

Produtividade de soja em plantio direto em sucessão ao trigo, aveia branca, aveia preta com e sem adubação nitrogenada

Claudio Tsuyoshi Kubo¹, José de Deus Viana da Mata^{2*}, Maria Anita Gonçalves da Silva², Érico Sengik², Antônio Saraiva Muniz² e Everton da Silva Neiro³

¹Cooperativa Integrada, Mauá da Serra, Paraná, Brasil. ²Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. ³Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. Autor para correspondência. E-mail: jdvmata@uem.br

RESUMO. Foi conduzido experimento de campo em Mauá da Serra, Estado do Paraná, para avaliar a produção de matéria seca e o acúmulo de nutrientes pelas culturas de aveia branca (*Avena sativa*), trigo (*Triticum sativum*), aveia preta (*Avena strigosa* L.) com 40 kg ha⁻¹ de nitrogênio, aveia preta sem aplicação de nitrogênio e a vegetação espontânea no tratamento em pousio. Em sucessão, avaliou-se a cultura da soja (*Glycine max*) em um Latossolo Vermelho distroférrico sob semeadura direta, há 23 anos. Os resultados indicaram que a aveia preta com adubação nitrogenada produziu a maior quantidade de matéria seca, seguida pela aveia preta sem adubação nitrogenada, aveia branca, trigo e vegetação espontânea. A aveia preta com e sem adubação nitrogenada foi superior no acúmulo de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, zinco, cobre e manganês. A maior produtividade da soja foi constatada em sucessão a aveia preta com adubação nitrogenada, em média 0,88 mg ha⁻¹ de grãos, em relação aos demais tratamentos.

Palavras-chave: rotação de culturas, acúmulo de nutrientes, nitrogênio, matéria seca.

ABSTRACT. No tillage soybean yield following wheat, white oat and black oat with and without nitrogen fertilization. A field experiment was carried out in Maua da Serra, State of Paraná to evaluate the production of dry matter and nutrient accumulation of white oat (*Avena sativa*), wheat (*Triticum sativum*) and black oat (*Avena strigosa*) with 40 kg ha⁻¹ of nitrogen, black oat without nitrogen addition and the population of spontaneous plants on treatments in fallow. In succession, a soybean (*Glycine max*) culture was grown in a Haplorthox, in no tillage for 23 years. Results showed the black oat with fertilization nitrogen addition produced the greatest quantity of dry matter, followed by the black oat without fertilization nitrogen addition, white oat, wheat and the natural vegetation. The black oat with and without fertilization nitrogen showed the best results on the nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, zinc, copper and manganese accumulation. The soybean yield was greater in succession of the black oat with N fertilization, an average of 0.88 mg ha⁻¹ grains, in relation to the other treatments.

Key words: rotation crops, nutrient accumulation, nitrogen, dry matter.

Introdução

A rotação de culturas utilizando adubação verde, além de proporcionar contínua proteção do solo e aporte de matéria seca, resulta em exploração do perfil do solo de maneira diferenciada pelo sistema radicular das culturas e capacidade de acúmulo de nutrientes, sendo uma prática indispensável para manter elevadas produtividades ao longo dos anos. A produção de matéria orgânica vegetal no plantio direto pode contribuir, ainda, para reduzir o efeito de condições climáticas desfavoráveis.

A adubação nitrogenada para a cultura da soja é tema polêmico. Dentro da comunidade agrônômica, muitos pesquisadores afirmam que a fixação

biológica consegue converter o nitrogênio do ar atmosférico em compostos nitrogenados em quantidades suficientes para a cultura da soja (Hungria *et al.*, 2001). No entanto, alguns trabalhos indicaram que para a soja de alto potencial de produtividade o nitrogênio fixado pelas bactérias não é suficiente, sendo necessários fontes alternativas de nitrogênio (Lamond e Wesley, 2001).

