₁, CP₂).

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	B
SS ₀	39,93	1,97	12,02	8,88 b	1,72 b	180,8 b	214,1 b	12,1 b	20,4
SS ₁	39,60	2,06	12,03	14,14 a	2,02 a	216,2 a	335,8 a	17,7 b	22,8
SS ₂	38,73	2,14	12,16	13,53 a	1,89 ab	224,1 a	332,6 a	26,0 a	23,0
CP ₀	39,94	2,11	11,65	12,73	1,96	206,2	288,7	19,9	21,4
CP ₁	39,05	2,04	11,88	12,08	1,86	212,0	298,7	19,0	22,9
CP ₂	39,28	2,01	12,68	11,74	1,82	202,8	295,1	16,8	21,8
C.V. (%)	6,69	10,04	9,23	14,01	9,61	15,13	17,54	41,76	14,64

Médias na coluna seguidas da mesma letra dentro de cada tratamento não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Comparando os teores de N, P e K na folha bandeira (Tabela 1), com as faixas consideradas adequadas para aveia (CANTARELLA; RAIJ; CAMARGO, 1996; KELLING; FIXEN, 1992), verificou-se que estão acima da faixa para N (faixa adequada de 20 a 30 g.kg⁻¹), na faixa adequada para P, em limite inferior (faixa adequada de 2,0 a 5,0 g.kg⁻¹) e abaixo para K (faixa adequada de 15 a 30 g.kg⁻¹).

Os teores de Ca, Mg e S na folha bandeira foram influenciados pelo adubo fosfatado (Tabela 1 e 2) com menores valores para a dose zero (SS₀), enquanto entre SS₁ e SS₂ não houve diferença significativa nos teores, exceção ao teor de S quando na dose maior do adubo potássico (Tabela 2). A adubação potássica não aumentou os teores de Ca, Mg e S da folha bandeira (Tabelas 1 e 2).

Tabela 2. Médias dos teores de S e Zn, da folha bandeira de aveia-preta em função das doses de superfosfato simples (SS₀, SS₁, SS₂) e cloreto de potássio (CP₀, CP₁, CP₂).

Tratamentos	S (g kg ⁻¹)			Zn (mg kg ⁻¹)		
	CP ₀	CP ₁	CP ₂	CP ₀	CP ₁	CP ₂
SS ₀	2,65 b ^A	2,60 b ^A	2,22 c ^A	41,5 ^B	37,0 b ^B	49,5 ^A
SS ₁	4,52 a ^A	4,80 a ^A	3,85 b ^B	42,8 ^A	46,5 a ^A	43,2 ^A
SS ₂	4,48 a ^{AB}	3,62 ab ^B	5,50 a ^A	47,5 ^A	43,5 ab ^A	44,8 ^A
C.V. (%)	19,84			8,77		

Médias seguidas da mesma letra (minúscula na coluna para SS e, maiúscula na linha para CP) não diferem pelo teste Tukey a 5%.

Tabela 3. Massa de matéria seca da folha bandeira (MMSFB) e massa de 100 grãos de aveia-preta em função das doses de superfosfato simples (SS₀, SS₁, SS₂) e cloreto de potássio (CP₀, CP₁, CP₂).

Tratamentos	MMSFB (mg)	Massa de 1000 grãos (g)
SS ₀	18,91 b ⁽¹⁾	18,62 b
SS ₁	29,96 a	19,94 a
SS ₂	31,72 a	20,06 a
CP ₀	26,90	19,75
CP ₁	27,16	19,37
CP ₂	26,53	19,50
C.V. (%)	10,43	2,44

¹ Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de TuKey a 5%.

Os teores de Ca estão bem acima da faixa considerada adequada para aveia, de 2,5 a 5 g kg⁻¹ (CANTARELLA et al., 1996), o que pode ser atribuído ao alto teor inicial desse nutriente no solo e à contribuição da calagem. Já os teores de Mg encontram-se na faixa adequada, de 1,5 a 5 g kg⁻¹, provavelmente, como resultado da aplicação do calcário dolomítico. Os teores de S estão acima do considerado adequado, 1,5 a 4,0 g.kg⁻¹, para alguns tratamentos com efeito de interação entre os

superfosfato simples e o cloreto de potássio (Tabela 2); a adubação nitrogenada realizada com sulfato de amônio em todos os tratamentos pode ter auxiliado para estes resultados do enxofre, somando-se ao efeito do superfosfato simples que contribuiu para o aumento no teor da folha bandeira quando presente.

