

DESEMPENHO DE CULTIVARES TRANSGÊNICAS DE SOJA EM SUCESSÃO A CULTURAS DE INVERNO EM SEMEADURA DIRETA

PERFORMANCE OF TRANSGENIC SOYBEAN CULTIVARS IN SUCCESSION TO WINTER COVER CROPS UNDER NO TILLAGE SYSTEM

Eduardo GAZOLA¹; Cláudio CAVARIANI²

1. Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agronomia, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral do Estado de São Paulo - CATI, Núcleo de Produção de Mudanças de Marília, Marília, SP, Brazil. eduardo.gazola@cati.sp.gov.br. 2. Professor Doutor, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Departamento de Produção Vegetal, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Botucatu, SP, Brasil.

RESUMO: Objetivou-se com esse trabalho avaliar o desempenho de cultivares de soja transgênica em sucessão a culturas de inverno na implantação do sistema de semeadura direta. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram representadas por cinco espécies cultivadas no inverno, aveia branca, nabo forrageiro, cevada, trigo e ervilha forrageira e área de pousio. As subparcelas foram constituídas por seis cultivares de soja (BRS 243 RR, BRS 244 RR, BRS 245 RR, BRS 247 RR, BRS 255 RR e BRS 256 RR). Para as características agrônomicas e os componentes de produção da cultura da soja indicou que a interação culturas de inverno x cultivares de soja foi significativa para a população final de plantas, número de nódulos por planta, massa de matéria seca de nódulos por planta, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e produtividade de grãos. O tratamento de pousio proporcionou os menores valores de nodulação da cultura da soja. Para produtividade de grãos, houve diferenças entre as culturas de inverno antecessoras para o cultivar BRS 243 RR, sendo que, a aveia proporcionou maiores valores.

PALAVRAS-CHAVE: Soja (*Glycine max* (L.) Merr.). Roundup Ready. Nodulação. Nabo forrageiro

INTRODUÇÃO

A expansão da cultura e a elevações da produção e da produtividade da soja são atribuídos, entre outros fatores, ao intenso trabalho das instituições de pesquisa e melhoramento. A partir de 1970 a pesquisa brasileira desenvolveu cultivares adaptadas às baixas latitudes, e desse modo, viabilizou o cultivo da espécie em qualquer ponto do território nacional. Mais recentemente, diversas instituições vêm dedicando-se, quase que exclusivamente, ao desenvolvimento de cultivares

geneticamente modificadas com tolerância ao herbicida pós-emergente glyphosate, denominadas “Roundup Ready” (RR). A produção e comercialização de produtos geneticamente modificados foi legalizado somente a partir de 2005 no Brasil. Dos 21,6 milhões de ha de soja cultivada na safra 2007/08, cerca de 12,2 milhões de ha foram plantadas com cultivares transgênicos, perfazendo um percentual de 57% de toda área (SAFRAS & MERCADO, 2008), apresentando o maior crescimento absoluto no mundo em adoção dessa biotecnologia.

Apesar de algumas empresas estatais e privadas dominarem a tecnologia e possuírem cultivares com genes tolerantes ao herbicida glyphosate, persiste a necessidade de informações, como resposta à nutrição, fertilidade e correção do solo, resistência à compactação e ao stress hídrico, época de semeadura e adaptações a diferentes agroecossistemas, entre eles o sistema de plantio direto (CAVARIANI et al., 2009). Esse sistema, caracterizado pelo não revolvimento do solo e a manutenção da sua cobertura por resíduos vegetais com o uso de sistemas de rotação de culturas, iniciado na Região Sul, tem sido amplamente adotado em todo país. A prática de rotação de culturas pela inclusão de espécies com aportes diferenciados do sistema radicular e matéria seca, pode proporcionar alterações das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.

Quanto à escolha da cultura de inverno, deve haver flexibilidade de modo a atender as particularidades regionais e as perspectivas de comercialização dos produtos. Assim, as espécies envolvidas na rotação, devem ser consideradas do ponto de vista de sua exploração comercial e ao mesmo tempo destinadas a cobertura do solo para benefícios ao sistema de produção. Pois, diferentes coberturas do solo possuem capacidades específicas de retirar nutrientes do solo e explorar diferentes profundidades do perfil (MENGEL; KIRKBY, 1987), diferentes ciclos de pragas, doenças e plantas daninhas (BORKERT et al., 2003), além de favorecerem a estruturação e a estabilidade dos agregados do solo, diminuindo perdas de solo por erosão (FREITAS et al., 2006).

Silva e Rosolem (2001) verificaram que após o pousio, as plantas de soja apresentaram menor acúmulo de N, K, Ca, Mg e S, demonstrando,

que o cultivo anterior pode promover maior eficiência no acúmulo dos nutrientes na parte aérea da planta. O cultivo de espécies anteriores apresentou diferentes efeitos sobre o desempenho da cultura da soja (CARVALHO et al., 2004). Reddy et al. (2003) verificaram menor produtividade de grãos da soja semeada após o pousio em relação à verificada quando sucedeu ao centeio e ao trevo.

Rotações de cultura e o sistema de plantio direto favorecem a população de *Bradyrhizobium*, melhorando assim a nodulação, a fixação biológica de nitrogênio e o rendimento na cultura da soja (HUNGRIA; STACEY, 1997). Maior nodulação da cultura da soja foi observada após rotações com trigo (GALLAGHER et al., 2003). Fontaneli et al. (2000) não detectaram diferenças na massa de matéria seca de nódulos da cultura da soja quando cultivada após diferentes espécies forrageiras de inverno. Os impactos do glyphosate na microbiota e os processos biológicos do solo têm sido bastante estudados (BUSSE et al., 2001). Para bactérias fixadoras de nitrogênio em vida livre, os efeitos do glyphosate variam muito em função das espécies estudadas (SANTOS; FLORES, 1995).

