

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

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

EDUARDO GAZOLA

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp - Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Mestre em
Agronomia (Agricultura)

BOTUCATU-SP
Julho - 2008

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

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

EDUARDO GAZOLA

Orientador: Prof. Dr. Cláudio Cavariani

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp - Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Mestre em
Agronomia (Agricultura)

BOTUCATU-SP
Julho - 2008

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA LAGEADO - BOTUCATU (SP)

G289d Gazola, Eduardo, 1982-
Desempenho de cultivares transgênicas de soja em sucessão a culturas de inverno em semeadura direta / Eduardo Gazola. - Botucatu : [s.n.], 2008.
ix, 83 f. : gráfs., tabs.

Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2008
Orientador: Cláudio Cavariani
Inclui bibliografia

1. Soja transgênica. 2. Semeadura direta. 3. Soja - Variedades. 4. Cultivos agrícolas de inverno. I. Cavariani, Cláudio. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU**

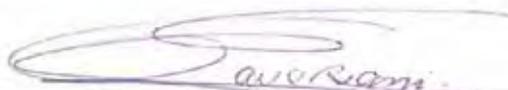
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: DESEMPENHO DE CULTIVARES TRANSGÊNICAS DE SOJA EM
SUCESSÃO A CULTURAS DE INVERNO EM SEMEADURA DIRETA.**

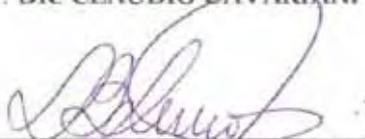
ALUNO: EDUARDO GAZOLA

ORIENTADOR: PROF. DR. CLAUDIO CAVARIANI

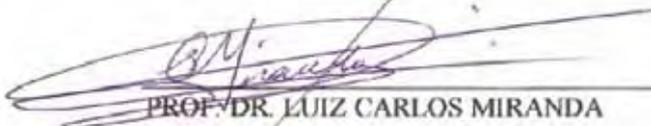
Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. CLAUDIO CAVARIANI



PROF. DR. LEANDRO BORGES LEMOS



PROF. DR. LUIZ CARLOS MIRANDA

Data da Realização: 28 de julho de 2008.

OFEREÇO

Primeiramente a DEUS pela vida e família que me deu e pelas pessoas que colocou no meu caminho.

Agradeço também por me permitir ter estudado em uma ótima Escola durante esses últimos sete anos.

A toda minha família em especial aos meus pais José Ezevaldo Gazola (Dinho) e Maria Elizabeth Cardin Gazola, pelo exemplo de vida, de trabalho e de humildade que são para mim. Aos meus manos Eberval Gazola (Jipe), Elton Gazola (Bugrão) e Edvan Gazola (Careca), as minhas cunhadas Gláucia e Gisele, a minha linda sobrinha Nathália pelo incentivo e carinho. A minha namorada e futura esposa Líia, pelo grande incentivo e apoio em todos os momentos e por todo carinho e amor.

AGRADECIMENTO

Ao Professor Dr. Cláudio Cavariani pela orientação, respeito e amizade.

Ao Prof. Dr. Leandro Borges Lemos pela participação na banca examinadora, pela orientação e amizade durante os anos de graduação.

Ao Prof. Dr. Rogério Farinelli, pela amizade de longa data e sugestões durante a condução desse trabalho.

Ao Dr. Luiz Carlos Miranda pela participação na banca examinadora.

A Embrapa SNT - EN.LDB (Embrapa Serviços de Negócios para Transferência de Tecnologia - Escritório de Negócios de Londrina), pela parceria na condução do trabalho.

Aos Professores do Departamento de Produção Vegetal - Agricultura em especial ao Prof. Dr. João Nagakawa e ao Prof. Dr. Sílvio José Bicuão.

Aos meus amigos da época de graduação de hoje e de sempre Gustavo (Spirro), Fernando (Markito), Rodrigo (Bulbo), Leonard (Dino) e Rafael (Karnak).

Aos amigos e colegas do curso de Pós Graduação da Agricultura.

Aos estagiários e amigos Rodrigo Sousa Sassi, Cláudio Hideo Martins da Costa, Hermelindo Giacom, pelo auxílio na condução dos experimentos.

Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal Vegetal-Agricultura (Vera, Lana, Valéria, Dorival) e aos funcionários do setor de campo (Célio, Casimiro, "Cidão", "Fio", "Seu Nelson", Mateus e Camargo) pela essencial contribuição nas atividades do experimento.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	VII
LISTA DE FIGURAS	IX
1. RESUMO	01
2. SUMMARY	03
3. INTRODUÇÃO.....	05
4. REVISÃO DE LITERATURA	08
4.1 Soja transgênica “Roundup Ready” (RR)	08
4.1 Culturas de inverno.....	09
4.3 Influência da rotação e sucessão de culturas na cultura da soja	12
4.4 Influência da rotação e sucessão de culturas para a nodulação da cultura da soja	17
4.5 Uso do Glifosato na agricultura	19
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
5.1 Local de instalação do experimento	23
5.2 Semeadura e tratos culturais das culturas de inverno	24
5.2.1 Cultura da aveia branca	25
5.2.2 Cultura do nabo forrageiro	25
5.2.3 Cultura da cevada	25
5.2.4 Cultura do trigo.....	26
5.2.5 Cultura da ervilha forrageira.....	26
5.2.6 Área em pousio.....	26
5.3 Semeadura e tratos culturais da cultura da soja.....	27
5.4 Delineamento experimental.....	28
5.5 Determinações para as culturas de inverno e área em pousio	29
5.6 Determinações para a cultura da soja	30
5.6.1 Características agronômicas e componentes de produção.....	30
5.6.2 Diagnose foliar	32
5.7 Análise estatística	32
5.8 Dados climáticos	33
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	35

6.1 Culturas de inverno.....	35
6.2 Cultura da soja.....	37
6.2.1 Características agronômicas e componentes de produção.....	37
6.2.2 Diagnose foliar	54
7. CONCLUSÕES	58
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1. Resultados da análise química do solo da área experimental. Botucatu (SP) 2006/07.	24
2. Cultivares de soja BRS 243 RR, BRS 244 RR, BRS 245 RR, BRS 247 RR, BRS 255 RR e BRS 256 RR e suas principais características, utilizados em experimento de culturas de inverno e cultivares de soja, Botucatu (SP) – 2006/07.....	28
3. Massa da matéria seca da arte aérea e produtividade de grãos de culturas de inverno, Botucatu (SP) – 2006/07.	36
4. Florescimento, ciclo, altura de plantas e inserção de primeira vagem em experimento de culturas de inverno e cultivares de soja, Botucatu (SP) – 2006/07.	39
5. População final de plantas, grau de acamamento, número de nódulos por planta e massa de matéria seca de nódulos por planta, em experimento de culturas de inverno e cultivares de soja, Botucatu (SP) – 2006/07.	40
6. Número de vagens por planta, número de vagens chochas por planta, número de grãos por vagem, massa de grãos e produtividade de grãos, em experimento de culturas de inverno e cultivares de soja, Botucatu (SP) – 2006/07.....	41
7. Desdobramento da interação culturas de inverno x cultivares de soja para a população de plantas, Botucatu (SP) – 2006/07.	43
8. Desdobramento da interação culturas de inverno x cultivares de soja para o número de nódulos por planta, Botucatu (SP) – 2006/07.....	45
9. Desdobramento da interação culturas de inverno x cultivares de soja para a massa de nódulos por planta, Botucatu (SP) – 2006/07.....	45
10. Desdobramento da interação culturas de inverno x cultivares de soja para o número de vagens por planta, Botucatu (SP) – 2006/07... ..	49
11. Desdobramento da interação culturas de inverno x cultivares de soja para o número de grãos por vagem, Botucatu (SP) – 2006/07.....	49
12. Desdobramento da interação culturas de inverno x cultivares de soja para a produtividade de grãos, Botucatu (SP) – 2006/07... ..	51
13. Teores de macronutrientes nas folhas de planta de soja em experimento de culturas de inverno e cultivares de soja, Botucatu (SP) – 2006/07.....	55

14. Desdobramento da interação culturas de inverno x cultivares de soja para teor de Ca, Botucatu (SP) – 2006/07....	57
15. Desdobramento da interação culturas de inverno x cultivares de soja para teor de S, Botucatu (SP) – 2006/07....	57

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
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..	34

1. RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho de cultivares transgênicas de soja (*Glycine max (L.) Merrill*) em sucessão a culturas de inverno na implantação do sistema de semeadura direta. O experimento foi conduzido na área experimental do Departamento de Produção Vegetal, na Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP, Campus de Botucatu-SP, durante o ano agrícola 2006/07. 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 (*Avena sativa* L.), nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.), cevada (*Hordeum vulgare* L.), trigo (*Triticum aestivum* L.) e ervilha forrageira (*Pisum sativum* L.) e área de pousio (vegetação espontânea). As subparcelas foram constituídas por seis cultivares de soja (BRS 243 RR, BRS 245 RR, BRS 247 RR, BRS 255 RR, BRS 256 RR e BRS 244 RR), cedidas pela Embrapa SNT-EN.LDB, totalizando 36 tratamentos. Foram avaliadas, nas espécies de inverno, a massa da matéria seca da parte aérea e a produtividade de grãos, enquanto na soja as características agronômicas como florescimento, ciclo, alturas de plantas e de inserção da primeira vagem, população final de plantas, grau de acamamento, número de vagens chochas, número de nódulos por planta, massa da matéria seca dos nódulos por planta, além dos componentes da produção número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de 100 grãos e a produtividade. Foi avaliado, também, o teor foliar dos macronutrientes N, P, K, Ca, Mg e S das plantas de soja por meio da diagnose foliar.