Para a cultura da soja, o nutriente requerido em maior quantidade é o N. Para produzir 1,0 mg de grãos de soja são necessários aproximadamente 80 kg de N (Hungria *et al.*, 2001). Segundo Hungria *et al.* (2001), a fixação de N pelas bactérias (*Bradyrhizobium*) é capaz de fixar biologicamente na soja entre 109 a 250 kg ha⁻¹ de N, iniciando a fixação

de 10 a 12 dias após a emergência, intensificando o processo até o período de formação de vagens (R4). Após esse período, os nódulos podem continuar ativos mesmo durante o período de enchimento de grãos (R5), quando, então, inicia o processo de senescência, observando-se uma alteração da coloração da leghemoglobina para tons esverdeados ou marrons. Pedrinho Júnior *et al.* (2004) verificaram que o ponto em que o acúmulo diário dos macronutrientes, principalmente o N da soja, chega a seu valor máximo coincide com o período inicial de frutificação da planta. Todavia, Ritchie *et al.* (1997) observaram que a absorção e a taxa de acúmulo total de nitrogênio acompanhou a fixação simbiótica, sendo pequena no início do desenvolvimento da soja e máxima no estágio de formação das vagens, diminuindo rapidamente a seguir (Hungria *et al.*, 2001).

Novo *et al.* (1999) avaliaram o efeito do nitrogênio e potássio na fixação simbiótica do nitrogênio e na produtividade de grãos na cultura da soja, conduzida no período de inverno em três regiões do estado de São Paulo e observaram que a fixação simbiótica não forneceu nitrogênio nas quantidades exigidas para maximizar a produtividade de soja em condições de cultivo de inverno. Gan *et al.* (1997) verificaram que a produção de vagens verdes de soja com 75 e 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio, foram, em média, 9 e 18% superiores à soja cultivada com 25 kg ha⁻¹ de N, respectivamente.

Aita *et al.* (1994) constataram que o N mineral foi bastante prejudicial à nodulação do feijão, ao contrário do N proveniente das espécies de cobertura de inverno. Embora grande quantidade de N possa existir na parte aérea das culturas de cobertura, a real quantidade de N que será aproveitada pela cultura em sucessão irá depender do sincronismo entre a decomposição da matéria seca e a taxa de demanda da cultura econômica. Isso reforça a ênfase de Calegari *et al.* (1992) de que um dos principais desafios está em estabelecer um esquema de uso compatível das diferentes espécies de cobertura do solo com o sistema de produção específico de cada região. Portanto, a estimativa da quantidade de N disponibilizada pela matéria seca é fundamental para que a quantidade de N a ser complementada via fertilizante mineral seja determinada seguindo critérios de produtividade, retorno econômico e preservação ambiental (Amado *et al.*, 2000).

De maneira geral, apesar das muitas respostas positivas, outras nulas e até negativas às aplicações diretas de nitrogênio na cultura da soja, alguns pesquisadores acreditam que esse macronutriente seria melhor aproveitado se utilizado para adubar as culturas de gramíneas de inverno que antecedem a

soja. Com isto, haveria o aumento da produção de matéria seca e, conseqüentemente, maior acúmulo de nutrientes. A matéria seca poderia permitir melhores condições de temperatura e de umidade no solo e a lenta decomposição desse material poderia, inclusive, ser fonte de nitrogênio na fase final da soja quando as bactérias diminuem a fixação do nitrogênio.

Nesse contexto, o trabalho tem como objetivo avaliar a produção de matéria seca e o acúmulo de nutrientes pelas culturas de aveia branca, trigo, aveia preta com 40 kg ha⁻¹ de nitrogênio, aveia preta sem aplicação de nitrogênio e a vegetação espontânea no tratamento em pousio e sua influência sobre a produtividade da cultura da soja.

Material e métodos

O experimento foi conduzido em condições de campo, em solo identificado como Latossolo Vermelho distroférico (Embrapa, 1999) com horizonte A moderado, textura muito argilosa, na Fazenda Watanabe, no município de Mauá da Serra, Estado do Paraná, com altitude de 966 m acima do nível do mar.

O clima, segundo Köppen, é classificado como Cfb: clima temperado, propriamente dito; temperatura média, no mês mais frio, abaixo de 18°C (mesotérmico); com verões frescos, temperatura média, no mês mais quente, abaixo de 22°C e sem estação seca definida, apresentando o clima da microrregião com tendência de concentração das chuvas nos meses de verão.

A caracterização química do solo, a granulometria e a classe textural, até a profundidade de 1,50 m, são apresentados nas Tabelas 1 e 2.

A área experimental vem sendo conduzida sob o sistema de plantio direto, com sucessão de culturas há 23 anos. As lavouras implantadas entre 1992 até 2002, época de semeadura e seus respectivos rendimentos são apresentados na Tabela 3.