Os teores de Fe, Mn e Cu da folha bandeira aumentaram com a adubação fosfatada (Tabela

1) e, para os teores de Zn foi constatada interação significativa entre as adubações (Tabela 2). Com exceção ao Zn, a adubação potássica não afetou os teores de micronutrientes (Tabela 1).

Os teores de Cu e Zn na folha bandeira estão dentro da faixa considerada adequada (Cu = 5 a 25 mg kg⁻¹ e Zn = 15 a 70 mg kg⁻¹), enquanto os de Fe, Mn e B estão acima das faixas adequadas (Fe = 40 a 150 mg kg⁻¹, Mn = 25 a 100 mg kg⁻¹ e B = 5 a 20 mg kg⁻¹) (CANTARELLA; RAIJ; CAMARGO, 1996).

A presença do superfosfato simples ocasionou aumentos na massa de matéria seca (Tabela 3) e nos teores Ca, Mg, S, Fe, Mn e Cu da folha bandeira (Tabelas 1 e 2), indicando que houve maior absorção e acúmulo destes nutrientes. A correlação encontrada entre a massa de matéria seca e os teores de nutrientes da folha bandeira (Tabela 5), que responderam à adubação fosfatada mostram a interrelação obtida entre aumento da massa e de absorção e acúmulo desses nutrientes, juntamente com o nutriente fósforo.

O aumento nos teores dos nutrientes da folha bandeira com a adubação fosfatada deve-se ao maior desenvolvimento das plantas proporcionado pela adição de fósforo em solo com baixo teor do elemento (NAKAGAWA; CAVARIANI; BICUDO, 2003), resultando em maior absorção e acúmulo de nutrientes. A dose de superfosfato simples (SS₁), calculada para 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅, foi suficiente para ocasionar este efeito favorável, confirmando a menor exigência da aveia-preta (DERPCH; CALEGARI, 1992).

Os teores de P e K nos grãos (Tabela 4) foram influenciados pelas doses do superfosfato simples. A maior dose SS₂ (equivalente a 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅) resultou no maior teor de P, enquanto as doses SS₁ e SS₂ originaram teores superiores de K. A adubação potássica não influenciou os teores de nutrientes dos grãos. Peterson; Schrader e Youngs (1974) concluíram que a quantidade de P e K acumulada nos grãos de aveia-branca varia em função das condições ambientais e da cultivar, enquanto o Ca é mais estável.

Tabela 4. Médias dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cu e Zn, dos grãos de aveia-preta em função das doses de superfosfato simples (SS₀, SS₁, SS₂) e cloreto de potássio (CP₀, CP₁, CP₂).

Tratamentos	g kg ⁻¹									
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn
SS ₀	25,27 ⁽¹⁾	2,40 b	5,18 b	1,60	0,99	1,82	149,0	75,7	8,5	133,3
SS ₁	24,51	2,48 ab	6,32 a	1,60	0,92	1,68	143,0	69,5	7,3	126,0
SS ₂	25,60	2,70 a	6,37 a	1,59	1,00	1,67	141,3 a	69,5	5,3	129,0
CP ₀	25,03	2,56	6,08 A	1,60	1,01	1,69	139,3	69,3	6,2	122,7
CP ₁	25,64	2,50	5,60 A	1,59	0,93	1,74	142,0	72,7	7,8	129,0
CP ₂	25,38	2,52	6,19 A	1,61	0,97	1,75	152,0	72,7	7,2	136,7
C.V. (%)	7,40	11,27	11,36	2,80	10,49	16,51	10,59	15,57	50,45	11,82

¹ Médias seguidas da mesma letra nas colunas dentro de cada tratamento não diferem pelo teste Tukey a 5%.

Tabela 5. Correlação simples (r) entre os teores de nutrientes e a massa seca da folha bandeira, entre os teores de nutrientes e a massa de 1000 grãos e entre o teor de nutriente na folha bandeira e nos grãos de aveia-preta cv. Comum do experimento de doses de superfosfato simples e cloreto de potássio.

Características	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn	B
Teor na folha bandeira											
Massa seca da folha bandeira	0,19	0,42**	0,29	0,68***	0,51***	0,70***	0,54**	0,86***	0,51***	0,07	0,20
Teor nos grãos											
Massa de 1000 grãos	-0,40**	0,34*	0,35*	-0,14	0,07	-0,01	0,14	-0,41**	0,02	0,35*	-
Folha X grãos	N x N 0,39*	P x P 0,53***	K x K 0,07	Ca x Ca 0,01	Mg x Mg -0,03	S x S -0,05	Fe x Fe -0,01	Mn x Mn -0,10	Cu x Cu 0,01	Zn x Zn 0,11	

*, **, *** significativos, respectivamente, a 5%, 1% e 0,1% de probabilidade pelo teste t.

