

## ADUBAÇÃO NITROGENADA, FOSFATADA E POTÁSSICA EM AVEIA-PRETA

NAKAGAWA, J.  
CAVARIANI, C.<sup>1</sup>  
BICUDO, S.J.<sup>1</sup>

**RESUMO:** A aveia-preta (*Avena strigosa* Schreber) é cultivada, principalmente, como forrageira de inverno e como cultura para adubação verde em sistema de rotação. Apesar da sua importância, há poucos trabalhos de adubação para a espécie. Para estudar o efeito da adubação nitrogenada, fosfatada e potássica no desenvolvimento e nas produtividades de massa seca e de grãos de aveia-preta cv. Comum, foram conduzidos dois experimentos (1997 e 1998), em condições de campo, em Nitossolo Vermelho, em Botucatu-SP. Foram estudadas três doses de  $P_2O_5$  (0, 40 e 80 kg/ha) e três doses de  $K_2O$  (0, 20 e 40 kg/ha), em esquema fatorial, na presença de 50 kg/ha de N (20 kg/ha na semeadura e 30 kg/ha ao final do perfilhamento), mais um tratamento testemunha, 0-0-0 (N -  $P_2O_5$  -  $K_2O$ ), em delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições. A adubação fosfatada ocasionou redução no ciclo da cultura e efeitos favoráveis no desenvolvimento das plantas e nas produções de massa seca e de grãos, em presença de adubação nitrogenada, independente da adubação potássica. A dose de 40 kg/ha de  $P_2O_5$  foi suficiente para ocasionar esses efeitos. Não houve efeito da adubação potássica e nitrogenada.

**Termos para indexação.** *Avena strigosa* Schreber, adubação, estádios fenológicos, produtividade.

## INTRODUÇÃO

A aveia-preta (*Avena strigosa* Schreber) é uma gramínea rústica, pouco exigente, tendo-se adaptada às condições ambientais dos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, parte de São Paulo e Mato Grosso do Sul (DERPSCH & CALEGARI, 1992). É empregada como forrageira de inverno (FONTANELI & PIOVEZAN, 1991) e como cultura para adubação verde de inverno, em sistemas de rotação com soja

<sup>1</sup>Departamento de Produção Vegetal Faculdade de Ciências Agronômicas UNESP, Cx. Postal 237, Cep. 18603-970 Botucatu/SP. e-mail: [secdamv@fca.unesp.br](mailto:secdamv@fca.unesp.br)

(SANTOS, 1991) e trigo (SANTOS & REIS, 1995). Pode ainda ser utilizada como feno, silagem ou aproveitamento de grãos na formulação de concentrados (DERPSCH & CALEGARI, 1992), todavia seu grão não tem qualidade industrial para posterior utilização na alimentação humana (WUTKE, 1993).

Para a obtenção de máximas produtividades, é necessário que uma quantidade adequada de nutrientes esteja disponível durante o desenvolvimento da cultura. Em geral, a necessidade de nutrientes da aveia são semelhantes àquela de outros cereais, como trigo e cevada (KELLING & FIXEN, 1992); essas exigências devem ser supridas pelo solo ou através da adubação. Respostas favoráveis à adubação nitrogenada tanto no desenvolvimento vegetativo como na produtividade de grãos de aveia têm sido observados (McNEILL & FREY, 1969; SMITH, 1980; KELLING & FIXEN, 1992; FORSBÉRG & REEVES, 1995). Em solos de baixa fertilidade, tem-se verificado resultados positivos da adubação fosfatada para aveia (McNEILL & FREY, 1969; SMITH, 1980; KELLING & FIXEN, 1992; FORSBÉRG & REEVES, 1995), enquanto para a adubação potássica, as respostas não têm sido sempre efetivas, mesmo em solos com baixo nível de potássio (McNEILL & FREY, 1969; KELLING & FIXEN, 1992).