As culturas foram semeadas mecanicamente sob semeadura direta com espaçamento entre linhas de 0,17 m, no dia 2 de julho de 2003, sendo que as sementes de trigo e aveia branca foram previamente tratadas com inseticida (trigo, 42 g de Imidacloprid para 100 kg de semente e a aveia branca, 30 g de Imidacloprid para 100 kg de semente). A cultivar e a quantidade de sementes utilizadas no experimento foram: para o trigo (*Triticum sativum*), IPR 85 (132 kg ha⁻¹), para a aveia branca (*Avena sativa*), IAC 7 (124 kg ha⁻¹) e para a aveia preta (*Avena strigosa*), Iapar 61 (90 kg ha⁻¹).

Tabela 1. Resultados da análise química do solo com os indicadores de fertilidade do Latossolo Vermelho distroférico da área experimental, até a profundidade de 1,50 m.

Profundidade (m)	pH		Al ³⁺	H ⁺	Ca ²⁺	mg ²⁺	K ⁺	P	C	SB	CTC	V
	CaCl ₂	H ₂ O			cmol _c dm ⁻³			mg dm ⁻³	g dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³		%
0,00-0,20	4,5	5,1	0,69	7,06	5,99	0,99	0,37	23,5	26,06	7,35	15,1	48,7
0,20-0,40	4,0	4,6	2,10	8,00	2,09	0,37	0,11	1	18,76	2,57	12,67	20,3
0,40-0,60	4,2	5,0	0,80	6,86	2,88	0,54	0,05	1	9,00	3,47	11,13	31,2
0,60-0,80	4,5	5,2	0,20	5,54	2,24	0,70	0,04	1	9,78	2,98	8,72	34,2
0,80-1,00	4,6	4,9	0,00	5,74	1,94	0,73	0,04	1	7,82	2,71	8,45	32,1
1,00-1,20	4,6	4,9	0,00	5,34	1,50	0,56	0,03	1	3,91	2,09	7,43	28,1
1,20-1,40	4,6	4,8	0,00	4,61	1,59	0,47	0,03	1	4,69	2,09	6,7	31,2
1,40-1,50	4,7	4,8	0,00	4,28	1,53	0,37	0,03	1	4,69	1,93	6,21	31,2

H⁺, Al³⁺, Ca²⁺, mg²⁺, K⁺, C Embrapa (1999) P Mehlich 1. Análises realizadas no laboratório de solos, Agronomia, UEM, Maringá, Paraná, Brasil.

Tabela 2. Valores médios granulométricos e classe textural do Latossolo Vermelho distroférico da área experimental, até a profundidade de 1,50 m.

Profundidade (m)	g kg ⁻¹				Relação silte:argila	Classe textural ¹
	Arcia grossa	Arcia fina	Silte	Argila		
0,00-0,20	90	120	130	660	0,197	Muito argilosa
0,20-0,40	70	130	120	680	0,176	Muito argilosa
0,40-0,60	50	100	130	720	0,181	Muito argilosa
0,60-0,80	60	110	130	700	0,186	Muito argilosa
0,80-1,00	50	80	130	740	0,176	Muito argilosa
1,00-1,20	50	150	80	720	0,111	Muito argilosa
1,20-1,40	60	130	70	740	0,095	Muito argilosa
1,40-1,50	30	90	60	820	0,073	Muito argilosa

¹Fonte Embrapa (1999). Análises realizadas no laboratório de solos, Agronomia, UEM.

Tabela 3. Sucessão de culturas utilizadas na área experimental de 1992 até 2003 com suas respectivos produtividades.

ano	safr	cultura	produtividade (kg ha ⁻¹)
1992	inverno	aveia branca	2150
	verão	soja	2950
1993	inverno	aveia branca	2000
	verão	soja	3000
1994	inverno	aveia branca	0
	verão	soja	3200
1995	inverno	aveia branca	1900
	verão	milho	7500
1996	inverno	pousio	0
	verão	soja	3100
1997	inverno	aveia branca	2000
	verão	soja	2930
1998	inverno	aveia branca	2200
	verão	-	-
1999	inverno	trigo	2480
	verão	soja	3000
2000	inverno	trigo	0
	verão	milho	8500
2001	inverno	aveia branca	2100
	verão	soja	3225
2002	inverno	trigo	3100
	verão	feijão	1735
	outono	milho safrinha	5950
2003	inverno	exper.	-
	verão	soja	-

Fonte: Cooperativa Integrada.