Considerando que a massa de 1000 grãos foi maior na presença do superfosfato simples (Tabela 3), acompanhada pelo aumento de 51,9% na produtividade (NAKAGAWA; CAVARIANI; BICUDO, 2003), pode-se inferir que houve maior absorção e ou translocação dos nutrientes para os grãos nos tratamentos que receberam a adubação fosfatada (SS_1 e SS_2) para se ter teores semelhantes ou superiores (Tabela 4), indicando o acúmulo maior (P e K). A correlação obtida entre a massa de 1000 grãos e os teores de P e K que responderam a adubação fosfatada, confirmam a eficiência nestes acúmulos. Alguns nutrientes, como N, Mn e Zn apresentaram correlação negativa com a massa de 1000 grãos indicando que para estes o acúmulo de massa foi inverso ao do nutriente.

Comparando os teores de nutrientes dos grãos (Tabela 4) com os apresentados em Welch (1995), verifica-se que os de P estão abaixo dos relatados (2,9 a 5,9 g kg⁻¹); os de K (3,1 a 6,5 g kg⁻¹) e os de Ca (0,7 a 1,8 g kg⁻¹) estão dentro; os de Mg próximos (1,0 a 1,8 g kg⁻¹); os de Fe (60 a 300 mg kg⁻¹), os de Mn (22 a 200 mg kg⁻¹) e de Cu estão dentro (3 a 15 mg kg⁻¹) e os de Zn acima da faixa considerada adequada (21 a 70 mg kg⁻¹). Embora as diferenças edafoclimáticas entre experimentos, é interessante observar que para o P apesar da adubação fosfatada ter incrementado os teores, não foi suficiente para colocá-los nos níveis relatados por Welch (1995), enquanto os teores de K mantiveram-se dentro

dos níveis, apesar do aumento com a adubação fosfatada.

Pelos valores dos coeficientes de correlação simples entre os teores dos nutrientes da folha bandeira com os teores dos mesmos nutrientes dos grãos (Tabela 5), verifica-se que penas para N e P foram significativos. Assim, inferere-se que os teores destes elementos nos grãos podem ter recebido contribuição da remobilização das folhas. Peterson, Schrader e Youngs (1974), constataram que quantidades significativas de P foram remobilizados das folhas e hastes para as panículas em desenvolvimento, enquanto que Ca e Mg acumularam continuamente nas panículas sem haver declínio em outras partes da planta; o K acumulado nas hastes apresentou pequeno movimento para as panículas; o Zn das folhas e hastes foi remobilizado para as panículas, enquanto que Fe e Mn acumulados nas panículas não sofreram interferência das concentrações nas folhas e hastes.

Com exceção ao N e o P, para os demais nutrientes que não apresentaram correlação significativa entre teor na folha bandeira e nos grãos (Tabela 5), pode-se inferir que o acúmulo nos grãos deve ter ocorrido sem depender da remobilização desses nutrientes das folhas, por serem pouco móveis (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1989; PETERSON, 1992). Já para N e P, os teores na folha bandeira poderão ser indicativos dos teores nos grãos.

Os teores de P, Mg, Cu e Zn na folha bandeira da aveia-preta localizaram-se nas faixas consideradas adequadas de concentração, que são utilizadas como base para diagnose foliar para aveia-branca (CANTARELLA; RAIJ; CAMARGO, 1996). Esta situação mostra a necessidade da realização de outros trabalhos para verificar se as discrepâncias observadas para os demais nutrientes foram devidos ao experimento ou à características da espécie e cultivar.

Conclusões

Os teores de Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cu e Zn da folha bandeira e de P e K dos grãos de aveia preta foram favorecidos pela adubação fosfatada.

A adubação potássica não influenciou os teores de macro e micronutrientes da folha bandeira e dos grãos em aveia preta.