Os trabalhos de adubação em aveia-preta, nas condições brasileiras, têm sido realizados mais com nitrogênio (NAKAGAWA et al, 1995, 1996, 2000; SCHUCH et al., 1999) e em menor escala com fósforo e potássio (RODRIGUES et al., 1985; ESTEVES, 2000), tendo-se verificado respostas para adubação nitrogenada e fosfatada, à semelhança do que tem ocorrido para aveia-comum.

O objetivo do presente trabalho foi o de estudar o efeito da adubação nitrogenada, fosfatada e potássica no desenvolvimento, nas produções de massa e de grãos de aveia-preta.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido com aveia-preta cv. Comum, em condições de campo, em solo classificado como Terra Roxa Estruturada distrófica, textura argilosa (CARVALHO et al., 1983), atualmente considerada Nitossolo Vermelho (OLIVEIRA et al., 1999), pertencente à Fazenda Experimental Lageado (FEL) do Campus de Botucatu/UNESP, localizado no município de Botucatu/SP, com altitude de 815m, latitude de 22°51'S e longitude de 48°26'WGrw. Os resultados de análise química do solo, realizada antes da instalação dos experimentos, encontram-se na Tabela 1. Dados referentes às precipitações pluviais (Tabela 2), do período do trabalho, foram coletados no Posto Meteorológico da FEL.

Foram realizados dois experimentos (1997 e 1998), onde estudou-se, em um delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições, três doses de fósforo: 0, 40 e 80 kg/ha de  $P_2O_5$  e três doses de potássio: 0, 20 e 40 kg/ha de  $K_2O$ , em esquema fatorial 3x3, mais um tratamento adicional testemunha 0-0-0 (N -  $P_2O_5$  -  $K_2O$ ), totalizando dez tratamentos. Em todos tratamentos, exceto a testemunha foram aplicados 50kg/ha de N, sendo 20kg/ha na sementeira e 30kg/ha, em cobertura, ao final do perfilhamento. Os adubos foram aplicados no sulco de sementeira, empregando-se superfosfato simples em 1997 e superfosfato triplo em 1998, como fontes de fósforo; cloreto de potássio e sulfato de amônio, respectivamente como fontes de potássio e nitrogênio.

As parcelas constaram de dez linhas de seis metros de comprimento cada, com espaçamento entre linhas de 0,20m. Na colheita foram desprezadas como bordaduras as linhas externas, bem como 0,50m de cada extremidade das oito linhas centrais, tendo-se uma área útil de 8,00m<sup>2</sup>.

Baseando-se nos resultados da análise química do solo (Tabela 1) e nas recomendações encontradas em RAIJ et al. (1996) foi feita calagem, empregando-se 2,5 e 2,3 t/ha, respectivamente, em 1997 e 1998.

A sementeira foi realizada manualmente, em 23/04/97 e 23/04/98, empregando-se densidade de 40 sementes por metro de sulco.

Os tratos culturais constaram da adubação em cobertura com N, ao final do perfilhamento, exceto o tratamento testemunha ( $N_0P_0K_0$ ) e o controle de plantas daninhas foi feito manualmente.

Durante o desenvolvimento da cultura, foi acompanhada a ocorrência dos estádios de perfilhamento, emborrachamento, emergência, desenvolvimento e maturação das panículas. Na fase de emergência de panículas, foram amostradas, ao acaso, 70 folhas bandeiras (limbos) por repetição, nas quais determinou-se a massa de peso da matéria seca, após secagem em estufa a 70°C, até massa constante.

Por ocasião da colheita, foram coletados 0,5m contínuos de plantas por parcela e nestas foram determinados: o número de plantas, a altura da planta e o número de perfilhos por planta. As produtividades dos grãos (kg/ha) e de massa seca da parte aérea, sem os grãos (kg/ha) foram calculados, baseando-se nos dados de produção coletados na área útil da parcela. Determinou-se o teor de proteína dos grãos, utilizando-se o método de Kjeldahl para obtenção do valor de N total e a seguir multiplicando-se esse pelo fator 6,25 (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 1975).