A cevada, entre as culturas de inverno, foi a que apresentou os maiores valores de produtividade de grãos e de massa de matéria seca, não diferindo, na última avaliação da aveia, da ervilha forrageira e do nabo forrageiro. As características 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 de soja indicaram interação significativa culturas de inverno x cultivares. Quanto as avaliações da nodulação da cultura da soja, o tratamento de pousio revelou os menores valores, apesar do número de nódulos não diferir das demais culturas de inverno para os cultivares BRS 244 RR e BRS 247 RR, da aveia e do trigo para o BRS 245 RR, do trigo para o BRS 243 RR, da aveia, da ervilha forrageira, do trigo e do nabo forrageiro para a BRS 255 RR e da aveia para o cultivar BRS 256 RR. Quanto a produtividade de grãos, foram verificadas diferenças entre as culturas de inverno antecessoras apenas para o cultivar BRS 243 RR, sendo que o tratamento pousio resultou em menor produtividade de grãos, apesar de diferir somente da cultura da aveia que, por sua vez, proporcionou os maiores valores, também diferindo somente do pousio. Entre os cultivares, o BRS 244 RR apresentou os maiores resultados principalmente em sucessão ao pousio e ao nabo forrageiro. Os valores encontrados na diagnose foliar para os macronutrientes são bem próximos dos considerados como ideais, sendo que as culturas antecessoras não causaram grandes mudanças nos teores de macronutrientes da folha da soja.

PERFORMANCE OF TRANSGENIC SOYBEAN CULTIVARS IN SUCCESSION TO WINTER COVER CROPS UNDER NO TILLAGE SYSTEM. Botucatu, 2008. 83p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: EDUARDO GAZOLA

Adviser: CLÁUDIO CAVARIANI

2. SUMMARY

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 present work was carried out on the experimental area of the “Departamento de Ciências Agronômicas”, “Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP”, Botucatu-SP, in 2006/2007, as a partnership with Embrapa SNT – EN.LDB (Embrapa serviços de negócios para transferência de tecnologia – Escritório de negócios de Londrina). 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) which were granted by Embrapa SNT-EN.LDB, totaling 36 treatments. Shoot dry matter and grain yield were evaluated for each winter crop. While the experiment had been carried out, some soybean agronomic characteristics were evaluated like flowering, cycle, first pod insertion and plant height, final population, bending, number of nodes per plant, nodes dry matter per plant and grain yield. Yield components, weight of 100 grains, number of pods and aborted grains per plant and grains per pod were evaluated. N, P, K, Ca, Mg and S levels in soybean tissue were

also evaluated through foliar diagnosis. Among all winter crops evaluated, barley was the one that showed higher values for grain yield and dry matter, however, it did not differ from oat, ground pea and forage turnip in the last evaluation. 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. However, the number of nodes was not different from the ones obtained with another winter crops cultivated before the BRS 244 RR and BRS 247 RR cultivars, oat and wheat before BRS 245 RR, wheat before BRS 243 RR, oat, ground pea, wheat and forage turnip before BRS 255 RR and nor for oat before BRS 256 RR. There was no difference among winter crops for BRS 243 RR grain yield; the area under fallow resulted in lower grain yield, although it differed only from the oat; furthermore, oat showed the highest values, also differing only from the fallow treatment. Among soybean cultivars, the BRS 244 RR showed good results mainly when sown after forage turnip. Macronutrient foliar diagnosis showed adequate values. The winter cover crops did not greatly affect soybean foliar macronutrient level.

Key words: winter crops, transgenic soybean, soybean cultivars, nodulation

3. INTRODUÇÃO

Entre as principais culturas produtoras de grãos, a soja (*Glycine max* (L.) Merrill) tem, há vários anos, destaque devido à sua grande importância econômica para o Brasil e, em consequência, geradora de empregos nos diversos setores da produção. O complexo agroindustrial da soja responde por uma receita cambial direta para o país superior a US\$ 10 bilhões anuais, correspondendo a 8% do total das exportações brasileiras, valor quintuplicado se considerados os benefícios auferidos ao longo da sua extensa cadeia produtiva (EMBRAPA, 2008).

A expansão da cultura e 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. Com o passar dos anos os estudos, cada vez mais aplicados, contemplaram, além do lançamento de inúmeros cultivares, aspectos voltados a nutrição, plantas daninhas, manejo integrado de pragas e doenças e zoneamento agroclimático da cultura da soja.

O plantio direto é caracterizado pelo não revolvimento do solo e a manutenção da sua cobertura por resíduos vegetais com o uso de sistemas de rotação de culturas. Esse sistema, que teve início na Região Sul, tem sido amplamente adotado em todo país com ampliação da área de 2,02 milhões, em 1992, para quase 25,5 milhões de hectares, atualmente (FEBRAPDP, 2007). O cultivo contínuo de uma única espécie agrícola pode

ocasionar, com o passar dos anos, queda na produtividade em decorrência de alterações nas características do solo e propensão das condições do ambiente à multiplicação de pragas e doenças. Assim, reveste-se de importância a prática de rotação de culturas que, pela inclusão de espécies com sistema radicular vigoroso e aportes diferenciados de matéria seca, pode proporcionar alterações das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo e, portanto, elevação da atividade de microorganismos; estes, pela atuação na matéria orgânica, promovem a liberação de nutrientes e aumento da absorção pelo sistema radicular das plantas. Desse modo, é de extrema importância o uso das culturas de inverno para o sucesso do sistema de semeadura direta (RODRIGUES et al., 2003); no entanto, há também, a necessidade de que retorno econômico seja apresentado, com a produção de grãos dessas espécies (SANTOS & REIS, 1991).

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 têm sido realizadas legalmente, há anos em países considerados grandes produtores agrícolas, mas, somente a partir de 2005 foi legalizado no Brasil. A área mundial ocupada com espécies geneticamente modificadas aumentou de 1,7 milhões de hectares, no ano de 1996, para 58,7 milhões de hectares, em 2002, dos quais 62% por cultivares de soja tolerantes a herbicidas (TILLMANN & WEST, 2004). Cerca de 12,2 milhões dos 21,6 milhões de hectares de soja cultivada na safra 2007/08 foram plantadas com cultivares transgênicos, perfazendo um percentual de 57% da área total (SAFRAS & MERCADO, 2008), correspondendo ao maior crescimento absoluto do mundo em adoção dessa tecnologia. O país plantou na referida safra, 3,5 milhões de hectares a mais em relação a safra anterior (ECOPRODUCERS, 2008).

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 estresse hídrico, época de semeadura e adaptações a diferentes agroecossistemas.

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.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Soja transgênica “Roundup Ready” (RR)

A soja transgênica “Roundup Ready” (RR) foi criada pela inserção, por meio de técnicas da biotecnologia, de um gene de outro organismo capaz de torná-la tolerante ao uso de um tipo de herbicida, o glyphosate. O gene inserido (AroA), oriundo do genoma de *Agrobacterium* sp., estirpe CP4, codifica uma variante da enzima EPSPS (CP4 EPSPS), especialmente tolerante à inibição pelo glyphosate (PADGETTE, 1995); é estruturalmente, muito parecido com os genes componentes do genoma de uma planta. Sob tratamento com esse herbicida, as plantas de soja não são afetadas, devido à ação continuada e sistemática dessa enzima alternativa, insensível ao produto, caracterizando a tolerância a esse herbicida que é amplamente utilizado no controle de plantas daninhas. A tecnologia chegou ao campo, pela primeira vez, nos Estados Unidos, na safra de 1996, e possibilitou maior facilidade no controle de plantas daninhas sem afetar a cultura da soja.

No Brasil, somente a partir do dia vinte e quatro de março de 2005 a Constituição Federal regulamentou e estabeleceu normas de segurança e mecanismos de fiscalização de atividades que envolvam organismos geneticamente modificados (OGM) e seus derivados, através da lei nº 11.105; assim, a produção e a comercialização de soja transgênica tornaram-se práticas legais. Quanto aos países, o maior produtor são os Estados

Unidos da América (68 % da área plantada no mundo), seguidos por Argentina (22 %) e Canadá (6 %) (JAMES, 2001 citado por ABUD et al., 2003).