Referências

- BRASIL. Ministério de Agricultura e Reforma Agrária. *Regras para análise de sementes*. Brasília: SNDA/DNDV/CLV, 1992.
- CANTARELLA, H.; RAIJ, B. V.; CAMARGO, C. E. O. Cereais. In: RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Campinas: Instituto Agrônomo; Fundação IAC, 1996. p. 45-47. (Boletim Técnico, 100).
- CECCON, G.; GRASSI FILHO, H.; BICUDO, S. J. Rendimento de grãos de aveia-branca (*Avena sativa* L.) em densidades de plantas e doses de nitrogênio. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 34, n. 6, p. 1723-1729, 2004.
- DERPSCH, R.; CALEGARI, A. *Plantas para adubação verde de inverno*. Londrina: IAPAR, 1992. (Circular IAPAR, 73).
- FORSBERG, R. A.; REEVES, D. L. Agronomy of oats. In: WELCH, R.W. *The oat crop: production and utilization*. London: Chapman & Hall, 1995. p. 223-251.
- KELLING, K. A.; FIXEN, P. E. Soil and nutrient requirements for oat production. In: MARSHALL, H. G.; SORRELLS, M. E. *Oat science and technology*. Madison: American Society of Agronomy; Crop Science Society of America, 1992. p. 165-190.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989.
- NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C.; BICUDO, S. J. Adubação nitrogenada, fosfatada e potássica em aveia-preta. *Cultura Agrônômica*, Ilha Solteira, v. 12, n. 1, p. 125-141, 2003.
- NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C.; MACHADO, J. R. Adubação nitrogenada no perfilhamento da aveia-preta em duas condições de fertilidade do solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 35, n. 6, p. 1701-1080, 2000.
- _____. Efeitos da dose e da época de aplicação de N na produção e qualidade de sementes de aveia-preta. *Científica*, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 31-43, 1995.
- NAKAGAWA, J.; ROSOLEM, C. A. Teores de nutrientes na folha e nos grãos de aveia-preta em função da adubação com fósforo e potássio. *Bragantia*, Campinas, v. 64, n. 3, p. 441-445, 2005.
- OLIVEIRA, J. B.; CAMARGO, M. N.; ROSSI, M.; CALDERON FILHO, B. *Mapa pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida*. Campinas: Instituto Agrônomo; Rio de Janeiro: EMBRAPA – Solos, 1999.
- PETERSON, D. M. Physiology and development of the oat plant. In: MARSHALL, H.G.; SORRELLS, M.E. *Oat science and technology*. Madison: American Society of Agronomy; Crop Science Society of America, 1992. p. 77-114.
- PETERSON, D. M.; SCHRADER, L. E.; YOUNGS, V. L. Elemental composition of developing oat plants. *Crop Science*, Madison, v. 14, n. 5, p. 735-739, 1974.
- PRIMAVESI, A. C. P. A.; PRIMAVESI, O. Avaliação do potencial de resposta ao nitrogênio sob regimes de corte, de dois cultivares de aveia. I. Produção de forragem e de grãos. *Revista de Agricultura*, Piracicaba, v. 71, n. 1, p. 105-118, 1996.
- RAIJ, B., V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo; Fundação IAC, 1996. (Boletim Técnico, 100).
- RAIJ, B., V.; QUAGGIO, J. A. *Métodos de análise de solo para fins de fertilidade*. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. (Boletim técnico, 81).
- RODRIGUES, A. N. A.; VOLKWEISS, S. J.; ANGHINONI, I. Efeitos imediatos e residuais do superfosfato triplo sobre o rendimento de matéria seca e absorção de fósforo por aveia forrageira em solo Podzólico

Vermelho-Escuro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 9, n. 3, p. 219-224, 1985.

SCHUCH, L. O. B.; NEDEL, J. L.; MAIA, M. S.; ASSIS, F. N. Vigor de sementes e adubação nitrogenada em aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.). *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 21, n. 2, p. 127-134, 1999.

SILVA, R. H.; ZUCARELI, C.; NAKAGAWA, J.; SILVA, R. A., CAVARIANI, C. Doses e épocas de aplicação do nitrogênio na produção e qualidade de sementes de aveia-preta. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 23, n. 2, p. 51-55, 2001.

WELCH, R. W. The chemical composition of oats. In: WELCH, R. W. *The oat crop: production and utilization*. London: Chapman & Hall, 1995. p. 279-320.

WUTKE, E. B. Adubação verde: manejo da fitomassa e espécies utilizadas no Estado de São Paulo. In: WUTKE, E. B.; BULISANI, E. A.; MASCARENHAS, H. A. A. *I Curso sobre adubação verde no Instituto Agrônomo*. Campinas: Instituto Agrônomo, 1993. p. 17-29.