Os tratamentos consistiram no cultivo de culturas de inverno (trigo, aveia branca, aveia preta com e sem N) que foram rotacionados com a soja.

As adubações das culturas de inverno seguiram a recomendação da pesquisa para a região e levaram em consideração os resultados da análise de solo, para cada cultura, sendo que o trigo foi adubado com o total de 80 kg ha⁻¹ de N, 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 50 kg ha⁻¹ de K₂O, a aveia branca com 30 kg ha⁻¹ de N e 60

kg ha⁻¹ de P₂O₅ e a aveia preta, somente a adubada, com 40 kg ha⁻¹ de N. Os tratamentos fitossanitários foram feitos de acordo com a necessidade de cada cultura, sendo que no tratamento “Pousio” foi realizado somente a dessecção, com Glifosato Nortox (793 g Glifosato ha⁻¹), dois dias antes da implantação do experimento.

A soja cultivar BRS 133 foi semeada mecanicamente em sistema de semeadura direta com espaçamento entre linhas de 0,4 m e 340.000 sementes ha⁻¹, no dia 15 de novembro de 2003, e receberam adubação de base com 100 kg ha⁻¹ de MAP e 100 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio em cobertura 20 dias após emergência. As sementes foram tratadas com 50 g Carboxim, 50 g Thiram, 30 g Fipronil para 100 kg de semente, 10 dias antes do plantio, juntamente com cobalto e molibidênio na dose de 2 e 15 g ha⁻¹, respectivamente e 600.000 células por semente de *Bradyrhizobium*, aplicado 2 horas antes da semeadura (Embrapa, 2003). Os tratamentos fitossanitários da soja foram feitos de acordo com as necessidades.

A aveia preta foi rolada na época de enchimento de grãos (50% de grão leitoso), enquanto que os grãos da aveia branca e do trigo foram colhidos com 17% de umidade. O pousio foi avaliado no mesmo dia em que se efetuou a colheita da aveia branca e trigo. A área da parcela foi de 48 m², sendo a área útil de 1,50 m².

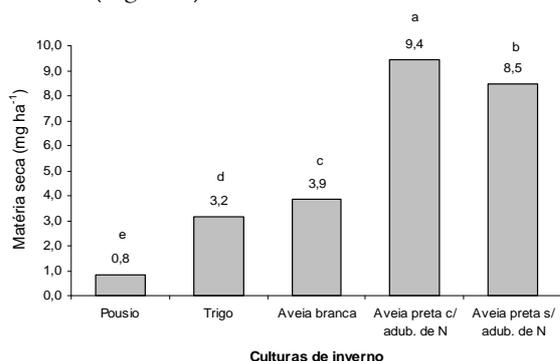
A cultura da soja foi colhida com 13% de umidade. Para serem determinados os componentes de produção (número de vagens, número de grãos por vagem e peso de grãos por planta), a altura de plantas e a altura de inserção das primeiras vagens, foram coletadas 10 plantas ao acaso por parcela, pouco antes da colheita. A população final de plantas foi avaliada em uma amostra de 2 m². A produção de grãos (umidade corrigida para 13%) e o peso de 1.000 sementes foram determinados através das plantas colhidas.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições. O tamanho da parcela foi de 10 m de comprimento por 4,8 m de largura (48 m²), com bordaduras entre os

blocos de 8 m. Efetuou-se a análise de variância e as médias foram comparadas entre si pela aplicação do teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

A cultura de aveia preta com adubação nitrogenada apresentou a maior produção de matéria seca, seguida pela aveia preta sem adubação nitrogenada, aveia branca e trigo, que apresentaram valores de matéria seca estatisticamente diferentes entre si (Figura 1).



Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Figura 1. Rendimento de matéria seca (mg ha⁻¹) pelo trigo e aveia branca após a colheita dos grãos e aveia preta com e sem adubação de N, rolados na fase de grão leitoso em um Latossolo Vermelho distroférrico.

A aveia preta apresentou porcentuais médios de 129 e 180% a mais de matéria seca em relação à aveia branca e trigo, respectivamente. Isto pode ter ocorrido devido ao fato de que a avaliação foi realizada após a colheita dos grãos, das culturas comerciais (trigo e aveia branca). Dessa forma, os grãos foram desconsiderados na determinação da matéria seca, além do que a aveia preta apresenta grande capacidade de produção de matéria seca (Sá, 1997).