O objetivo desse trabalho foi avaliar o desempenho de cultivares transgênicas de soja em sucessão a culturas de inverno, na implantação do sistema de semeadura direta.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido com a colaboração da Embrapa SNT – EM-LDB (Embrapa Serviço de Negócios para Transferência de Tecnologia – Escritório de Negócios de Londrina), durante o ano agrícola 2006/07, na área experimental do Departamento de Produção Vegetal

da Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP, Campus de Botucatu-SP. O solo da área experimental classificado como Nitossolo Vermelho Estruturado, revelou na análise química na profundidade 0-20 cm valores de: pH (CaCl₂) 5,4; 18 mg dm⁻³ de P_{resina}; 25 g dm⁻³ de matéria orgânica; 32 mmol_c dm⁻³ de H+Al; 4,9 mmol_c dm⁻³ de K; 47 mmol_c dm⁻³ de Ca; 21 mmol_c dm⁻³ de Mg; 73 mmol_c dm⁻³ de SB; 105 mmol_c dm⁻³ de CTC; e 70% de saturação por bases (V); não houve necessidade de calagem.

Na instalação do experimento para a implantação do sistema de semeadura direta, para a homogeneização da área, as espécies de inverno foram semeadas sobre preparo convencional do solo com uma aração e duas gradagens. A semeadura para todas as culturas de inverno foi realizada no dia 24/04/2006.

Os cultivares IAC 7, BRS-180 e BRS-370 foram usados para as culturas da aveia, cevada e trigo, respectivamente, ambas com espaçamento entrelinha de 0,17 m e população recomendada; a adubação de plantio utilizada foi de 430 kg.ha⁻¹ da fórmula comercial 04-14-08 e, para satisfazer a necessidade de nitrogênio, realizou-se, em cobertura, aplicação de 65 kg.ha⁻¹ de sulfato de amônio.

Utilizaram-se os cultivares Comuns para nabo forrageiro e ervilha forrageira com espaçamento entre linhas de 0,17 e 0,51m respectivamente com e populações recomendadas. Na adubação de plantio aplicou-se 120 kg.ha⁻¹ da fórmula comercial 04-30-08. Na área em pousio não foi realizado nenhum manejo durante a condução do trabalho. Por ocasião da semeadura da cultura da soja, foi realizado o manejo químico por meio da dessecação com herbicida pós-emergente não

seletivo Glyphosate na dose de 2,0 kg.ha⁻¹ do produto comercial Roundup WG.

O controle de plantas daninhas em todas as culturas de inverno foi realizado através de capinas manuais. As pragas e doenças foram controladas através da utilização de produtos específicos e recomendados para cada cultura, sendo que o nabo não necessitou de tratamento fitossanitário.

A semeadura dos cultivares de soja foi realizada no dia 22/11/2006 sobre sistema de semeadura direta, dispondo-se 24 sementes por metro linear, com espaçamento entre linhas de 0,45 m. As sementes foram previamente tratadas com fungicida (carboxin + thiram), na dose de 0,250 L para cada 100 kg de sementes do produto comercial Vitavax-Thiram 200 SC e com inseticida thiamethoxam, na dose de 100 g para cada 100 kg de sementes do produto comercial Cruiser 700 WS. Na adubação mineral de semeadura, aplicou-se 350 kg.ha⁻¹ da fórmula comercial 04-20-10.

As plantas daninhas da cultura da soja foram controladas realizando uma aplicação de Glyphosate na dose de 2,0 kg.ha⁻¹ do produto comercial Roundup WG. Os tratamentos fitossanitários foram realizados mediante o monitoramento regular de insetos-praga e doenças. Foram utilizados os fungicidas epoxiconazole + piraclostrobina, na dose de 1,0 L.ha⁻¹ do produto comercial Opera e o tebuconazole, na dose de 0,750 L.ha⁻¹ do produto comercial Folicur 200 EC e os inseticidas metamidofós na dose de 0,500 L.ha⁻¹ do produto comercial Metafós, o deltametirna na dose de 0,400 L.ha⁻¹ do produto comercial Keshet 25 CE e o monocrotofós na dose de 0,750 L.ha⁻¹ do produto comercial Agrophos 400.

O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados, dispostos em esquema de

Desempenho de cultivares...

parcelas subdivididas, com quatro repetições, totalizando 36 tratamentos. As parcelas constaram de cinco culturas de inverno (aveia branca, ervilha forrageira, trigo, cevada, nabo forrageiro) e área em pousio (vegetação espontânea), com dimensões de 2,25 m de largura por 30 m de comprimento, totalizando 67,5 m² de área. Já as subparcelas foram constituídas de seis cultivares de soja (BRS 243 RR, BRS 244 RR, BRS 245 RR, BRS 247 RR, BRS 255 RR, e BRS 256 RR), semeados em cinco linhas de cinco metros de comprimento espaçadas em 0,45 m. Cada subparcela teve, portanto, área de 11,25m², considerou-se como área útil as três linhas centrais, eliminando-se 0,50 m das extremidades de cada linha.

Nas culturas de inverno avaliou-se a massa de matéria seca, coletando-se três amostras com área de 0,50 m² por parcela no florescimento, que foram secas, até atingir massa constante, em estufa de circulação forçada de ar à 60-70°C por 72 horas, com conversão dos valores para kg.ha⁻¹ e a produtividade de grãos, colhendo-se as plantas da área útil de cada parcela experimental, padronizando o grau de umidade a 13% de base úmida, determinado por meio do método da estufa a 105°C ± 3°C por 24 horas. Para a área em pousio procedeu-se apenas a avaliação da massa de matéria seca.

Na cultura da soja realizou as avaliações de: altura de plantas e de inserção da primeira vagem - medindo-se distância compreendida entre o nível do solo e a extremidade apical da haste principal e à inserção da primeira vagem, respectivamente, de 10 plantas de cada subparcela no final do ciclo da cultura; população final de plantas - determinado através da contagem das plantas contidas na área útil de cada subparcela experimental, no final do ciclo

da cultura; número de nódulos por planta - no estágio vegetativo R2 (florescimento pleno) foram coletados 10 plantas por subparcela com as raízes, com auxílio de uma pá de corte, na profundidade de 20 cm, essas raízes foram lavadas, os nódulos destacados e efetuado a contagem; massa de matéria seca dos nódulos por planta - fornecida pela relação entre a massa dos nódulos provenientes da contagem, que foram secos a 65°C até atingir massa constante e o número de plantas avaliadas; número de vagens chochas por planta - relação entre o número de vagens chochas e o número total de plantas da amostra.