Todos os parâmetros foram analisados estatisticamente empregando-se delineamento de blocos ao acaso, em esquema fatorial 3x3, com o tratamento adicional (PIMENTEL-GOMES, 1973). Foram realizados estudos de correlação linear simples entre as características avaliadas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise química (Tabela 1), considerando as interpretações contidas em RAIJ et al. (1996), mostraram similaridade dos solos empregados nos dois anos (1997-1998), exceção ao teor de potássio. Assim, o teor de fósforo era baixo, o de magnésio médio e o de cálcio alto, enquanto a acidez estava alta e a saturação por bases muito baixa; o teor de potássio estava médio no solo do experimento de 1997 e baixo no de 1998. Essas características apontavam boas possibilidades de resposta às adubações, embora saiba-se que a aveia-preta é menos exigente em termos

De fertilidade de solo que a aveia comum (DERPSCH & CALEGARI, 1992

Tabela 1 - Resultados da análise química do solo antes da instalação dos experimentos (1997 e 1998) de aveia-preta cv. Comum. Botucatu-SP.

Experi- mentos	pH em CaCl <sub>2</sub>	M.O. (g/dm <sup>3</sup> )	P resina (mg/dm <sup>3</sup> )	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	H+Al <sup>+++</sup>	V (%)
1997	4,5	34	11	2,2	11,2	6,7	80	20
1998	4,3	20	8	1,5	15,0	5,0	64	25

Acompanhando a ocorrência dos estádios fenológicos das plantas constatou-se que a presença do adubo fosfatado (40 ou 80kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) ocasionou diminuição no ciclo da planta (Tabela 2), por ter proporcionado a antecipação do perfilhamento, do emborrachamento e da emergência das panículas; entretanto, o período de maturação foi pouco alterado. As diferenças observadas foram mais marcantes no experimento de 1997, no qual a quantidade de chuvas foi maior, notadamente na fase de desenvolvimento vegetativo (Tabela 2), fato que deve ter proporcionado melhores condições para o efeito das adubações. Em aveia-comum, BROWN et al. (1961) verificaram que a adubação completa N, P e K ocasionou diminuição da emergência das panículas em dois dias. No presente trabalho, o efeito observado do fósforo foi independente das doses de potássio, mas na presença de 50kg/ha de N; as doses de 40 e 80kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> resultaram em efeitos semelhantes sobre a ocorrência dos estádios fenológicos. Verifica-se também que o comportamento das plantas do tratamento adicional N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub> foi semelhante ao do tratamento N<sub>50</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>, indicando que somente o nitrogênio nesses experimentos não provocou mudanças na duração dos períodos fenológicos das plantas, vindo a reforçar o efeito do fósforo na duração do ciclo da cultura da aveia-preta, tendo em vista que um dos sintomas de deficiência de fósforo é o atraso no florescimento (MALAVOLTA et al., 1989), problema esse observado nos tratamentos sem fósforo.

Tabela 2 - Dados médios, em dias após a emergência de plântulas(DAP) de ocorrência de alguns estádios fenológicos das plantas e de precipitação pluvial (mm) cumulativos para esses estádios, nos tratamentos com a presença e ausência de  $P_2O_5$ , em aveia-preta

Estádios Fenológicos	Dias (DAP)				Chuva (mm)			
	1997		1998		1997		1998	
	com $P_2O_5$	sem $P_2O_5$						
Final de perfilhamento	39	51	28	35	191,5	224,8	60,7	60,7
Início de emborrachamento	60	74	62	69	226,9	226,9	73,7	80,5
Início de emergência das panículas	67	81	69	79	226,9	249,7	80,5	88,8
50% de emergência das panículas	84	107	76	86	249,7	249,7	88,8	88,8
100% de emergência das panículas	95	117	86	99	249,7	264,3	88,8	132,0
50% das panículas amarelas	107	127	104	111	249,7	264,3	141,3	144,6
100% das panículas amarelas	121	141	110	121	264,3	289,9	144,6	144,6

O número de plantas por  $m^2$ , por ocasião da colheita (Tabela 3), foi semelhante estatisticamente entre os tratamentos nos dois experimentos, indicando que a população de plantas não foi afetada pelas adubações e nem deve ter interferido nas características da planta. O número de perfilhos é uma das características da planta, afetada pela população de plantas (ROSSETTO et al., 2000).