A aplicação de 40 kg ha⁻¹ de N na sementeira da aveia preta resultou em acréscimo de 11,9% na produção de matéria seca em relação à aveia preta sem aplicação de N. Resultados semelhantes foram encontrados por Nakagawa *et al.* (1994), Nakagawa *et al.* (1995), Nakagawa *et al.* (2000), Primavesi *et al.* (2002) e Santi *et al.* (2003), que constataram respostas na produção de matéria seca da aveia preta, em doses crescentes de N.

O acréscimo de produção de matéria seca da aveia preta com adubação de N em relação ao de N foi semelhante ao encontrado por Mai *et al.* (2003), os quais observaram que a adubação de N da aveia preta feita em cobertura resultou em acréscimo médio de 22,5% na produção de matéria seca da aveia preta.

O N favoreceu o desenvolvimento vegetativo da aveia preta e proporcionou um maior número de perfilhos, havendo, conseqüentemente, uma maior supressão das plantas invasoras.

Na parcela em pousio, devido à menor cobertura do solo pelas plantas, observou-se formas de processo erosivo, tanto em sulcos como entre sulcos, com conseqüente perda dos nutrientes, via escoamento superficial.

A grande produção de matéria seca da aveia preta a torna uma importante opção para a manutenção da cobertura vegetal sobre a superfície do solo, além de proporcionar a reciclagem de nutrientes da sub superfície e a vantagem de promover a descompactação do solo devido à alta profundidade e densidade populacional de seu sistema radicular.

A aveia preta com e sem adubação de N proporcionou um maior acúmulo de todos os nutrientes em relação aos demais tratamentos (Tabela 4). O N acumulado pela aveia preta com e sem adubação de N foi de 141 e 139 kg ha⁻¹, respectivamente (Tabela 4). Resultados semelhantes foram encontrados por Derpsch *et al.* (1985) e por Mai *et al.* (2003) quando avaliaram a aveia preta como espécie de cobertura verde de inverno. O N acumulado pela aveia preta com e sem adubação de N foi significativamente superior ao acumulado pelo trigo e aveia branca, que receberam adubação no plantio.

Tabela 4. Conteúdo de nutrientes encontrados na parte aérea das plantas voluntárias e pelo trigo, aveia branca, aveia preta com e sem adubação de N, ao final do ciclo de cultivo.

Nutrientes	pousio	trigo	aveia branca	aveia preta c/adubação de N	aveia preta s/adubação de N	C.V. (%)
N	28,97 b	27,94 b	17,54 b	141,29 a	139,99	16,99
P	1,99 b	0,76 b	0,39 b	9,71 a	10,95 a	17,55
K	25,90 b	38,63 b	48,38 b	216,89 a	212,30 a	10,50
Ca	5,12 b	4,43 b	6,83 b	23,57 a	23,25 a	20,26
Mg	1,81 b	1,82 b	2,48 b	12,48 a	13,15 a	19,04
Zn	29,20 b	23,50 b	24,90 b	150,90 a	150,00 a	18,73
Cu	5,20 b	3,20 b	3,90 b	17,00 a	10,50 a	108,24
Fe	779,20 a	382,30 b	480,00 b	807,70 a	738,80 a	28,08
Mn	85,90 c	157,90 c	198,00 c	859,10 a	700,00 b	17,81

Letras minúsculas diferentes nas colunas indicam diferença significativa pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

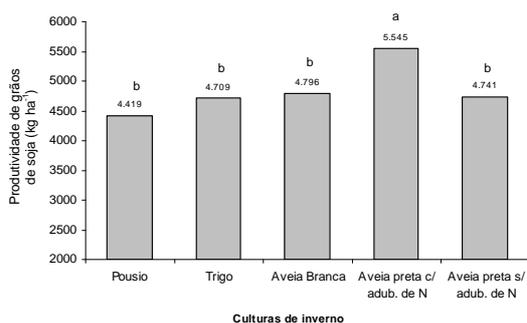
Para o fósforo, observou-se a maior quantidade acumulada na aveia preta com e sem adubação de N (9,71 e 10,95 kg ha⁻¹, respectivamente), que foram superiores significativamente ao trigo (0,76 kg ha⁻¹) e aveia branca (0,39 kg ha⁻¹). E para o potássio acumulado observou-se a maior quantidade na aveia preta com adubação de N (216 kg ha⁻¹) seguido pela aveia preta sem adubação de N (212 kg ha⁻¹) que foram significativamente superiores à aveia branca (48,38 kg ha⁻¹) e trigo (38,63 kg ha⁻¹). Esses resultados podem ser explicados pelo maior teor de

nutrientes na matéria seca e maior produção de matéria seca da aveia com e sem nitrogênio. Não estão computados para o trigo e aveia branca os nutrientes exportados nos grãos.