A utilização dessa nova tecnologia tem sido bastante discutida, no Brasil, pelos setores envolvidos na produção. De um lado, contrários à utilização, setores ambientalistas, alegam problemas como, fluxo gênico via pólen, danos a saúde humana e ao ambiente e dependência da empresa detentora da patente. Por outro lado, os setores produtivos e a empresa que detêm a patente, e desenvolveu a tecnologia de soja transgênica na década de 1980, propunham a facilitação nos tratamentos culturais da lavoura, a ampliação do rendimento dos produtores, pela redução do custo decorrente do menor número de pulverizações para controle de plantas daninhas, e a cobrança de 'royalties' devido ao emprego da tecnologia por outras empresas ou pessoas. Além disto, estudos por ela vinculados mostram aumento da produtividade, a eliminação eficiente da mato-competição e a redução no teor de impureza e grau de umidade nos grãos colhidos.

Embora a soja transgênica tenha sido legalizada há pouco tempo no país, houve crescimento expressivo na área cultivada. Grande parte da elevação do seu cultivo decorreu do emprego de sementes ilegais, oriundas principalmente da Argentina, e reproduzidas em território nacional. À despeito da expansão recente, não existem estatísticas de área cultivada com soja transgênica a não ser levantamentos informais realizados por empresas especializadas. James, (2005) estima que cerca de 9,4 milhões de hectares foram semeados com soja transgênica resistente ao herbicida glifosato no Brasil na safra 2004/05. Já Menegatti & Barros (2007) referiram-se à poucas informações referentes a mesma safra, pois as normas para comercialização deste tipo de sementes e o pagamento de royalties ainda suscitam dúvidas, de modo que o setor só poderá comparar seus custos nas próximas safras, já amparado por dispositivos legais para compra de soja transgênica.

4.2 Culturas de inverno

A cobertura de solo por espécies de inverno é imprescindível para a adoção do sistema de plantio direto, em razão da importância no controle da erosão e de

algumas espécies de plantas daninhas, além do fornecimento de cobertura vegetal morta sobre o solo. No Brasil, especialmente nos estados sulinos, favorecido pelo clima, principalmente boa distribuição de chuvas durante o ano, a adoção de sistemas de produção de grãos alternativos à sucessão trigo/soja tem levado ao uso de diversas espécies de inverno. Assim, espécies de inverno, como aveia branca, nabo forrageiro, ervilhaca, ervilha, triticale e cevada entre outras, são usadas para cobertura de solo e muitas vezes, devido à necessidade de geração de renda para o agricultor, para produção de grãos, chamada de segunda safra.

A aveia branca (*Avena sativa* L.) é um cereal de múltiplos propósitos. Essa espécie é utilizada na alimentação humana, devido ao teor de proteínas de qualidade e fibras solúveis, e na alimentação animal, como forragem verde, feno, silagem e na composição de ração. No Sul do Brasil, e em partes do Sudeste e do Centro Oeste, é cultivada como espécie produtora de grãos e de palha para a cobertura do solo, favorecendo a implantação das culturas de verão, especialmente em plantio direto (CECCON et al., 2004). Na cultura da aveia branca, Barbosa Neto et al. (2000) obtiveram as seguintes produtividades de grãos para as cultivares, UPF1 (2.708 kg.ha⁻¹), UFRGS2 (2.065 kg.ha⁻¹), UPF5 (2.736 kg.ha⁻¹), CTC5 (2.812 kg.ha⁻¹). Já Bortolini et al. (2005), estudando o cultivar FAPA 2, obtiveram produção de massa de matéria seca de até 5.500 kg.ha⁻¹.

O nabo forrageiro (*Raphanus sativus* (L.) var. *oleiferus* Metzg.), pertencente à família Crucíferas, é uma planta anual, herbácea, ereta, muito ramificada e que pode atingir de 100 a 180 cm de altura (DERPSCH & CALEGARI, 1992); seu sistema radicular é pivotante e profundo, podendo alcançar 2,0 metros de profundidade, e possui elevada capacidade de reciclar nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo. Caracteriza-se pelo crescimento inicial extremamente rápido, e promove aos 60 dias após a emergência, a cobertura de 70% do solo (CALEGARI, 1990). A espécie tem sido empregada nas regiões Sul e Centro-Oeste do Brasil, e no Estado de São Paulo, como material para adubação verde de inverno, planta de cobertura e, mais recentemente, como biocombustível devido a alta porcentagem de óleo na composição de grão. Para essa cultura, Giacomini et al. (2003) obtiveram valores de massa de matéria seca de 4.323 kg.ha⁻¹, enquanto Crusciol et al. (2005) observaram 3.000 kg.ha⁻¹.

A cevada (*Hordeum vulgare* sp. vulgare) é um cereal de inverno que ocupa a quarta posição, em ordem de importância econômica, mundial. O grão é utilizado na industrialização de bebidas (cerveja e destilados), na composição de farinhas ou flocos para panificação e na produção de medicamentos. A cevada é ainda empregada em alimentação animal como forragem verde e na fabricação de ração. No Brasil, a malteação é o principal uso econômico da cevada, já que o país produz apenas 30% da demanda da indústria cervejeira. O ciclo é, aproximadamente, de 100 a 140 dias, e porte herbáceo de 60 a 110 cm de altura. A produção brasileira de cevada está concentrada nos Estados da região Sul do Brasil, Sul de São Paulo e com registros de cultivo também nos estados do Centro Oeste, em áreas planas de maiores altitudes sob irrigação. Caierão (2006) estudou o cultivar de cevada MN 743 em trinta e dois locais durante quatro anos, e constatou produtividade média de grãos de 2.903 kg.ha⁻¹. Caierão & Sperotto (2006), com o mesmo propósito mas com os cultivares MN698 e BR2, em sete locais nos anos de 1996, 1997 e 1998, observaram produtividades de grãos de 2.866 kg.ha⁻¹ (MN 698) e 2.697 kg.ha⁻¹ (BR 2), 3.970 kg.ha⁻¹ (MN 698) e 3.311 kg.ha⁻¹ (BR 2), 3.560 kg.ha⁻¹ (MN 698) e 3.503 kg.ha⁻¹ (BR 2), respectivamente.

O trigo (*Triticum aestivum*) é uma planta de ciclo anual, cultivada durante o inverno e a primavera. O grão é consumido na forma de pão, massa alimentícia, bolo e biscoito. O trigo ocupa o primeiro lugar em volume de produção mundial. No Brasil, é cultivado nas regiões Sul (Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná), Sudeste (Minas Gerais e São Paulo) e Centro-oeste (Mato Grosso do Sul, Goiás e Distrito Federal). Cerca de 90% da produção de trigo está no Sul do Brasil. O cereal vem sendo introduzido, paulatinamente, na região do cerrado, sob irrigação ou sequeiro. A cultura da soja, semeada após o trigo, talvez seja a primeira sucessão realizada com êxito no Brasil; apesar de praticada há muito tempo na região Sul, ainda é bastante utilizada mas agora num sistema de rotação de culturas. Del Luca et al. (2003), estudando a cultura do trigo, obtiveram rendimento de matéria seca e produtividades de grãos dos seguintes genótipos BRS 176 (1.420 e 3.784 kg.ha⁻¹), BRS 177 (1.418 e 3.465 kg.ha⁻¹), BRS Figueira (1.397 e 3.311 kg.ha⁻¹), PF 90132 (1.315 e 2.846 kg.ha⁻¹), PF 970285 (1.167 e 2.962 kg.ha⁻¹) e PF 970291 (1.261 e 3.102 kg.ha⁻¹).

Tendo em vista essa importância, estudando cereais de inverno, Bortolini et al. (2004), obtiveram, para a cultura da cevada, rendimentos de matéria seca de

1.897 kg.ha⁻¹ e 1.860 kg.ha⁻¹ e produtividades de grãos de 2.573 kg.ha⁻¹ e 1.603 kg.ha⁻¹ para os cultivares BR 2 e Carazinho, respectivamente. Para a cultura do trigo, o cultivar BR 35 apresentou valores de rendimento de matéria seca e produtividade de grãos de 1.512 e 3.716 kg.ha⁻¹, respectivamente.

A ervilha forrageira (*Pisum sativum L.*) é uma leguminosa indicada para adubação verde e para cobertura de solo, no inverno. Constitui alternativa vantajosa no Sul do Brasil devido ao rápido crescimento inicial, precocidade e uniformidade; adicionalmente, reduz a dependência das culturas subseqüentes em fertilizantes químicos, especialmente nitrogênio (N), bem como reduz custos de produção e impactos ambientais. A precocidade e uniformidade de desenvolvimento permitem reduzir o uso de herbicidas dessecantes em sistema de plantio direto. Apresenta alta produção de biomassa, cerca de 10.000 kg.ha⁻¹ de matéria verde, alcançando cerca de 3.000 kg.ha⁻¹ de matéria seca no estágio de 50 % da floração. A aptidão dos grãos para a formulação de ração animal, principalmente suínos, pode ser também mais uma alternativa de utilização. Tomm et al. (2002) observaram valores de massa de matéria seca e produtividade de grãos de 2.713 kg.ha⁻¹ e 686 kg.ha⁻¹ respectivamente, para o cultivar BRS Forrageira.

4.3 Influência da rotação e sucessão de culturas na cultura da soja

A adoção do sistema de plantio direto na cultura da soja requer vários pré-requisitos, sendo as culturas envolvidas na rotação uns dos principais e que devem ser previamente estudadas. Dessa maneira, quanto à escolha da cultura de inverno, deve haver flexibilidade de modo a atender as particularidades regionais e as perspectivas de comercialização dos produtos; e 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 (EMBRAPA, 2004).