A altura das plantas foi influenciada apenas pelas doses de fósforo, tendo-se observado diferenças entre os tratamentos com e sem fósforo desde os estádios iniciais de desenvolvimento das plantas de forma bem marcante, e estas persistiram até o momento da colheita (Tabela 3). No experimento de 1997, essas diferenças foram mais acentuadas, provavelmente em função das condições climáticas favoráveis

anteriormente comentadas. A presença isolada de N ou de K não afetaram o crescimento da planta. SCHUCH et al. (1999), todavia, observaram efeito de N na altura da planta, porém combinado com P e K. Em aveia-comum, SMITH (1980) não constatou efeito da adubação nitrogenada e potássica na altura da planta, em ensaio em vaso, sob condições controladas de temperatura, mesmo com doses bem elevadas dos nutrientes; McNEILL & FREY (1969), entretanto, obtiveram resposta ao N e ao P, isolados ou combinados, para essa característica.

O número de perfilhos por planta foi menor para a dose de 40 kg/ha de  $P_2O_5$  e para a dose zero de  $K_2O$  no experimento de 1997, porém não foi afetado no experimento de 1998. Entre as doses zero e 50kg/ha de N, não houve diferença no número de perfilhos nos dois experimentos. Entretanto, quando combinado com 50kg/ha de  $P_2O_5$  e 50kg/ha de  $K_2O$ , SCHUCH et al. (1999) obtiveram aumento no número de perfilhos total com a aplicação de 52,5kg de N (12,5kg/ha na semeadura e 40kg/ha no perfilhamento). Aumentos no número de perfilhos são relatados em aveia-comum com aumento das doses de K (SMITH, 1980), independentemente da dose de N presente, e pelas presenças de N e P, isolados ou combinados (McNEILL & FREY, 1969). O nitrogênio e o potássio são macronutrientes que proporcionam ou estimulam a vegetação e o perfilhamento das plantas, enquanto a deficiência de fósforo resulta em menor perfilhamento (MALAVOLTA et al., 1989).

Tabela 3 - Dados médios, dos número de plantas por m<sup>2</sup>, da altura da planta, do número de perfilhos por planta obtidos para doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, de K<sub>2</sub>O e de N em aveia-preta cv. Comum para os experimentos de 1997 e 1998. Botucatu-SP.

Tratamentos (kg/ha)	<u>Plantas por m<sup>2</sup> (n<sup>o</sup>)</u>		<u>Altura da planta (cm)</u>		<u>Perfilhos por planta (n<sup>o</sup>)</u>	
	1997	1998	1997	1998	1997	1998
P <sub>0</sub>	101,7 a <sup>1</sup>	95,8 a	135,6 b	145,3 b	5,12 a	3,18 a
P <sub>40</sub>	104,2 a	95,8 a	149,5 a	150,7 a	4,15 b	2,82 a
P <sub>80</sub>	103,3 a	94,2 a	155,2 a	151,2 a	4,75 a	2,88 a
K <sub>0</sub>	103,3 A	95,0 A	145,8 A	149,8 A	4,40 B	2,93 A
K <sub>20</sub>	101,7 A	97,5 A	147,8 A	147,8 A	4,99 A	3,01 A
K <sub>40</sub>	104,2 A	93,3 A	146,8 A	149,5 A	4,62 AB	2,94 A
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	100,0 α	92,5 α	129,9α	146,5 α	5,50 α	2,87 α
N <sub>50</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	100,0 α	97,5 α	136,3 α	142,5 α	5,08 α	3,34 α
C.V. (%)	2,48	4,41	4,77	3,39	5,21	12,50

Médias na coluna seguidas da mesma letra não diferem entre si significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey

A avaliação da massa seca da folha bandeira (limbo), logo após a emergência da panícula, permitiu verificar o efeito favorável da aplicação de 40 ou 80kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Tabela 4) em relação ao tratamento sem essa adubação. Os demais tratamentos não ocasionaram nenhum efeito. Esse maior desenvolvimento da folha bandeira nos tratamentos com fósforo resultou nas correlações positivas e significativas (Tabela 5) com a altura das plantas (1997 e 1998), produtividade de grãos (1997) e de massa seca da parte aérea (1997 e 1998), que também foram favorecidos por essa adubação (Tabelas 3 e 4). Isso indica a importância e a contribuição, dessa folha na produção, mas, segundo BROUWER & FLOOD (1995), em aveia não há relatos da relação entre a fotossíntese da folha bandeira e o rendimento de grãos.

Tabela 4 - Dados médios da massa seca da folha bandeira, da massaseca da parte aérea sem as sementes, da produtividade de grãos e do teor de proteína dos grãos obtidos para doses de  $P_2O_5$ , de  $K_2O$  e de N em aveia-preta cv. Comum para os experimentos de 1997 e 1998. Botucatu-SP.

Tratamentos (kg/ha)	Massa seca da folha bandeira (mg)		Massa seca da parte aérea s/sementes (kg/ha)		Produtividade de grãos (kg/ha)		Teor de proteína (g/kgMS)	
	1997	1998	1997	1998	1997	1998	1997	1998
P <sub>0</sub>	18,91b <sup>1</sup>	22,82b	5692b	10258b	1543b	831a	164,2a	180,0a
P <sub>40</sub>	29,96a	27,24a	9915a	11254a	2338a	807a	153,3a	181,2a
P <sub>80</sub>	31,72a	28,58a	10209a	12128a	2352a	681a	157,9a	168,8a
K <sub>0</sub>	26,90A	27,75A	8335A	11008A	2009A	745A	156,5A	174,6A
K <sub>20</sub>	27,16A	26,67A	8683A	11291A	2086A	756A	160,3A	174,3A
K <sub>40</sub>	26,53A	27,22A	8798A	11351A	2138A	818A	158,6A	181,2A
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	18,07α	21,22α	5268α	9594α	1409α	1064α	154,6α	161,0α
N <sub>50</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	19,86α	18,69α	5683α	9390α	1558α	838α	165,8α	178,9α
C.V. (%)	10,43	15,05	15,17	8,13	13,17	22,00	7,41	7,51

<sup>1</sup> Médias na coluna seguidas da mesma letra não diferem entre si significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Tabela 5 - Coeficientes de correlação simples ( r ) da massa seca da folha bandeira, massa seca da parte aérea sem as sementes, produtividade de grãos e do teor de proteína com as características avaliadas de aveia-preta cv. Comum, em função da adubaçãonitrogenada, fosfatada e potássica, para os experimentos de 1997 e 1998. Botucatu-SP.

Características	Massa seca da folha bandeira (g)		Massa seca da parte aérea s/sementes (kg/ha)		Produtividade de grãos (kg/ha)		Teor de proteína (g/kg MS)	
	1997	1998	1997	1998	1997	1998	1997	1998
Plantas por m <sup>2</sup>	0,32 *	- 0,14	0,23	-0,24	0,16	-0,08	-	-
Altura da planta	0,77 ***	0,44 **	0,79 ***	0,61 ***	0,86 ***	-0,42 ***	-	-
Nº de perfilhos	-0,14	0,07	-0,31	0,04	-0,33 *	0,08	-	-
M.S. folha bandeira	-	-	0,79 ***	0,63 ***	0,77 ***	-0,21	0,09	0,05
M.S. parte aérea	-	-	-	-	0,85 ***	-0,61 ***	-0,19	-0,19
Produtividade de grãos	-	-	-	-	-	-	-0,21	0,11

\*, \*\*, \*\*\* Significativos, respectivamente a 5%, 1% e 0,1% de probabilidade