No final do ciclo da cultura da soja, foram coletadas 10 plantas ao acaso na área útil de cada subparcela objetivando avaliar os componentes da produção: número de vagens por planta - relação entre o número total de vagens e o número total de plantas da amostra; número de grãos por vagem - fornecida pela relação entre o número total de grãos e o número total de vagens; massa de 100 grãos - determinada através da coleta e contagem de 8 amostras de 100 grãos por parcela experimental e a seguir realização das pesagens, padronizando o grau de umidade a 13% de base úmida, determinado por meio do método da estufa a 105°C ± 3°C por 24 horas e a produtividade de grãos foi realizada colhendo-se as plantas da área útil de cada subparcela experimental, padronizando o grau de umidade a 13% de base úmida, determinado por meio do método da estufa a 105°C ± 3°C por 24 horas .

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância por meio do teste F, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; quando constatada interação significativa entre os fatores culturas de inverno x

cultivares de soja procedeu-se aos desdobramentos necessários.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de massa de matéria seca e a produtividade de grãos (Tabela 1), para as culturas

de inverno estudadas, apesar de ficarem abaixo do potencial produtivo, foram satisfatórias, considerando a reduzida precipitação pluvial ocorrida durante o período de desenvolvimento das plantas, que ocorreu entre os meses de abril a setembro de 2006 (Figura 1).

Tabela 1. Massa da matéria seca da arte aérea e produtividade de grãos de culturas de inverno, Botucatu (SP) – 2006/07.

Culturas de inverno	Massa da matéria seca	Produtividade de grãos
	------(kg.ha ⁻¹)-----	
Cevada	3.670 a	3.530 a
Aveia	2.929 ab	1.859 b
Ervilha forrageira	2.530 abc	1.406 bc
Nabo forrageiro	2.419 abc	414 c
Trigo	2.190 bc	516 bc
Pousio	1.180 c	-
Teste F	6,94**	1.623**
D.M.S.	1.436	1.415
CV(%)	25,17	40,63

^{ns} não significativo, *e ** significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Dentre as culturas de inverno utilizadas, a cevada apresentou valores superiores de massa de matéria seca e de produtividade de grãos, embora sem diferir da aveia, da ervilha forrageira e do nabo forrageiro (Tabela 1). A área mantida em pousio apresentou reduzida quantidade de massa de matéria seca, sem diferir, no entanto, da verificada com trigo, nabo forrageiro e ervilha forrageira. Observou-se, também, que as parcelas em pousio apresentaram desuniformidade da cobertura do solo, de modo que alguns locais permaneceram sem cobertura durante todo o período de inverno.

O resultado da análise de variância dos dados das características agrônômicas e dos componentes de produção da cultura da soja não revelou interações significativas cultura de inverno x cultivares de soja para altura de planta e de inserção de primeira vagem, número de vagens chochas por planta e massa de 100 grãos (Tabela 2).

As culturas de inverno influenciaram a altura final da planta, mas não a da inserção da primeira vagem (Tabela 2). A cultura do nabo forrageiro, apesar de não diferir do pousio, proporcionou, para a cultura da soja, menor altura de plantas. Santos e Roman (2001) observaram que

a soja no sistema de rotação cultivada após a aveia branca apresentou o menor valor, com 0,55 m de altura. Brandt et al. (2006) não encontraram diferenças para alturas de plantas e de inserção de primeira vagem na cultura da soja em experimento com diferentes sistemas de sucessão de culturas.

O número de vagens chochas por plantas e a massa de grãos não foi influenciado pelas culturas

antecessoras de inverno (Tabela 2). As diferenças encontradas para vagens chochas entre os cultivares se devem a fatores genéticos, já que os danos causados por percevejos podem variar de acordo com o cultivar (BELORTE et al., 2003), além da maior permanência no campo dos cultivares mais tardios.