A palhada de cobertura do solo, considerando a semeadura direta, destaca-se por proporcionar condições químicas, físicas e biológicas do solo, além de controlar o processo erosivo, uma vez que evita a desagregação das partículas e o selamento superficial, aumentando a infiltração de água e diminuindo o escoamento superficial. A eficácia da

semeadura direta está relacionada, entre outros fatores, com a quantidade e qualidade de resíduos produzidos pelas plantas de cobertura (TORRES et al., 2005). A prática de rotação de culturas pode ser importante no controle de pragas de doenças e plantas daninhas (BORKERT et al., 2003) e, também, como forma de manejo da fertilidade do solo pela capacidade de reciclar os nutrientes minerais da camada superficial que tenham percolado para horizontes abaixo dela (ALCÂNTARA et al., 2000).

Conforme Mengel & Kirkby (1987), as plantas possuem capacidades específicas de retirar nutrientes do solo e explorar diferentes profundidades do perfil, de modo que a rotação de culturas propicia a ciclagem de nutrientes de forma mais efetiva. Os resíduos de leguminosas têm grande importância como fornecedores de N; podem contribuir para a diminuição da acidez e da relação C/N da matéria orgânica do solo, além de proporcionar a redistribuição do potássio. Em contrapartida, os resíduos das gramíneas promovem a melhoria do solo por possuírem maior conteúdo de lignina; assim possibilitam aumento em ácidos carboxílicos e ácidos húmicos nos substratos (PRIMAVESI, 1982), favorecem a estruturação e a estabilidade dos agregados do solo (FASSBENDER & BORNEMISZA, 1994).

Silva & Rosolem (2001) em avaliação de diversas culturas anteriores sobre a absorção de nutrientes da soja, verificaram, após o pousio, que as plantas de soja apresentaram menor acúmulo de N, K, Ca, Mg e S, mostrando, assim, que o cultivo anterior pode promover maior eficiência no acúmulo dos nutrientes na parte aérea da planta. Muzilli (1985) também referiu-se a alterações nas propriedades químicas do solo, com efeitos diretos na fertilidade e na eficiência de aproveitamento de nutrientes pelas plantas, quando do cultivo de várias espécies. Portanto, devido a esses aspectos, o cultivo de espécies anteriores pode apresentar diferentes efeitos sobre o desempenho da cultura seguinte (PÖTTKER & ROMAN, 1994; JESSOP & STEWART, 1983; LYNCH, 1984).

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; os resultados foram justificados pelo menor estabelecimento e população de planta de soja naquele tratamento, influenciados pela menor produção de biomassa. Já Guimarães et al. (2003) avaliando a influência de culturas de cobertura de inverno e do pousio sobre a cultura da soja em sucessão, não encontraram diferenças para a produtividade de grãos.

Santos et al. (1991a) estudaram, em Passo Fundo-RS, o efeito de nove rotações de culturas (1- monocultura de trigo/soja, 2 - trigo/soja, colza/soja, cevada/soja e tremoço/milho, 3 - colza/soja, cevada/soja, tremoço/milho e trigo/soja, 4 - cevada/soja, tremoço/milho, trigo/soja e colza/soja, 5 - aveia rolada/soja, ervilhaca/milho e trigo/soja, 6 - trigo/soja, aveia rolada/soja e ervilhaca/milho, 7 - trigo/soja, colza/soja, linho/soja e tremoço/milho, 8 - colza/soja, linho/soja, tremoço/milho e trigo/soja e 9 - linho/soja, tremoço/milho, trigo/soja e colza/soja) sobre o rendimento de grãos e outras características agronômicas do cultivar de soja BR 4 em semeadura direta. Observaram maior produtividade de grãos da soja, na média das três safras, quando utilizada a rotação trigo/soja, colza/soja, linho/soja e tremoço/milho com 2.782 kg.ha^{-1} . Já, considerando o número de vagens por planta, não detectaram diferenças nas médias anuais e na média geral dos anos. Em relação a altura de plantas, as rotações 8 e 3 apresentaram menores valores em todos os anos e na média geral (75,6 e 75,4 cm respectivamente), diferindo estatisticamente das demais.

Edwards et al. (1988) estudaram a influência da rotação de culturas sobre a produtividade de grãos no cultivo da soja; os tratamentos constaram de 3 rotações (soja/soja, soja/milho, trigo/soja/milho), sendo observado, durante quatros anos, maior produtividade de grãos de soja quando empregada a rotação soja/milho, com 2.295, 2.999, 2069 e 2634 kg.ha^{-1} , nos anos de 1981, 1982, 1983 e 1984, respectivamente.

A produtividade de grãos de soja não foi alterada quando Torres et al. (2004) comparou a sucessão soja/trigo com algumas rotações envolvendo tremoço, milho e aveia com a soja durante alguns anos. Johnson et al. (1998) também não encontraram diferenças para produtividade de grãos de soja, semeada após aveia e centeio.

Tanaka et al. (1992), em Paraguaçu Paulista, estudaram o efeito de adubos verdes e orgânico (crotalária, mucuna preta, guandu, lab-lab e esterco de galinha) sobre a produtividade da soja e observaram maiores valores quando a soja foi semeada após a crotalária, esterco de galinha e mucuna-preta, com produtividade de grãos de 2.722, 2.548 e 2.495 kg.ha^{-1} , respectivamente, diferenciando-se estatisticamente, dos demais. Já SANTOS et al. (1994) avaliaram o efeito de espécies de inverno (aveia branca, cevada, linho e trigo) em rotações de cultura, sobre a produtividade de grãos e algumas características agronômicas na cultura da soja; observaram que a soja cultivada após a sucessão aveia branca, trigo, tremoço e

cevada, apresentou menor altura de plantas (69,0 cm), se comparada com a antecedida pela sucessão cevada, aveia branca, trigo e tremoço (72,8 cm) ou com a sucessão trigo, tremoço, cevada e aveia branca (72,9 cm). Em relação a produtividade de grãos, constataram diferenças significativas para as médias conjuntas apenas entre 1986 e 1989, sendo que a maior produtividade de grãos ocorreu nos tratamentos em que a soja foi cultivada após a sucessão trigo e ervilhaca (2.868 kg.ha^{-1}).

Em experimento de rotação de culturas, conduzido em Pindorama-SP, Mascarenhas et al. (1998) avaliaram o efeito da rotação entre as culturas do arroz, milho e soja, com e sem crotalária juncea usada como planta de cobertura no inverno, no final do terceiro ano sobre a produtividade de grãos. Para a cultura da soja não observaram diferença significativa na produtividade de grãos; no entanto, os dois tratamentos com crotalária juncea apresentaram maiores valores, 4.694 kg.ha^{-1} e 4.610 kg.ha^{-1} , nas rotações arroz/crotalária juncea (1º ano), milho (2º ano), soja (3º ano) e arroz/crotalária juncea (1º ano), milho (2º ano), soja/crotalária juncea (3º ano), respectivamente.

Com a intenção de comparar diferentes culturas antecessoras quanto ao rendimento de grãos de soja, Fontaneli et al. (2000) instalaram experimentos no município de Passo Fundo-RS, sendo que os tratamentos constaram de quatro seqüências com diferentes culturas e espécies forrageiras de inverno (aveia branca, aveia preta pastejada, aveia preta + ervilhaca pastejada e trigo), e soja semeada em sucessão sob plantio direto. Observaram que somente no ano agrícola de 1991/92, quando iniciaram as análises, houve diferença significativa para produtividade de grãos em razão da cultura antecessora, sendo que os maiores rendimentos ocorreram quando a soja foi cultivada após aveia preta + ervilhaca pastejada (3.002 kg.ha^{-1}) e após trigo (2.568 kg.ha^{-1}).

Santos & Lhamby (2001) avaliaram o efeito da cultura anterior em diferentes sucessões sobre o rendimento de grãos e altura de plantas de soja, utilizando os cultivares BRS 4 de 1987 a 1992 e BRS 16 de 1993 a 1995. Nesse período não detectaram diferenças significativas entre as médias conjuntas para os componentes de rendimento (número de vagens, número de grãos e peso de grãos por planta), população final de plantas, peso de 1.000 grãos e altura de inserção das primeiras vagens da soja, o mesmo acontecendo para altura de planta entre os anos 1990 a 1995. Na média conjunta dos anos 1987 a 1989, a

soja cultivada após trigo, nos sistemas VI (trigo/soja, trigo/soja, aveia branca/soja, linho/soja e ervilhaca/milho, de 1987 a 1989, e trigo/soja, trigo/soja, girassol ou aveia preta/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho ou sorgo, de 1990 a 1995), III (trigo/soja, aveia preta ou aveia branca/soja e ervilhaca/milho ou sorgo), V (trigo/soja, trigo/soja, aveia preta ou aveia branca/soja e ervilhaca/milho ou sorgo), IV (trigo/soja, aveia branca/soja, linho/soja e ervilhaca/milho, de 1987 a 1989, e trigo/soja, girassol ou aveia preta/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho ou sorgo, de 1990 a 1995) e II (trigo/soja, de 1987 a 1989, e trigo/soja e ervilhaca/milho ou sorgo, de 1990 a 1995) e após aveia preta no sistema V, apresentaram maiores produtividade de grãos, com 2.843, 2.817, 2.683, 2.589, 2.566 e 2.382 kg.ha⁻¹, respectivamente. Em relação à altura de plantas de 1987 a 1989 observaram que a soja cultivada após linho no sistema VI e IV apresentou os menores valores, 86 e 87 cm respectivamente.