Esses resultados mostram também que a determinação da massa seca da folha bandeira, logo após a emergência total da panícula, pode ser para aveia-preta uma metodologia interessante para se avaliar antecipadamente o provável efeito na produção, desde que a partir de então não ocorra condições desfavoráveis ou incontroláveis, como verificado na produtividade de grãos do experimento de 1998 (Tabela 4) com a qual não

se obteve correlação (Tabela 5). Nesse experimento (1998), a ocorrência de acamamento parcial das plantas dos tratamentos que receberam adubação fosfatada, devido a maior altura atingida (Tabela 3), aliada às perdas por ataque de pássaros, originando em média 20% de espiguetas chochas, comprometeram a produtividade de grãos, se comparada com a do ano anterior (Tabela 4). Em aveia-comum, tem-se observado que, em algumas circunstâncias, o excesso de fósforo aplicado tem ocasionado aumento no acamamento (KELLING & FIXEN, 1992), sendo que o crescimento em altura aumenta a suscetibilidade ao acamamento que poderá ocasionar mais perdas na produtividade (BROUWER & FLOOD, 1995). Já, perdas em produtividade de sementes têm sido observadas pelo ataque de pássaros em aveia-preta (NAKAGAWA & CAVARIANI, 2001).

Acompanhando o efeito verificado na massa seca da folha bandeira, a produtividade de massa seca da parte aérea, sem os grãos, também foi afetada somente pelas doses de fósforo, sendo que para ambos os anos, a dose de 40kg/ha de  $P_2O_5$  foi suficiente para ocasionar aumento significativo, não diferindo da dose de 80kg/ha (Tabela 4). As diferenças dessas doses com o tratamento sem o adubo fosfatado foram mais marcantes em 1997 quando a quantidade de chuvas durante o período de crescimento das plantas foi maior (Tabela 2).

RODRIGUES et al. (1985) e ESTEVES (2000) obtiveram respostas na produção de massa seca de aveia-preta com a adubação fosfatada, porém testando doses mais elevadas. Com relação ao nitrogênio, tem-se observado aumentos na massa seca das plantas com o fornecimento desse elemento mas quando na presença de adubação fosfatada e potássica (NAKAGAWA et al. 1995; SCHUCH et al., 1999), diferindo portanto do presente trabalho, onde se comparou ausência e presença de N (50kg/ha), em ausência de P e K. Dentre as características avaliadas, a altura foi uma das responsáveis pelos resultados obtidos para a massa seca da parte aérea, em função da adubação fosfatada, nos dois experimentos (Tabelas 3, 4 e 5).

A produtividade de grãos (kg/ha) apresentou resposta ao tratamento com fósforo (Tabela 4) apenas no experimento de 1997, apesar dos solos dos dois anos (Tabela 1) acusarem baixo teor de fósforo. Como comentado anteriormente, o experimento de 1998 teve a sua produtividade prejudicada

pelo acamamento e pelo ataque de pássaros, que impossibilitaram a avaliação adequada dos efeitos dos tratamentos. Em aveia-branca tem-se verificado resultados positivos de adubação fosfatada em solos de baixa fertilidade (KELLING & FIXEN, 1992; FORSBERG & REEVES, 1995), enquanto para a adubação potássica, as respostas não têm sido sempre efetivas mesmo em solos de baixo nível de potássio (KELLING & FIXEN, 1992). A semelhança do efeito das doses de 40 e 80kg/ha de  $P_2O_5$ , na produtividade de grãos e o fato de não se ter resposta à adubação potássica vem confirmar a menor exigência em fertilidade de solo da aveia-preta se comparada a aveia-comum (DERPSCH & CALEGARI, 1992). O tratamento  $N_0P_0K_0$  não diferiu do  $N_{50}P_0K_0$ , quanto à produtividade de grãos (Tabela 4) e estes apresentaram valores semelhantes a todos os tratamentos sem fósforo ( $P_0$ ), mostrando que somente a adubação nitrogenada não foi eficiente em aumentar a produção de grãos, pois, respostas ao N têm sido obtidas quando aplicado juntamente com adubação fosfatada e potássica (NAKAGAWA et al., 1995; SCHUCH et al., 1999).