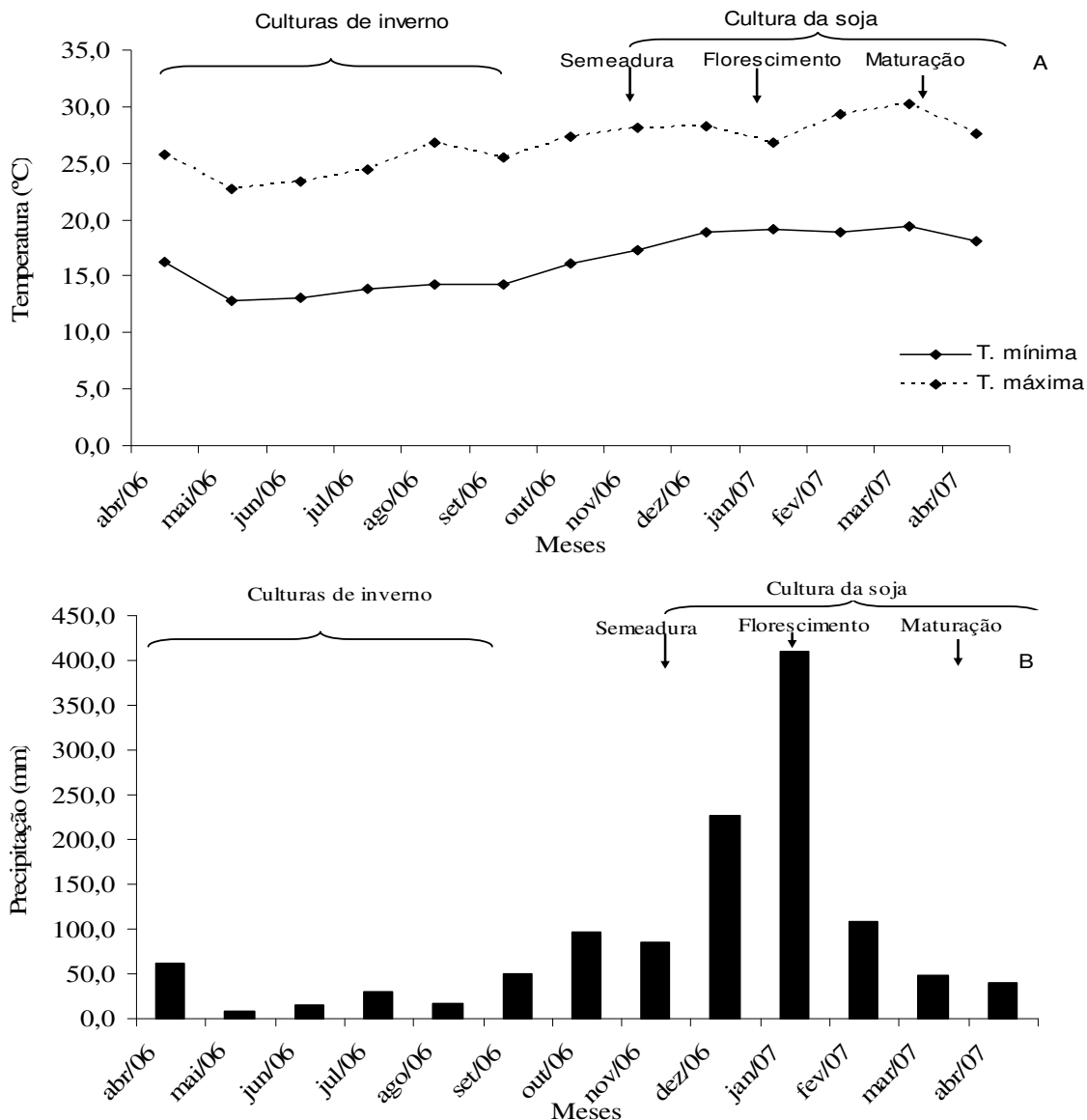


Figura 1. Valores de temperaturas mínimas e máximas médias mensais (A) e precipitação pluvial acumulada por mês (B) na safra 2006/2007 na Fazenda Experimental Lageado, Botucatu-SP. 2006/2007.

Tabela 2. Florescimento, ciclo, altura de plantas e inserção de primeira vagem em experimento de culturas de inverno e cultivares de soja, Botucatu (SP) – 2006/07.

	Altura de planta (cm)	Inserção 1ª vagem (cm)	Vagens chochas Por planta (número)	Massa de 100 grãos (g)
Culturas de inverno				
Aveia	81,62 a	17,04 a	3,75 a	17,70 a
Ervilha Forrageira	83,42 a	16,53 a	3,77 a	17,65 a
Trigo	83,93 a	17,70 a	3,85 a	17,30 a
Cevada	80,28 a	17,84 a	3,66 a	17,89 a
Pousio	78,66 ab	17,28 a	4,36 a	16,63 a
Nabo forrageiro	73,29 b	18,64 a	4,25 a	16,09 a
Cultivares				
BRS 243 RR	74,11 c	15,61 b	4,37 ab	16,95 b
BRS 244 RR	74,54 c	16,35 b	3,36 b	17,40 b
BRS 245 RR	81,27 b	16,61 b	4,02 ab	16,72 b
BRS 247 RR	73,71 c	15,37 b	3,35 b	15,47 c
BRS 255 RR	84,92 b	16,72 b	3,77 ab	19,78 a
BRS 256 RR	92,65 a	24,38 a	4,77 a	19,94 b
Teste F				
Cultura inverno (C)	8,92**	0,41 ^{ns}	1,04 ^{ns}	2,31 ^{ns}
Cultivares (S)	33,33**	62,12**	4,62**	37,45**
C x S	0,87 ^{ns}	1,42 ^{ns}	0,70 ^{ns}	1,26 ^{ns}
CV(%) Inverno	8,00	16,67	35,23	13,28
CV(%) Cultivar	8,05	12,10	32,61	6,59

^{ns} não significativo, * e ** significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

O cultivar BRS 256 RR apresentou os maiores valores para altura de planta. O ocorrido pode ser explicado, devido à característica de crescimento determinado desse cultivar, e da classificação como ciclo médio, o mais tardio entre os cultivares estudados. Cultivares de hábito de crescimento determinado possuem maior crescimento em altura até o florescimento, durante o

período chamado de período juvenil, que é a fase que define o ciclo de cada cultivar. Assim cultivares de ciclos mais longos tem maior tempo para se desenvolver e tendem a crescer mais. Motta et al. (2002) observaram que cultivares de ciclo mais tardios apresentaram plantas com maiores alturas. Os valores da altura de inserção da primeira vagem maiores para o cultivar BRS 256 RR podem ser

explicados pela maior altura das plantas desse cultivar.

As temperaturas verificadas durante a condução do experimento (Figura 1A), próximas de 30°C, provavelmente não influenciaram na ocorrência de vagens chochas por coincidirem com a faixa considerada ideal para a cultura conforme observado por Câmara (1998). Também verificou-se diferenças para massa de 100 grãos entre os

cultivares. A menor massa de 100 grãos encontrada para o BRS 247 RR pode ser considerada normal, pois é uma característica varietal.

Para a população final de plantas, número de nódulos por planta, massa de matéria seca de nódulos por planta, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e produtividade de grãos (Tabelas 3 e 4) observou-se interação entre os fatores estudados.

Tabela 3. Desdobramento da interação culturas de inverno x cultivares de soja para a população de plantas, número de nódulos por planta e massa de nódulos por planta Botucatu (SP) – 2006/07.