Oliveira (2002), em Avaré-SP, no ano agrícola 2000/2001, estudou os efeitos dos sistemas de manejo e das culturas antecessoras usadas como cobertura do solo (aveia preta, braquiária e tritcale) sobre algumas características da cultura da soja. Observou que o índice da velocidade de emergência de plântulas, que expressa o número de plantas de soja que emergiram por dia, quando em plantio direto, foi maior quando semeada sobre a cultura da aveia preta (19,3), mas não diferindo estatisticamente do tritcale (18,6) e da braquiária (17,4); o mesmo aconteceu com a população final de plantas, expressa em plantas/metro, sendo aveia preta (16,4), tritcale (15,1) e braquiária (15,1). Para o peso de mil e produtividade de grãos de soja, a aveia preta novamente se comportou como a melhor cultura de cobertura do solo com valores de 150,6 g e 2.507 kg.ha⁻¹, respectivamente.

Carvalho et al. (2004) estudaram, no município de Selvíria-MS, o desempenho da cultura da soja em sucessão a adubos verdes (mucuna preta, guandu, crotalária e milheto) e área em pousio nos sistemas de plantio direto e preparo convencional, sendo empregados os cultivares IAC 17 no primeiro ano e o FT Cristalina no segundo. Observaram que, nos dois anos de cultivo, o milheto apresentou maiores produtividades de matéria seca, com médias de 9.593 e 14.150 kg.ha⁻¹. O guandu foi a espécie que produziu menor quantidade matéria seca. Verificaram, também, que a soja cultivada após a mucuna preta apresentou maiores valores para o número de grãos por vagens no segundo ano no sistema de plantio

direto, com 1,20, seguido da crotalária, milheto, pousio e guandu, com 1,11, 1,07, 1,02 e 0,98, respectivamente. A produtividade de grãos de soja não foi influenciada pelos adubos verdes nos dois sistemas de plantio, o mesmo aconteceu com a massa de 100 grãos.

Santos et al. (2006) avaliaram sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas (sistema I trigo/soja, sistema II trigo/soja e ervilhaca/milho ou sorgo, sistema III trigo/soja, ervilhaca/milho ou sorgo, e aveia branca/soja e sistema IV soja/trigo, milho/ervilhaca e soja e aveia branca) sobre a produtividade de grãos e componentes da produção da soja durante seis anos. Maior produtividade de grãos foi constatada quando a soja foi semeada após o sistema II (2.866 kg.ha⁻¹) diferenciando-se, estatisticamente, dos demais; em relação ao ano de cultivo, detectaram que a safra 2000/01 apresentou valores maiores que os demais, na média geral dos sistemas alcançando 3.324 kg.ha⁻¹. Para a altura de plantas, a safra 2000/01 apresentou o menor valor (80 cm) diferenciando estatisticamente das demais.

4.4 Influência da rotação e sucessão de culturas para a nodulação da cultura da soja

A soja é uma planta nodulífera, isto é, capaz de desenvolver e estabelecer nódulos em seu sistema radicular. Esses nódulos são formados através da associação com algumas bactérias, tornando a soja capaz de utilizar o nitrogênio atmosférico. Atualmente, duas são as espécies de bactérias capazes de nodular as raízes de soja e fixar o N², o *Bradyrhizobium japonicum* e *Bradyrhizobium elkanii*. No Brasil, Franco et al. (1978) estimaram que a fixação biológica de N (FBN) da soja varia de 40 à 206 kg ha⁻¹; já Alves et al. (2006) verificaram que a FBN da soja foi responsável por fixar 193,2 e 175,9 kg.ha⁻¹ de N nas safras 2000/01 e 2001/02 respectivamente.

A fixação biológica do nitrogênio, assim como outros processos biológicos, é diretamente influenciada por fatores abióticos como temperatura, umidade, presença de gases como CO² e O², concentração de nitrogênio mineral no solo, presença de fósforo e acidez (CASTRO et al., 1993). Segundo Hungria et al. (2000), solos de regiões tropicais são deficientes em nitrogênio e, portanto, a fixação biológica de nitrogênio é

essencial para a sustentabilidade num sistema de produção agrícola. No entanto, a fixação pode ser limitada por altas temperaturas, estresse hídrico e acidez do solo, razão da importância do plantio direto e cobertura do solo, pois são práticas que diminuem a temperatura do solo, aumentam a umidade e, em consequência, a nodulação. Portanto, a implantação de diferentes tipos de manejo e culturas antecessoras causa modificações qualitativa e quantitativa no solo, podendo significar diferentes disponibilidades de substrato que, em última instância, vão determinar, favorecendo ou inibindo, o estabelecimento dos diferentes tipos microbianos. A cobertura do solo proporcionada pela semeadura direta vem destacando-se como umas das fontes mais eficientes para melhorar as condições químicas, físicas e biológicas do solo (CARDOSO et al., 1992). Entre tantos outros, são observados efeitos positivos no controle de plantas daninhas, da erosão, na nodulação de soja e na oportunidade de semeadura das culturas em sua melhor época.

Alguns trabalhos têm demonstrado que rotações de cultura e o sistema de plantio direto favorecem a população de *Bradyrhizobium*, a nodulação, a fixação biológica de nitrogênio e o rendimento na cultura da soja (VOSS & SIDIRAS, 1985; HUNGRIA & STACEY, 1997; HUNGRIA et al., 1997). Castro et al. (1993) avaliaram a influência de sistema de preparo de solo (sistema de plantio direto e sistema de plantio convencional) e combinações de culturas de inverno/verão (aveia rotação com milho, crotalária rotação com milho, aveia soja contínua, crotalária soja contínua e mata) sobre a nodulação na cultura da soja; em plantio direto e sobre a rotação com aveia, a soja apresentou maior número de nódulos e maior matéria seca de nódulos por planta, 51 e 533,7 mg respectivamente.

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 no município de Passo Fundo-RS. Já Gallagher et al. (2003) compararam a cultura do trigo e o pousio em relação á produtividade da soja em sucessão; melhores produtividades foram constatadas nas safras de 1994 e 1995 após o trigo, devido ao efeito indireto dos restos culturais daquela espécie sobre a fixação de nitrogênio decorrente da maior colonização pelo *Rhizobium* e consequente nodulação.

Amaral et al. (2006) estudaram o efeito de diferentes manejos (área pastejada à 7 cm, área pastejada à 14 cm, área pastejada à 21 cm, área pastejada à 28 cm, área

não pastejada e área de concentração) de integração lavoura-pecuária (aveia-zevém) sob a nodulação da cultura da soja; observaram maior número de nódulos quando a soja foi cultivada sob área pastejada à 7 cm, com 60 nódulos, mas considerando a massa deles, o maior valor foi sob pastejo a 28 cm, com 230 mg.planta⁻¹.

4.5 Uso do Glifosato na agricultura

O glifosato é um herbicida pós-emergente, pertencente ao grupo químico das glicinas substituídas, classificado como não-seletivo e de ação sistêmica. Apresenta largo espectro de ação, o que possibilita controle de plantas daninhas anuais ou perenes, tanto de folhas largas como estreitas (GALLI & MONTEZUMA, 2005). Com a legalização da utilização e comercialização de variedades geneticamente modificadas, tolerantes a este herbicida, ocorreu aumento no uso de herbicidas à base de glifosato nos sistemas de produção, aumentando também a discussão sobre seus efeitos no ambiente e nos custos de produção das lavouras de soja.

A presença de microrganismos no solo pode ser facilmente influenciada por inúmeros fatores, como propriedades físico-químicas, matéria orgânica, umidade, temperatura, pH, sistemas de manejo e outros (ALEXANDER, 1961; BUCKLEY & SCHMIDT, 2001). Portanto, variações em populações específicas de microrganismos podem ocorrer quando da introdução de alguma prática agrícola que altere significativamente os fatores citados. O efeito tóxico sobre as comunidades microbianas do solo pode ocorrer em virtude da paralisação da síntese dos aminoácidos aromáticos nos microrganismos que possuem a mesma enzima sensível que a planta. Todavia, ao contrário dos resultados obtidos em laboratório, a aplicação do glifosato, na maioria dos experimentos de campo não mostra efeito ou apresenta pequeno estímulo aos microrganismos do solo (GROSSBARD & HARRIS, 1979; ROSLYCKY, 1982). Haney et al. (2000, 2002) verificaram degradação do produto sem impacto negativo sobre a comunidade microbiana do solo.