Foram observadas grandes diferenças no acúmulo de nutrientes entre as plantas de cobertura e as espécies de produção de grãos (trigo e aveia branca), sendo que a maior diferença foi constatada entre a aveia preta com adubação N, que foi superior ao pousio em 387% no nitrogênio e fósforo, 737% no potássio, 360% no cálcio, 590% no magnésio, 416% no zinco, 227% no cobre e 900% no manganês. Esse resultado pode ser explicado pelo fato de que a aveia preta tem grande capacidade de produção de matéria seca e, conseqüentemente, apresentou maior acúmulo de nutrientes. O grande potencial de produção de matéria seca de aveia preta foi também observado no trabalho sobre cobertura verde em Londrina, Estado do Paraná (Derpsch *et al.*, 1985).

As quantidades de nutrientes acumuladas pelo trigo são concordantes com os resultados encontrados por Fontoura *et al.* (1988) e para a aveia branca os resultados obtidos neste experimento ficaram abaixo dos encontrados por Primavesi *et al.* (1999).

Ficou evidenciado maior produtividade da soja cultivada após a cultura da aveia preta com adubação de N (5.545 kg ha⁻¹ de grãos), sendo significativamente superior à aveia branca (4.796 kg ha⁻¹), a aveia preta sem adubação de N (4.741 kg ha⁻¹), ao trigo (4.709 kg ha⁻¹) e ao pousio (4.419 kg ha⁻¹), como observado na Figura 2.



Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Figura 2. Produtividade de grãos da soja (kg ha⁻¹) cultivada após o pousio, trigo, aveia branca, aveia preta com e sem adubação de N em Latossolo Vermelho distroférrico.

Houve tendência de que a produtividade da soja, após as culturas de trigo, aveia branca e aveia preta com e sem adubação nitrogenada, apresentasse valores absolutos maiores do que aquele obtido no

tratamento em pousio, apesar de não se observar diferença significativa. Tal diferença pode estar relacionada com a reciclagem de nutrientes, que pode ter influenciado na maior disponibilidade destes para a cultura da soja. Houve, também, maior produção de matéria seca das culturas de inverno em relação ao pousio. Essa matéria seca na superfície do solo pode ter atenuado os efeitos da variação da temperatura do solo e conseqüentemente mantido uma maior umidade no solo.

A produtividade de grãos de soja 17% maior em sucessão à aveia preta com adubação de N em relação à aveia preta sem adubação de N, deve estar relacionada com a diferença na quantidade de matéria seca na superfície do solo devido ao fornecimento de nitrogênio na aveia preta. E apesar de não se observar diferença significativa no acúmulo de N pela parte aérea das plantas entre a aveia preta com e sem adubação de N (Tabela 4), pode ter ocorrido um maior acúmulo desse macronutriente no sistema, com a aplicação de 40 kg ha⁻¹ de nitrogênio na aveia preta. Sá (1997) não observou diferença no ganho de produtividade de milho quando aplicou N no plantio da aveia preta e cultivou o milho em sucessão sem N, comparativamente a aplicação de N no milho, sem adubação de N no plantio da aveia preta. Esse resultado demonstra que o nitrogênio aplicado na semeadura da aveia preta pode ser disponibilizado para a cultura em sucessão.

Santi *et al.* (2003) observaram que a adubação nitrogenada na aveia preta leva à diminuição na relação C/N dos resíduos produzidos, acelerando a decomposição da matéria orgânica e a liberação de nutrientes ao solo. Portanto, infere-se que o fornecimento de nitrogênio para a cultura da aveia preta, além de disponibilizar maiores quantidades de nitrogênio para a cultura em sucessão, melhorou a sincronia entre a disponibilização de nutrientes pelos resíduos, com a demanda da cultura em sucessão, obtendo reflexo positivo na produtividade de grãos.