População de plantas (mil plantas)						
Cultivares	Culturas de Inverno					
	Aveia	Ervilha Forrageira	Trigo	Cevada	Pousio	Nabo forrageiro
BRS 243 RR	286 bA	262 cA	281 cA	294 cA	155 cB	285 dA
BRS 244 RR	358 aB	420 aAB	426 aA	405 aAB	276 aC	419 aAB
BRS 245 RR	378 aA	343 bA	404 abA	371 abA	216 bB	346 bcA
BRS 247 RR	376 aA	349 bA	367 bA	401 aA	279 aB	365 abcA
BRS 255 RR	370 aA	356 bA	390 abA	370 abA	282 aB	395 abA
BRS 256 RR	327 abA	366 abA	357 bA	342 bcA	232 abB	332 cdA
D.M.S. ¹ .	564					
D.M.S. ² .	663					
Número de nódulos por planta						
BRS 243 RR	52,2 abA	44,4 bA	38,4 bAB	54,8 bA	18,7 cB	48,2 bA
BRS 244 RR	33,2 bcB	35,0 bB	42,2 bAB	60,9 bA	44,9 bAB	47,4 bAB
BRS 245 RR	37,6 bcABC	46,7 bAB	31,0 bBC	50,6 bAB	14,3 cC	57,8 bA
BRS 247 RR	36,7 bcA	49,1 bA	32,3 bA	42,0 bA	26,2 bcA	49,7 bA
BRS 255 RR	25,3 cC	43,9 bABC	42,6 bABC	55,5 bA	27,7 bcBC	50,8 bAB
BRS 256 RR	61,8 aC	75,3 aAB	81,0 aAB	84,4 aAB	68,4 aC	93,8 aA
D.M.S. ¹ .	22,9					
D.M.S. ² .	25,1					
Massa de nódulos por planta (mg)						
BRS 243 RR	169,5 abA	135,3 bA	110,0 bAB	146,3 abA	53,2 bB	107,0 cAB
BRS 244 RR	122,2 bA	87,8 bA	119,2 bA	137,0 bA	95,6 bA	116,8 cA

Desempenho de cultivares...

GAZOLA, E.; CAVARIANI, C.

BRS 245 RR	118,7 bAB	151,2 abAB	108,5 bB	144,2 abAB	84,0 bB	183,2 bA
BRS 247 RR	132,1 abB	149,2 abAB	113,1 bB	138,9 abAB	81,5 bB	208,6 bA
BRS 255 RR	133,5 abA	113,7 bAB	127,9 bAB	130,2 bAB	60,7 bB	101,1 cAB
BRS 256 RR	195,2 aB	208,8 aB	214,4 aB	203,1 aB	231,0 aB	362,4 aA
D.M.S. ¹	64,8					
D.M.S. ²	70,5					

Médias seguidas de letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. D.M.S.¹- Diferença mínima significativa de cultivar dentro de espécie de inverno. D.M.S.²- Diferença mínima significativa de espécie de inverno dentro de cultivar.

Tabela 4. Desdobramento da interação culturas de inverno x cultivares de soja para o número de vagens por planta, número de grãos por vagem e produtividade de grãos, Botucatu (SP) – 2006/07.

Número de vagens por planta						
Cultivares	Culturas de Inverno					
	Ervilha			Nabo		
	Aveia	Forrageira	Trigo	Cevada	Pousio	forrageiro
BRS 243 RR	48,0 aA	55,8 aA	51,7 aA	45,9 aA	48,7 aA	55,2 aA
BRS 244 RR	35,7 bAB	30,3 cB	30,5 cB	31,1 cB	46,1 abA	30,9 cBA
BRS 245 RR	37,8 bA	39,5 bcA	41,0 bA	38,2 abcA	44,0 abA	37,6 bcA
BRS 247 RR	43,9 abA	44,5 bA	40,3 bA	43,1 abA	39,1 bA	42,2 bA
BRS 255 RR	40,4 abA	40,4 bA	31,9 bcA	34,0 bcA	41,8 abA	33,0 bcA
BRS 256 RR	38,7 abA	41,8 bA	35,2 bcA	37,2 cA	39,6 abA	35,1 bcA
D.M.S. ¹	9,5					
D.M.S. ²	10,8					
Número de grãos por vagem						
BRS 243 RR	1,78 aAB	1,84 aA	1,72 aAB	1,83 aA	1,58 bB	1,72 aAB
BRS 244 RR	1,80 aA	1,92 aA	1,79 aA	1,79 aA	1,90 aA	1,78 aA
BRS 245 RR	1,86 aA	1,77 aA	1,79 aA	1,71 abA	1,87 aA	1,68 aA
BRS 247 RR	1,85 aA	1,69 aAB	1,86 aA	1,53 b B	1,83 a A	1,70 aAB
BRS 255 RR	1,82 aA	1,77 aA	1,81 aA	1,67 abA	1,76 abA	1,68 aA
BRS 256 RR	1,70 aA	1,81 aA	1,66 aA	1,65 abA	1,80 abA	1,60 aA
D.M.S. ¹	0,23					
D.M.S. ²	0,23					
Produtividade de grãos (kg.ha ⁻¹)						
BRS 243 RR	3.951 aA	3.462 aAB	3.444 aAB	3.490 aAB	2.790 bB	3.467 aAB
BRS 244 RR	3.637 abA	3.918 aA	3.719 aA	3.484 aA	3.669 aA	3.443 aA

Desempenho de cultivares...

GAZOLA, E.; CAVARIANI, C.

BRS 245 RR	3.995 aA	3.340 aA	3.681 aA	3.666 aA	3.298 abA	3.085 abA
BRS 247 RR	3.714 abA	3.364 aA	3.461 aA	3.538 aA	3.284 abA	2.671 bA
BRS 255 RR	3.565 abA	3.673 aA	3.615 aA	3.250 aA	3.077 abA	2.992 abA
BRS 256 RR	3.195 bA	3.694 aA	3.024 aA	3.339 aA	3.251 abA	2.901 abA
D.M.S. ¹	714					
D.M.S. ²	1.083					

Médias seguidas de letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. D.M.S.¹- Diferença mínima significativa de cultivar dentro de espécie de inverno. D.M.S.²- Diferença mínima significativa de espécie de inverno dentro de cultivar.