A simbiose entre plantas de soja e as bactérias do gênero *Bradyrhizobium* é extremamente importante do ponto de vista econômico, pois permite o cultivo de extensas áreas dessa cultura sem a adição de adubos nitrogenados. Essa tecnologia é

resultante de programas de melhoramento vegetal que priorizaram o desenvolvimento de cultivares com alta especificidade com as estirpes de Rhizóbium que apresentam alta eficiência na fixação biológica de nitrogênio. Dessa forma, as práticas agrícolas nessa cultura deverão considerar os impactos sobre o Rhizóbium, a fim de possibilitarem a perpetuação dos simbiotes, sem prejuízos para a associação (SANTOS et al., 1989). Os impactos do glifosato 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 glifosato variam muito em função das espécies estudadas (HAAHTELA et al., 1988; SANTOS & FLORES, 1995).

Trabalhos conduzidos em laboratório indicaram que o glifosato pode afetar as bactérias fixadoras do nitrogênio; porém, apenas quando se aplicam concentrações de glifosato muito acima daquelas passíveis de ocorrer na solução do solo, em condições reais de campo (MOORMAN et al., 1992). Segundo Goring & Laskowski (1982), os herbicidas podem reduzir a nodulação de leguminosas no campo, por inibir a ação de Rhizobium e Bradyrhizobium, a redução é maior quando se utilizam altas doses dos produtos em culturas com tolerância marginal.

Bethlenfalvay et al. (1979), em estudo semelhante, concluíram que mesmo com o uso de herbicidas mais seletivos, aplicados em doses recomendadas, pode ocorrer redução temporária na fixação do N^2 em função da redução da fotossíntese provocada pelo herbicida. Nessa mesma linha, outros autores concluíram que as reduções na nodulação não são necessariamente acompanhadas por perdas de rendimento da cultura (BOLLICH et al., 1984; RENNIE & DUBETZ, 1984). Kapusta & Rouwenhorst (1973) e Moorman (1989) concluíram, ainda, que as aplicações de herbicidas em doses recomendadas não têm reduzido as populações de Bradyrhizobium no solo abaixo do nível necessário para uma nodulação adequada.

Muitas estirpes da família Rhizobiaceae foram testadas na sua habilidade de degradar o glifosato. Todos os organismos testados (7 estirpes de Rhizobium meliloti, Rhizobium leguminosarum, Rhizobium galega, Rhizobium trifolii, Agrobacterium rhizogenes e Agrobacterium tumefaciens) cresceram utilizando glifosato como única fonte de fósforo, embora esse crescimento não tenha sido tão rápido como quando se utilizou o fósforo

inorgânico. Esses resultados sugerem que a habilidade de degradação do glifosato pela família Rhizobiaceae é ampla (LIU et al., 1991).

Apesar da incorporação de genes de tolerância a herbicidas não afetar a simbiose, a regulação de outros genes pode ser alterada pela introdução do gene transgênico, e o herbicida específico pode afetar a bactéria (ZABLOTOWICZ & REDDY, 2004). Há preocupação com os possíveis efeitos da transgenia na microbiota do solo, que podem ocorrer pela liberação de novas proteínas na rizosfera, pela persistência de DNA transgênico em material senescente no solo que interage com a microbiota, e pela transferência de genes para microrganismos indígenas (O'DONNELL & GORRES, 1999).

Outro fator relacionado a utilização do glifosato na cultura da soja transgênica é a questão do custo de produção, quando comparada com cultivares convencionais. Reddy & Whiting (2000) verificaram produções médias e retorno líquidos de 2.770 kg.ha⁻¹ e US\$ 317.ha⁻¹, e de 3020 kg.ha⁻¹ e 407.ha⁻¹ em cultivares de soja convencionais e transgênicos, respectivamente. Já Reddy (2003) não encontraram diferenças para o retorno líquido entre cultivar transgênica resistente ao glifosato (DP 5806 RR) e cultivar convencional (DP 3588). A soja transgênica resultou em menores custos de produção em relação aos cultivares convencionais (MENEGATTI & BARROS, 2007, no Brasil; RANKIN, 1999, nos Estados Unidos e QAIM & TRAXLER, 2002, na Argentina). Já Fernandez & McBride (2003) e Couvillion (2000), em levantamento de rentabilidade, concluíram que a taxa tecnológica (*royalties*) embutida no preço da semente RR compensa as reduções de custos de aplicação do herbicida, não proporcionando, portanto, aumento de rentabilidade para o produtor.

A soja transgênica possibilita redução do uso de herbicidas, diminuição de custos e preservação do meio ambiente. Esse tipo de consideração necessita, no entanto, de uma discussão mais aprofundada. Na Argentina, Qaim & Traxler (2002) indicaram um aumento de 108% na quantidade total de herbicidas utilizada no cultivo da soja RR. Benbrook (2001), ao comparar o uso de herbicidas entre as variedades de soja convencional e tolerante a herbicidas nos EUA, detectou que a variedade RR apresenta um consumo superior (1,37 kg.ha⁻¹) à variedade convencional (1,21 kg/ha), ou 13% maior. Já no Estado de Michigan a quantidade de herbicidas utilizada com a variedade RR é 30% menor em relação às variedades convencionais. A explicação para essas variações está relacionada ao

comportamento distinto das diferentes cultivares de soja RR, em função das respostas diferenciadas em relação às mudanças ambientais de cada região produtora (estresse hídrico, fixação de nitrogênio, solo, cultivo).

Os primeiros trabalhos comparativos de produtividade entre variedades de soja convencional e transgênica foram realizadas nos EUA por Fernandez & McBride (2002) que encontraram acréscimo de 0,3% na produtividade média dos cultivares transgênicos. No entanto, os trabalhos subsequentes mostraram superioridade dos cultivares convencionais, 3,8% (DUFFY, 1999) e 3,7% (DUFFY, 2001) em relação aos transgênicos. Oplinger (1999) encontrou diferenças de produtividades variando de 3% a 12% a favor das variedades convencionais; apesar desses resultados, opinou que os produtores de soja continuarão a aumentar a área plantada com variedades de soja RR devido a facilidade no controle das plantas daninhas em detrimento da maximização da produtividade. Na Argentina, resultados da pesquisa de Qaim & Traxler (2002) indicaram ausência de diferença significativa de produtividade entre a soja RR (3,02 t/ha) e a convencional (3,01 t/ha).

De 1969 a 2003 o aumento da produtividade média da soja foi de 39% nos EUA, de 105% na Argentina e de 118% no Brasil, de 118%. Na safra 2000/01 a produtividade média da soja brasileira ultrapassou a da Argentina e, em 2001/02, ultrapassou também a dos EUA. Nesse período, tanto a Argentina quanto os EUA já cultivavam soja transgênica, enquanto o Brasil mantinha quase toda a produção convencional. Cabe ressaltar que as técnicas de melhoramento tradicional foram dirigidas ao aumento da produtividade, enquanto o melhoramento genético via transgenia direcionou-se à facilidade de manejo e ao desenvolvimento de características adaptadas ao uso de insumos específicos, como o herbicida glifosato, ou seja, diferentes objetivos da pesquisa e do desenvolvimento de novos cultivares podem ter levado a trajetórias tecnológicas e a resultados produtivos distintos (PELAEZ et al., 2004).

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Local de instalação do experimento

O experimento foi instalado e conduzido em 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 Agrônomicas/UNESP, Campus de Botucatu-SP, localizada geograficamente na latitude de 22° 51' S, longitude de 48° 26' W e a 740 metros de altitude. Segundo a classificação de Köeppen, o clima da região é do tipo Cfa, sendo definido como clima temperado (mesotérmico), região constantemente úmida (LOMBARDI NETO & DRUGOWICH, 1994). O solo da área experimental é classificado como Nitossolo Vermelho Estruturado (EMBRAPA, 1999).

A área experimental encontrava-se em pousio, e ocupada anteriormente pela cultura do feijão (safra 2002/03 e 2003/04) e da aveia (safra 2004/05), cultivados sobre preparo convencional do solo. Os resultados da análise química do solo, na profundidade de 0-20 cm antes da instalação do experimento, realizada de acordo com a metodologia de Raij & Quaggio (1983), encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados da análise química do solo da área experimental. Botucatu (SP) 2006/07

pH	M.O. CaCl	P (resina) mg.dm ⁻³	Al ³⁺ -----mmolc.dm ⁻³	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V %	S mg.dm ⁻³
5,4	25	18	1	32	4,9	47	21	73	105	70	28
B		Cu		Fe		Mn		Zn		-----mg.dm ⁻³ -----	
0,41		7,8		14		36,3		2,1			

Verificou-se ausência de necessidade da prática da calagem em função do valor da saturação de bases (V%), de acordo com as recomendações de Mascarenhas & Tanaka (1997) para todas as culturas utilizadas no experimento.

5.2 Semeadura e tratos culturais das culturas de inverno

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 gradagem.

A semeadura para todas as culturas de inverno foi realizada no dia 24/04/2006, utilizando a semeadora Personale-DRILL-13/Semeato.

Para garantir a uniformidade da germinação e emergência de plântulas das culturas de inverno foi realizada irrigação convencional por aspersão, logo após a semeadura, e aos 7 e 15 dias após a semeadura, com uma lâmina de aproximadamente 15 mm a cada turno de rega.