Conclusão

A soja cultivada em rotação com a aveia preta adubada com 40 kg ha⁻¹ de nitrogênio apresentou maior produtividade de grãos. A aveia branca, o trigo, a aveia preta sem adubação de nitrogênio e o pousio antecedendo a soja se equivaleram na sua influência sobre a produtividade da soja.

Referências

AITA, C. *et al.* Espécies de inverno como fonte de nitrogênio para o milho no sistema de cultivo mínimo e feijão em plantio direto. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Viçosa,

- v. 18, p. 101-108, 1994.
- AMADO, T.J.C. et al. Leguminosas e adubação mineral como fontes de nitrogênio para o milho em sistemas de preparo do solo. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Viçosa v. 24, p. 179-189, 2000.
- CALEGARI, A. et al. Adubação verde no Sul do Brasil. AS-PTA, 1992. p. 341.
- DERPSCH, R. et al. Manejo do solo com coberturas verdes de inverno. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 20, p. 761-773, 1985.
- EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de solos. Embrapa, Rio de Janeiro: Embrapa/CNPSO, 1999. p. 412.
- EMBRAPA. Tecnologias de produção de soja - Paraná - 2004. Londrina: Embrapa Soja, 2003. p. 218.
- FONTOURA, J.U.G. et al. *Matéria seca, absorção e exportação de macro e micronutrientes pelo trigo, sob regime de sequeiro e irrigado em Latossolo Roxo*. Campinas: Fundação Cargill, 1988.
- GAN, Y. et al. The effect of N fertilizer strategy on N₂ fixation, growth and yield of vegetable soybean. *Field Crops Res.*, Sri Lanka, v. 51, p. 221-229, 1997.
- HUNGRIA, M. et al. Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja. Embrapa Soja, *Circular Técnica*, n. 35, p. 48, 2001.
- LAMOND, R.E.; WESLEY, T.L. In-season fertilization for high yield soybean production. *Better Crops with Plant Food*, Norcross, v. 85, n. 2, p. 6-7, 2001.
- MAI, M.E.M. et al. Manejo da adubação nitrogenada na sucessão aveia-preta/milho no sistema plantio direto. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 38, n. 1, p. 125-131, 2003.
- NAKAGAWA, J. et al. Produção e qualidade de sementes de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) em função da adubação nitrogenada. *Rev. Bras. Sementes*, Brasília, v. 16, n. 1, p. 95-101, 1994.
- NAKAGAWA, J. et al. 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. et al. Adubação nitrogenada no perfilhamento da aveia preta em duas condições de fertilidade do solo. *Pesq. Agrop. Bras.*, Brasília, v. 35, n. 6, p. 1071-1080, 2000.
- NOVO, M.C.S.S. et al. Nitrogênio e potássio na fixação simbiótica de N₂ por soja cultivada no inverno. *Sci. Agric.*, Piracicaba, v. 56, n. 1, p. 143-156, 1999.
- PEDRINHO JÚNIOR, A.F.F. et al. Acúmulo de massa seca e macronutrientes por plantas de *Glycine max* e *Richardia brasiliensis*. *Planta daninha*, Viçosa, v. 22, n. 1, p. 53-61, 2004.
- PRIMAVESI, A.C. et al. Extração de nutrientes e eficiência nutricional de cultivares de aveia, em relação ao nitrogênio e à intensidades de corte. *Sci. Agric.*, Piracicaba, v. 56, n. 3, p. 613-620, 1999.
- PRIMAVESI, A.C. et al. Adubação de aveia em dois sistemas de plantio. *Pesq. Agrop. Bras.*, Brasília, v. 37, n. 12, p. 1773-1778, 2002.
- RITCHIE, S.W. et al. Como a planta de soja se desenvolve. Associação brasileira para pesquisa da potassa e do fosfato, n. 11, p. 21, 1997.
- SÁ, J.C.M. Manejo do nitrogênio na cultura do milho no sistema plantio direto. In: FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. (Org.). *Tecnologia da produção de milho*. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1997.
- SANTI, A. et al. Adubação nitrogenada na aveia preta. I - influencia na produção de matéria seca e ciclagem de nutrientes sob sistema plantio direto. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Viçosa, v. 27, p. 1075-1083, 2003.

Received on May 19, 2005.

Accepted on September 22, 2006.