Os cultivares semeados após o pousio apresentaram menores populações finais de plantas, diferindo das culturas de inverno (Tabela 3). A desuniformidade da produção de fitomassa em áreas de pousio pode ter prejudicado a germinação ou o estabelecimento das plantas de soja, uma vez que a densidade de semeadura foi a mesma para todos os tratamentos. Entre os cultivares, foi observada menor população de plantas no cultivar BRS 243 RR, em sucessão à todas as culturas de inverno.

O número de nódulos por planta indicou valores sempre entre os menores no tratamento pousio, (Tabela 3). O fato ocorreu, devido à baixa e irregular cobertura do solo verificada nesse tratamento, que pode ter proporcionado temperaturas mais elevadas e menor manutenção de umidade; Castro et al. (1993) e Morote et al. (1990) relataram como causa de menores nodulação da soja o aumento de temperatura e pouca cobertura do solo, respectivamente.

Entre as culturas de inverno, o nabo forrageiro destaca-se, positivamente, tanto no número como para a massa de matéria seca de nódulos por planta (Tabela 3), como pode ser observado principalmente para os cultivares BRS 247 RR e BRS 256 RR na avaliação de massa de matéria seca, embora sem diferir das demais culturas de inverno. O sistema radicular do nabo

forrageiro tem maior capacidade de explorar o solo, causar modificações físicas e químicas e favorecer a formação e desenvolvimento das bactérias fixadoras de nitrogênio. Ferreira et al. (2000) encontraram maior presença de células de *Bradyrhizobium* e diversidade genética dessa estirpe em rotações em que a cultura da soja já havia sido cultivada anteriormente.

Em relação aos cultivares, o BRS 256 RR destacou-se positivamente, sendo superior em relação aos demais, não diferindo apenas do BRS 243 RR na cultura da aveia. A fixação biológica do nitrogênio é dependente do genótipo da planta, devido à capacidade fotossintética, ao balanço hormonal e à atividade das enzimas responsáveis pela assimilação do nitrogênio, entre outros fatores. Padovan et al. (2002) encontraram diferenças para o número de nódulos por planta entre os cultivares estudados, com valores variando de 5, para o cultivar Surubi, a 44 nódulos por planta, para o cultivar Campo Grande. Bohrer e Hungria (1998) observaram massa de matéria seca de nódulos variando de 70 a 315 mg por planta entre diferentes cultivares, valores semelhantes aos encontrados nessa pesquisa, da ordem de 53,2 a 362,4 mg por planta para os cultivares BRS 243 RR e BRS 256 RR respectivamente.

O crescimento, a sobrevivência, a nodulação e a atividade da nitrogenase de rizóbios, após a aplicação de glyphosate em soja transgênica, têm sido avaliadas em diversos trabalhos com resultados inconsistentes e variáveis, de acordo com as doses aplicadas, espécies/estirpes estudadas e condições experimentais (REDDY et al., 2000; REDDY; ZABLOTOWICZ, 2002). A nodulação dos cultivares transgênicos observada nesse trabalho pode ser considerada normal, uma vez que os valores são próximos aos citados por Vargas & Hungria (1997) que variam de 100 a 200 mg e 15 a 30 nódulos por planta no florescimento pleno. Em soja tolerante ao glyphosate, King et al. (2001) relataram que a aplicação do glyphosate aumentou o número e diminuiu o peso dos nódulos. Já Maltby et al. (2006) não detectaram influência na nodulação de cultivares de soja transgênicas com aplicação de até 10 l.ha⁻¹ Roundup.

Verificou-se maior número de vagens por planta no cultivar BRS 244 RR, quando semeado sobre o pousio, mas não diferindo da aveia (Tabela 4). Esse resultado deve-se ao fato de que o pousio, para esse cultivar, resultou em menor população de plantas (Tabela 3), mas como a soja apresenta alta plasticidade, é capaz de compensar a redução da densidade por aumento da produção individual de vagens (PEIXOTO, 1998). Entre os cultivares destacou-se o BRS 243 RR por apresentar os maiores valores quanto ao número de vagens por planta, especialmente após as culturas da ervilha forrageira, do trigo e do nabo forrageiro.

Observou-se comportamento desuniforme dos cultivares de soja para a avaliação do número de grãos por vagens após diferentes culturas de inverno. Fato que pode ser verificado com a cultura da cevada, que proporcionou o maior valor de

número de grãos por vagens para o cultivar BRS 243 RR, mas o menor para o BRS 247 RR (Tabela 4). Para os demais cultivares, as culturas de inverno antecessoras não alteraram o número de grãos por vagem. Para Santos (1991), os componentes de produção não têm sido influenciados pela resteva das espécies de inverno utilizadas.

Na condução da cultura da soja, as temperaturas variaram entre 17°C a 30°C, enquanto que a precipitação pluvial acumulada foi de 920 (Figura 1B), considerados adequados ao desenvolvimento das plantas, e conseqüentemente para a produção de grãos, tendo em vista dados da Embrapa (2008) que refere-se a temperaturas na faixa de 20°C a 30°C e precipitações entre 450 a 800 mm por ciclo como satisfatórias.

Na condução da cultura da soja, as temperaturas variaram entre 17°C a 30°C, enquanto que a precipitação pluvial acumulada foi de 920 (Figura 1), considerados adequados ao desenvolvimento das plantas, e conseqüentemente para a produção de grãos, tendo em vista dados da Embrapa (2008) que refere-se a temperaturas na faixa de 20°C a 30°C e precipitações entre 450 a 800 mm por ciclo como satisfatórias.