O controle de plantas daninhas em todas as culturas de inverno foi realizado através de capinas manuais.

5.2.1 Cultura da aveia branca

Utilizou-se o cultivar de aveia branca IAC 7. A densidade de semeadura foi definida em aproximadamente 50 sementes/m², com espaçamento entre linhas de 0,17 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. A adubação de plantio constou de aplicação 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. No dia 07/06/2006 foi aplicado o inseticida clorpirifós, na dose de 0,7 L.ha⁻¹ do produto comercial Lorsban 480 BR para o controle do pulgão-das-folhas (*Metopolophium dirhodum*) e pulgão-verde-dos-cereais (*Rhopalosiphum graminum*).

5.2.2 Cultura do nabo forrageiro

A semeadura do nabo forrageiro, cultivar Comum foi definida em aproximadamente 20 kg.ha⁻¹, com espaçamento entre linhas de 0,17 m. Foi realizada adubação de plantio com a aplicação de 120 kg.ha⁻¹ da fórmula comercial 04-30-08 e foi desnecessária a execução de tratamentos fitossanitários durante a condução do experimento.

5.2.3 Cultura da cevada

A implantação da cultura da cevada, cultivar BRS-180, considerou a taxa de semeadura de aproximadamente 50 sementes/m², com espaçamento entre linhas de 0,17 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. Foram aplicados 430 kg.ha⁻¹ da fórmula comercial 04-14-08 como adubação de plantio, e 65 kg.ha⁻¹ de sulfato de amônio como adubação em cobertura. No dia 07/06/2006 realizou-se aplicação do inseticida clorpirifós, na dose de 0,7 L.ha⁻¹ do produto comercial Lorsban 480 BR para o controle do pulgão-das-folhas (*Metopolophium dirhodum*) e pulgão-verde-dos-cereais (*Rhopalosiphum graminum*).

5.2.4 Cultura do trigo

A semeadura do trigo, cultivar IAC-370, foi realizada em taxa de aproximadamente 300 sementes/m², em espaçamento de 0,17 m entre linhas. 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. A adubação de plantio correspondeu à aplicação de 430 kg.ha⁻¹ da fórmula comercial 04-14-08, e a de cobertura à aplicação de 65 kg.ha⁻¹ de sulfato de amônio. No dia 07/06/2006 realizou-se aplicação do inseticida clorpirifós, na dose de 0,7 L.ha⁻¹ do produto comercial Lorsban 480 BR para o controle do pulgão-das-folhas (*Metopolophium dirhodum*) e pulgão-verde-dos-cereais (*Rhopalosiphum graminum*). No dia 27/07/2006 realizou-se aplicação do inseticida metamidofós, na dose de 0,2 L.ha⁻¹ do produto comercial Tamaron, para o controle da lagarta-do-trigo (*Pseudaletia sequax*) e pulgão-da-espiga (*Sitobium avenae*) e do fungicida epoxiconazole + piraclostrobina, na dose de 1,0 L.ha⁻¹ do produto comercial Opera, para o controle preventivo de ferrugem-da-folha (*Puccinia triticina*) e brusone (*Pyricularia grisea*).

5.2.5 Cultura da ervilha forrageira

Utilizou-se o cultivar Comum de ervilha forrageira. A densidade de semeadura foi definida em aproximadamente 20 sementes/m², com espaçamento entre linhas de 0,51 m. Realizou-se adubação de base com aplicação de 120 kg.ha⁻¹ da fórmula comercial 04-30-08. No dia 04/07/2006 foi aplicado inseticida metamidofós, na dose de 0,2 L.ha⁻¹ do produto comercial Tamaron, para o controle de pulgões.

5.2.6 Área em pousio

Na área em pousio não foi realizado nenhum manejo durante a condução do trabalho. Através do levantamento das plantas nas parcelas foi verificada a presença de nabiça (*Raphanus raphanistrum*), trevo (*Oxalis latifolia*), aveia (*Avena sativa* L.), braquiaria (*Brachiaria decumbes*), mamona (*Ricinus communis* L.), carrapicho (*Cenchrus echinatus* L.), picão (*Bidens pilosa* L.). 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 $2,0 \text{ kg.ha}^{-1}$ do produto comercial Roundup WG.

5.3 Semeadura e tratos culturais da cultura da soja

A semeadura dos cultivares de soja (Tabela 2) foi realizada no dia 22/11/2006 sobre sistema de semeadura direta, utilizando a semeadora Personale-DRILL-13/Semeato, dispendo-se 24 sementes por metro de linha, 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. Os cultivares de soja para a realização do experimento foram cedidas pela Embrapa SNT-EM-LDB de Londrina/PR. 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 $2,0 \text{ kg.ha}^{-1}$ 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 $1,0 \text{ L.ha}^{-1}$ do produto comercial Opera e o tebuconazole, na dose de $0,750 \text{ L.ha}^{-1}$ do produto comercial Folicur 200 EC para o controle preventivo principalmente de oídio (*Microsphaera diffusa*), mancha alvo (*Corynespora cassiicola*), ferrugem “asiática” (*Phakopsora pachyrhizi*), antracnose (*Colletotrichum truncatum*), mela (*Rhizoctonia solani*), crestamento foliar (*Cercospora kikuchii*) e mancha-parda (*Septoria glycines*) e os inseticidas metamidofós na dose de $0,500 \text{ L.ha}^{-1}$ do produto comercial Metafós, o deltametirina na dose de $0,400 \text{ L.ha}^{-1}$ do produto comercial Keshet 25 CE e o monocrotofós na dose de $0,750 \text{ L.ha}^{-1}$ do produto comercial Agrophos 400, para o controle especialmente da lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatilis*), percevejo-verde-pequeno (*Piezodorus guildinii*), percevejo verde (*Nezara viridula*), percevejo marrom (*Euchistus heros*). As aplicações dos defensivos foram realizadas com pulverizador de barra nos dias 09/01/2007 (epoxiconazole + piraclostrobina e

metamidofós), 26/01/2007 (tebuconazole e monocrotofós), 16/02/2007 (epoxiconazole + piraclostrobina e deltametirna) e 14/03/2007 (deltametirna).

Tabela 2. Cultivares de soja BRS 243 RR, BRS 244 RR, BRS 245 RR, BRS 247 RR, BRS 255 RR e BRS 256 RR e suas principais características, utilizados em experimento de culturas de inverno e cultivares de soja, Botucatu (SP) – 2006/07.

Cultivares	Genealogia	Maturação	Ciclo total (dias)	Peso de 100 sementes (g)
BRS 243 RR	(Embrapa 59*3 X E96-246) X BRS 66	Precoce	125	12,6
BRS 244 RR	Embrapa 59*3 X E96-246	Semi-Precoce	128	15
BRS 245 RR	BRS 133 (6) X E96-246	Semi-Precoce	131	13,3
BRS 247 RR	BRS 134*4 X (Embrapa 59*2 X E96-246)	Médio	135	12,8
BRS 255 RR	BRS 134(3) X E96-392	Precoce	123	16
BRS 256 RR	(E96-246 X BRS 133) X Conquista	Médio	135	16

5.4 Delineamento experimental

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

5.5 Determinações para as culturas de inverno e área em pousio

a. Massa de matéria seca – foi realizada coletando-se, aleatoriamente, três amostras com área de 0,50 m² por parcela no florescimento pleno, com auxílio de um quadro de madeira. Estas 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.

b. Produtividade de grãos (kg.ha⁻¹) – foi realizada colhendo-se as plantas da área útil de cada parcela experimental, com auxílio de colhedora mecânica de parcelas e posterior pesagem dos grãos, 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 (BRASIL, 1992).

c. Massa de matéria seca da área em pousio – para as parcelas da área em pousio, foi realizada apenas essa avaliação. Foram coletadas, aleatoriamente, três amostras da vegetação espontânea com área de 0,50 m² por parcela no momento do florescimento das outras culturas, com auxílio de um quadro de madeira. Estas foram secas, até atingir massa constante, em estufa de circulação forçada de ar à 60-70°C por 72 horas, convertendo os valores em kg.ha⁻¹.