O teor de proteína dos grãos não foi afetado pelas adubações nos dois experimentos, embora uma das possibilidades de contribuição do N, P e K na qualidade da colheita seja a do aumento do teor de proteína (MALAVOLTA et al., 1989). SCHUCH et al. (1999) observaram aumento no teor de N nas sementes de aveia-preta, em função da adubação nitrogenada, enquanto NAKAGAWA et al., (2000) obtiveram aumento no teor de proteína das sementes com a aplicação de 80kg/ha de N (20kg na semeadura e 60kg no perfilhamento), quando em solo de baixa fertilidade; em outros trabalhos (NAKAGAWA et al., 1995, 1996) não foi constatado esse efeito. Em aveia comum, PORTCH et al., (1968) verificaram que o nitrogênio aplicado foi o responsável pelo aumento do teor de proteína dos grãos em todos os tipos de solo estudados, enquanto a adubação com o fósforo e o potássio, em geral, tenderam a reduzir esse teor, embora também tenham verificado alguns acréscimos no teor de proteína ocasionados por esses elementos.

Por todos esses resultados, verifica-se que a adubação fosfatada ocasionou as respostas positivas no desenvolvimento das plantas e nas produtividades de massa seca e de grãos de aveia-preta, na presença de

adubação nitrogenada e independente da adubação potássica. A dose de 40kg/ha de  $P_2O_5$ , na presença de 50kg/ha de N (20kg/ha na semeadura e 30kg/ha ao final do perfilhamento), foi suficiente para ocasionar os efeitos em solos com baixo teor de fósforo, confirmando a menor exigência da aveia-preta (DERPSCH & CALEGARI, 1992).

## CONCLUSÕES

A adubação fosfatada ocasionou efeitos favoráveis no desenvolvimento das plantas e nas produtividades de massa seca e de grãos, sendo que a dosagem de 40kg/ha de  $P_2O_5$ , na presença de 50kg/ha de N, foi suficiente; não houve efeito da adubação potássica e nitrogenada.

NAKAGAWA, J., CAVARIANI, C., BICUDO, S.J. Nitrogenous, phosphated and potassic fertilization effects on black-oat. *Cultura Agrônômica*, Ilha Solteira, v.12,n.1,p.125-141,2003.

**SUMMARY:** The black-oat (*Avena strigosa* Schreber) is mainly cultivated as a winter forage and as a green manure for crops rotation system. In spite of its importance, there are few fertilization studies for this crop. The objective of this work was to study the effects of N, P and K fertilization on plant growth, dry matter production (kg/ha) and grain yield (kg/ha) of black-oat cv. Comum. Two experiments, in 1997 and 1998, were carried out under field conditions on a Rhodic Nitisol (Terra Roxa Estruturada), in Botucatu, SP, Brazil. Three dosis of  $P_2O_5$  (0, 40 and 80 kg/ha) and three dosis of  $K_2O$  (0, 20 and 40 kg/ha) were studied as a factorial 3x3, in presence of 50 kg/ha of N (20 kg/ha at sowing and 30 kg/ha after tillering stage), plus a control, 0-0-0 (N -  $P_2O_5$  -  $K_2O$ ), in a randomized complete block design, with four replications. The phosphated fertilization reduced the growing period and had favourable effects on plant growth, dry matter production and grain yield, in the presence of N fertilization, independent of potassium application. 40kg/ha of  $P_2O_5$  was sufficient to promote these positive results. Potassic and nitrogenous fertilization did'nt show effects.