Para produtividade de grãos da soja foram constatadas diferenças entre as culturas de inverno antecessoras apenas para o cultivar BRS 243 RR, (Tabela 4), sendo que, o tratamento pousio proporcionou menor produtividade de grãos, apesar de diferir apenas da cultura da aveia. A produtividade inferior do cultivar BRS 243 RR após o pousio pode ser explicada por: a) população de plantas – a baixa população de plantas no tratamento pousio (Tabela 3), com cerca de 100 mil plantas.ha⁻¹ a menos que o tratamento da aveia; b) número de grãos por vagens – a obtenção de baixo número de

grãos por vagem no tratamento pousio (Tabela 4), que é um componente da produção; c) massa de matéria seca do pousio – a menor massa de matéria seca, (Tabela 1) e a desuniformidade de cobertura do solo verificada no pousio pode ter influenciado algumas características do solo, como menor conservação da água (CORAK et al., 1991) e, em consequência, a produtividade. Santos et al. (1998) observaram efeitos significativos do tipo de sucessão com relação a produtividade de grãos, altura de plantas e de inserção de primeira vagem. No entanto Reddy (2001), não encontraram diferenças de produtividade da soja semeada após leguminosas (ervilhaca, trevo e trevo subterrâneo) e cereais (azevem, aveia, trigo e centeio).

Considerando os demais cultivares, apesar de no tratamento pousio ter ocorrido menores populações de plantas (Tabela 3), não foram constatadas diferenças na produtividade de grãos (Tabela 4); a inexistência de resposta diferenciada em produtividade de grãos à variação da população de plantas de soja pode estar relacionada com a plasticidade fenotípica que esta cultura apresenta (RAMBO et al., 2003), que consiste na capacidade que a planta possui em alterar sua morfologia e componentes da produção, para se adequar às condições em que está exposta.

Não houve relação entre nodulação da soja e produtividade de grãos, pois o cultivar BRS 256 RR apresentou os maiores valores de número de nódulos e de massa de matéria seca (Tabela 3), mas não para a produtividade de grãos (Tabela 4). O mesmo ocorreu com a cultura do nabo forrageiro que, apesar dos melhores valores em termos de nodulação, não diferiu das demais culturas, considerando a produtividade de grãos. Há dificuldade em correlacionar a massa dos nódulos

com o rendimento de grãos, quando se trata de diferentes cultivares, devido a existência de outros fatores a influenciar o rendimento, como constituição genética e especificidade entre planta e *Rhizobium* (VIDOR et al., 1972).

CONCLUSÕES

A produtividade de grãos da soja do cultivar BRS 243 RR foi influenciada pelas culturas de inverno semeadas anteriormente.

As culturas de inverno interferiram na nodulação da cultura da soja, sendo que o nabo forrageiro proporcionou os melhores resultados e o pousio reduziu a nodulação da soja. O cultivar BRS 256 RR foi superior em relação ao número e massa de nódulos da soja, porém, não teve relação com a produtividade de grãos.

Em razão da interação culturas de inverno x cultivares de soja transgênicas para população final de planta, número e massa de matéria seca de nódulos, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, produtividade de grãos, pressupõe a necessidade de maior número de pesquisa nessa área do conhecimento, principalmente em diferentes locais e sistemas de produção agrícola.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo apoio financeiro dado para realização deste trabalho.

ABSTRACT: The objective of this research was to evaluate crop yield and some characteristics and yield components of transgenic soybean cultivars sown after different winter cover crops in the first year under no tillage system. The experimental design was the completely randomized block with split plots and four replications. The main plots consisted of five winter cover crops, white oat (*Avena sativa* L.), forage turnip (*Raphanus sativus* L.), barley (*Hordeum vulgare* L.), wheat (*Triticum aestivum* L.) and ground pea (*Pisum sativum* L.) and an area under fallow (spontaneous vegetation). The subplots consisted of six soybean cultivars (BRS 243 RR, BRS 245 RR, BRS 247 RR, BRS 255 RR, BRS 256 RR and BRS 244 RR). Variance analysis for agronomic characteristics showed that soybean yield components were influenced by the interaction between winter crop and soybean cultivar. Thus, final population, number of nodes and pods per plant, nodes dry matter per plant, number of grains per pod and grain yield were affected significantly. When soybean nodulation was evaluated, the treatment with the area under fallow showed lower values. There was difference among winter crops for BRS 243 RR grain yield, white oat showed the highest values.

KEYWORDS: Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). Roundup Ready. Nodulation. Oilseed radish

REFERÊNCIAS

BELORTE, L. C.; RAMIRO, Z. A.; FARIA, A. M.; MARINO, C. A. B. Danos causados por percevejos (hemiptera: pentatomidae) em cinco cultivares de soja (*glycine max* (l.) merrill, 1917) no município de Araçatuba, SP. **Arquivos Instituto Biológico**, São Paulo, v. 70, n. 2, p. 169-175, 2003.

BOHRER, T. R. J. ; HUNGRIA, M. Avaliação de cultivares de soja quanto à fixação biológica do nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 6, p. 937-952, 1998.

BORKERT, C. M.; GAUDÊNCIO, C. A.; PEREIRA, J. E.; PEREIRA, L. R.; JUNIOR, A. de O. Nutrientes minerais na biomassa da parte aérea em culturas de cobertura de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 1, p. 143-153, 2003.

BRANDT, E. A.; SOUZA, L. C. F. de; VITORINO, A. C. T.; MARCHETTI, M. E. Desempenho agrônômico de soja em função da sucessão de culturas em sistema plantio direto. **Ciências Agrotécnicas**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 869-874, 2006.

BUSSE, M. D.; RATCLIFF, A. W.; SHESTAK, C. J.; POWERS, R. F. Glyphosate toxicity and the effects of long-term vegetation control on soil microbial communities. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 33, n. 12-13, p. 1777-1789, 2001.

Desempenho de cultivares...

GAZOLA, E.; CAVARIANI, C.

CÂMARA, G. M. S. **Soja: Tecnologia da produção**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1998. 293p.

CARVALHO, M. A. C. de; ATHAYDE, M. L. F.; SORATTO, R. P.; ALVES, M. C.; ARF, O. Soja em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional em solo de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 11, p. 1141-1148, 2004.

CASTRO, O. M. de; PRADO, H. do; SEVEDO, A. C. R.; CARDOSO, E. J. B. N. Avaliação da atividade de microorganismo do solo em diferentes sistemas de manejo de solo. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 50, n. 2, p. 212-219, 1993.