**Key words:** *Avena strigosa* Schreber, fertilization, phenological stages, yield

*Cultura Agrônômica*, Ilha Solteira, v.12,n.1,p.125-141,2003.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 12ed, Washington, 1975. 1094p.
- BROUWER, J.B. & FLOOD, R.G. Aspects of oat physiology. In: WELCH R.W. **The oat crop**. Production and utilization. London: Chapman & Hall, 1995. p.177-222.
- BROWN, A.R.; MORRIS, H.D. & MOREY, D.D. Response of seven oat varieties to different levels of fertilization. **Agronomy Journal**, v.53, n.6, p.366-369, 1961.
- CARVALHO, W.A.; ESPÍNDOLA, C.R. & PACCOLA, A.A. **Levantamento de solos da Fazenda Lageado**. Botucatu: UNESP Faculdade de Ciências Agronômicas, 1983. 95p. (Boletim Técnico, 1).
- DERPSCH, R. & CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno**. Londrina: IAPAR, 1992. 80p. (IAPAR, Circular, 73).
- ESTEVES, J.A.F. **Produção de soja em função da antecipação da adubação fosfatada e potássica em semeadura direta**. Botucatu, 2000. 107p. Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu.
- FONTANELI, R.S. & PIOVEZAN, A.J. Efeitos de cortes no rendimento de forragem e grãos de aveia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, n.5, p.691-697, 1991.
- 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**  
**Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v.12, n.1, p.125-141, 2003.

**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 de Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.

McNEILL, M.J. & FREY, K.J. Root and foliage growth of oats at several levels of fertility and moisture. **Agronomy Journal**, v.61, n.3, p.461-464, 1969.

NAKAGAWA, J. & CAVARIANI, C. Efeito dos danos de pássaros sobre a qualidade de sementes durante a maturação de aveia-preta. **Revista de Agricultura**, v.76, n.1, p.37-50, 2001.

NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. & MACHADO, J.R. 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.; CAVARIANI, C. & MACHADO, J.R. Efeito de doses de nitrogênio aplicadas na emergência da panícula sobre a produção e qualidade de sementes de aveia-preta. **Revista Brasileira de Sementes**, v.18, n.2, p.160-166, 1996.

NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. & MACHADO, J.R. Adubação nitrogenada no perfilhamento da aveia-preta em duas condições de fertilidade do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.6, p.1071-1080, 2000.

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. 64p.:mapa.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: ESALQ, 1973. 430p.

**Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v.12, n.1, p.125-141, 2003.

PORTCH, S.; MACKENZIE, A.F. & STEPPLER, H.A. Effect of fertilizers, soil drainage class and year upon protein yield and content of oats. **Agronomy Journal**, v.60, n.6, p.672-677, 1968.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. & FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2ed. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundação IAC, 1996. 285p. (Boletim Técnico, 100).

RODRIGUES, A.N.A.; VOLKWEISS, S.J. & ANGHINONI, J. 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**, v.9, n.3, p.219-224, 1985.

ROSSETTO, C.A.V.; MARIN, V.A. & NAKAGAWA, J. Desenvolvimento de plantas de aveia-preta em função da densidade de semeadura. **Agronomia**, v.34, n.1/2, p.44-49, 2000.

SANTOS, H.P. Soja em sucessão a aveia branca, aveia-preta, azevém e trigo: características agrônômicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, n.9, p.1563-1576, 1991.

SANTOS, H.P. & REIS, E.M. Sistemas de cultivo de trigo com aveia-branca e aveia-preta para rendimento de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n.1, p.69-73, 1995.

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**, v.21, n.2, p.127-134, 1999.

SMITH, D. Vegetative responses of silage oats fertilized in the growth chamber with various levels of N and K. **Journal of Plant Nutrition**, v.2, n.5, p.547-555, 1980.

WUTKE, E.B. Adubação verde: manejo da fitomassa e espécies utilizadas no estado de São Paulo. In: WUTKE, E.B.; BULISANI, E.A. &

**Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v.12, n.1, p.125-141, 2003.

MASCARENHAS, H.A.A. **Curso sobre adubação verde no Instituto Agrônomo**, 1, Campinas, 1993. Campinas: Instituto Agrônomo, 1993, p.17-29. (Documentos IAC, 35).