CAVARIANI, C.; GAZOLA, E. ; MIRANDA, L. C. Desempenho de cultivares transgênicas de soja em sucessão a culturas de inverno em semeadura direta. In: V Congresso Brasileiro de Soja/Mercosoja 2009, 2009, Goiânia/GO. **Anais**. Brasília: MAPA, 2009.

CORAK, S. J.; FRYE, W. W.; SMITH, M. S. Legume mulch and nitrogen fertilizer effects on soil water and corn production. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v. 55, p. 1395-1400, 1991.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja – Região Central do Brasil – 2008**. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. 280p.

FERREIRA, M. C.; ANDRADE, D. de S.; CHUEIRE, L. M. de O.; TAKEMURA, S. M. T.; HUNGRIA, M. Tillage method and crop rotation effects on the population size and diversity of bradyrhizobia nodulating soybean. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 32, n. 5, p. 627-637, 2000.

FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. dos; VOSS, M.; AMBROSI, I. Rendimento e nodulação de soja em diferentes rotações de espécies anuais de inverno sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 2, p. 349-355, 2000.

FREITAS, P. S. L.; MANTOVANI, E. C.; SEDIYAMA, G. C.; COSTA, L. C. Influência da cobertura de resíduos de culturas nas fases da evaporação direta da água do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 104–111, 2006.

GALLAGHER, R. S.; CARDINA, J.; LOUX, M. Integration of cover crops with postemergence herbicides in no-till corn and soybean. **Weed Science**, Lawrence, v. 51, n. 6, p. 995-1001, 2003.

HUNGRIA, M.; STACEY, G. Molecular signals exchanged between host plants and rhizobia: basic aspects and potential application in agriculture. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 29, n. 5-6, p. 819-830, 1997.

KING, C. A.; PURCELL, L. C.; VORIES, E. D. Plant growth and nitrogenase activity of glyphosate-tolerant soybean in response to foliar glyphosate applications. **Agronomy Journal**, Madison, v. 93, p. 179-186, 2001.

MALTY, J. dos S.; SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. de S. Efeitos do glifosato sobre microrganismos simbiotróficos de soja, em meio de cultura e casa de vegetação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 2, p. 285-291, 2006.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 4. ed. Bern: International Potash Institute, 1987.

MOROTE, C. G. B.; VIDOR, C.; MENDES, N. G.; PEREIRA, J. S. Melhoria da nodulação de soja pela cobertura de solo e inoculação com *Bradyrhizobium japonicum*. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v. 14, n. 2, p. 143-150, 1990.

MOTTA, I. DE S.; BRACCINI, A. DE L. E.; SCAPIM, C. A.; INOUE, M. H.; ÁVILA, M. R.; BRACCINI, M. DO L. Época de semeadura em cinco cultivares de soja. I. Efeito nas características agrônômicas. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1275-1280, 2002.

PADOVAN, M. P.; ALMEIDA, D. L. de; GUERRA, J. G. M.; RIBEIRO, R. de L.D.; NDIAYE, A. Avaliação de cultivares de soja, sob manejo orgânico, para fins de adubação verde e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 12, p. 1705-1710, 2002.

PEIXOTO, C. P. **Análise de crescimento e rendimento de três cultivares de soja em três épocas de semeadura e três densidades de plantio**. 1998. 151 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1998.

RAMBO, L.; COSTA, J. A.; PIRES, L. F.; PARCIANELLO, G.; FERREIRA, F. G. Rendimento de grãos da soja em função do arranjo de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 3, p. 405-411, 2003.

REDDY, K. N. Effects of Cereal and Legume Cover Crop Residues on Weeds, Yield, and Net Return in Soybean (*Glycine max*). **Weed Technology**, Champaign v. 15, n. 4, p. 660-668, 2001.

REDDY, K. N.; HOAGLAND, R. E.; ZABLOTOWICZ, R. M. Effect of glyphosate on growth, chlorophyll, and nodulation in glyphosate-resistant and susceptible soybean (*Glycine max*) varieties. **Journal New Seeds**, Harworth, v. 2, p. 37-52, 2000.

REDDY, K. N.; ZABLOTOWICZ, R. M. Glyphosate-resistant soybean response to various salts of glyphosate and glyphosate accumulation in soybeans nodules. **Weed Science**, Lawrence, v. 51, n. 4, p. 496-502, 2002.

REDDY, K. N.; ZABLOTOWICZ, R. M.; LOCKE, M. A.; KOGER, C. H. Cover crop, tillage, and herbicide effects on weeds, soil properties, microbial populations, and soybean yield. **Weed Science**, Lawrence, v. 51, n. 6, p. 987-994, 2003.

SAFRAS & MERCADO. **Consultoria diz que 57% da safra de soja será transgênica, 2008**. Disponível em http://g1.globo.com/Noticias/Economia_Negocios/0,,MUL270074-9356,00.html

Acesso em: 25 agosto 2008.

SANTOS, A.; FLORES, M. Effects of glyphosate on nitrogen fixation of free-living heterotrophic bacteria. **Letters in Applied Microbiology**, Oxford, v. 2, n. 65, p. 349-352, 1995.

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

SANTOS, H. P. dos; LHAMBY, J. C. B.; WOBEDO, C. Efeito de culturas de inverno em plantio direto sobre a soja cultivada em rotação de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 3, p. 289-295, 1998.

SANTOS, H. P. dos; ROMAN, E. S. Efeitos de culturas de inverno e rotações sobre a soja cultivada em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 59-68, 2001.

SILVA, R. H. da; ROSOLEM, C. A. Influência da cultura anterior e da compactação do solo na absorção de macronutrientes em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 10, p. 1269-1275, 2001.

VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. Fixação biológica do nitrogênio em soja. In: VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. (ed.) **Biologia dos solos de cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1997. p. 295-360.

VIDOR, C.; FREIRE, J. R. J.; SOARES, J.; GODINHO, I.; MENDES, N. G.; KORNELIUS, Z. Especificidade simbiótica entre estirpes de *Rhizobium japonicum* e variedades de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v. 8, n. 1, p. 61-67, 1972.