5.6 Determinações para a cultura da soja

5.6.1 Características agronômicas e componentes de produção

a. Florescimento – número de dias compreendido entre a emergência das plântulas e a presença de 50% das plantas da área útil de cada subparcela experimental no estágio R1, ou seja, com pelo menos uma flor aberta na haste principal, conforme escala proposta por Fehr et al. (1971).

b. Ciclo – número de dias compreendido entre a emergência das plântulas e a presença de 50% das plantas da área útil de cada subparcela experimental no estágio R8, ou seja, maturação plena, conforme escala proposta por Fehr et al. (1971).

c. Altura de plantas (cm) – foi determinado no final do ciclo da cultura, avaliando-se 10 plantas ao acaso na área útil de cada subparcela experimental, medindo-se através de uma régua, a distância compreendida entre do nível do solo (colo da planta) e a extremidade apical da haste principal de cada planta.

d. Altura de inserção da primeira vagem (cm) – foi determinado no final do ciclo da cultura, avaliando-se 10 plantas ao acaso na área útil da cada subparcela experimental, medindo-se através de uma régua, do nível do solo (colo da planta) à inserção da primeira vagem.

e. População final de plantas (mil plantas por hectare) – foi determinado através da contagem das plantas contidas na área útil de cada subparcela experimental, no final do ciclo da cultura.

f. Grau de acamamento – na área útil de cada subparcela experimental, foi utilizada a escala de notas variando de 1 a 5, sendo: 1 = 0% ou nenhuma planta acamada, 2 = 25% de plantas acamadas, 3 = 50% de plantas acamadas, 4 = 75% de plantas acamadas e 5 = 100% de plantas acamadas.

g. 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.

h. 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 (10 plantas).

i. Produtividade de grãos (kg.ha⁻¹) – foi determinada, colhendo-se as plantas da área útil de cada subparcela experimental, com auxílio de colhedora mecânica de parcelas e posterior pesagem dos grãos, 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 (BRASIL, 1992); foram consideradas, também, as 10 plantas coletadas anteriormente para outras avaliações.

No final do ciclo da cultura da soja, foram coletadas 10 plantas ao acaso na área útil de cada subparcela experimental objetivando avaliar os componentes da produção:

j. Número de vagens por planta – foi expressa pela relação entre o número total de vagens e o número total de plantas da amostra.

k. Número de vagens chochas por planta – correspondeu à relação entre o número de vagens chochas e o número total de plantas da amostra.

l. Número de grãos por vagem – fornecida pela relação entre o número total de grãos e o número total de vagens.

m. Massa de 100 grãos – foi 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 $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ por 24 horas (BRASIL, 1992).

5.6.2 Diagnose foliar

a. Teor foliar de macronutrientes - para determinação dos teores de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) foram coletadas as terceiras folhas totalmente desenvolvidas a partir do ápice com pecíolo, de 10 plantas por subparcela, amostradas no estágio de R2 (florescimento pleno), (AMBROSANO et al., 1997). As folhas foram submetidas a uma lavagem rápida com água destilada e colocadas para secagem em estufa com circulação forçada de ar a $60\text{-}70^{\circ}\text{C}$, por 72 horas, sendo em seguida moídas em moinho tipo Willey. A quantidade acumulada de macronutrientes foi avaliada segundo a metodologia descrita por Malavolta et al. (1997).

5.7 Análise estatística

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.

5.8 Dados climáticos

Para colaborar na interpretação e discussão dos resultados obtidos, foram coletados os dados climáticos por meio do Departamento de Recursos Naturais da FCA/UNESP (Figura 1).

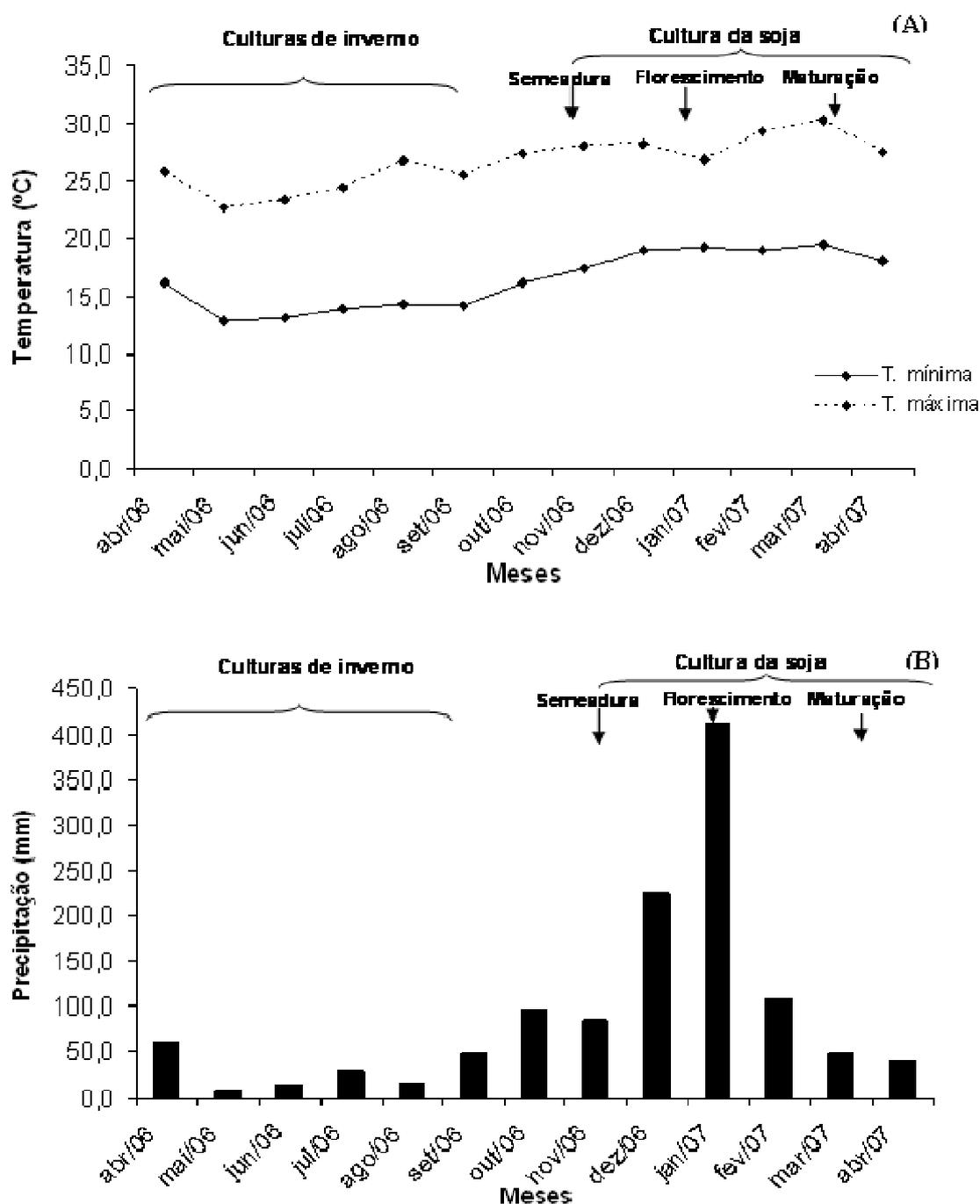


Figura 1. Valores de temperaturas mínimas e máximas médias mensais (A) e precipitação pluvial acumulada por mês (B) na safra 2006/2007 na Fazenda Experimental Lageado, Botucatu-SP. 2006/2007.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Culturas de inverno

Dentre as culturas de inverno utilizadas, a cevada apresentou os valores superiores de massa de matéria seca e de produtividade de grãos, embora sem diferir da aveia, da ervilha forrageira e do nabo forrageiro, tendo em vista aquela avaliação (Tabela 3). A produtividade de grãos para as culturas estudadas pode ser considerada satisfatória, considerando a reduzida precipitação pluvial durante o desenvolvimento das plantas, dos meses de abril a setembro de 2006 (Figura 1). Em estudo com o cultivar de cevada BRS 180, Da Silva et al. (2000) relataram produtividade média de $6.280 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ em experimento de cinco anos de duração; no entanto, ao contrário do presente experimento, a cultura foi conduzida sob irrigação.

A produtividade da cultura do trigo, bastante inferior ao potencial produtivo, foi influenciada pelo intenso ataque de pássaros aos grãos, principalmente na fase de enchimento. Felício et al. (2001), estudando o comportamento de genótipos de trigo em vários locais no Estado de São Paulo, obtiveram com o cultivar IAC-370, o mesmo usado nesse trabalho, produtividade média de $4.126 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ enquanto a verificada foi de $516 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Todavia, resultados obtidos por Camargo et al. (2006) revelaram produtividades de grãos do mesmo cultivar de 1.061 e $3.076 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, em Capão Bonito e Tatuí, respectivamente.

Conforme dados de Benin et al. (2005) a produtividade de aveia branca cultivar IAC-7, média de vários locais e sem aplicação de fungicidas, foi de 2.748 kg.ha⁻¹. Já Seixas et al. (2004), em Jaboticabal-SP, relataram produtividade de 2.191 kg.ha⁻¹ para o mesmo cultivar. Os referidos valores foram superiores ao encontrado no presente estudo, que foi de 1.859 kg.ha⁻¹ (Tabela 1), sem utilização de fungicidas. Também a produção de massa de matéria seca, de 2.929 kg.ha⁻¹, foi inferior ao relatado pela literatura, fato ocorrido devido a baixa precipitação pluvial (Figura 1), pois Kolchinski & Schuch (2003) relataram valores de até 7.618 kg.ha⁻¹ de massa de matéria seca de aveia branca.

A produtividade de grãos de nabo forrageiro, de 414 kg.ha⁻¹, pode ser considerada adequada, tendo em vista que Derpsch & Calegari, (1992) relataram valores em torno de 300 a 450 kg.ha⁻¹, no município de Londrina – PR. Resultados obtidos por Sá (2005), também em Botucatu, revelaram produtividades ainda menores, da ordem de 5 a 123 kg.ha⁻¹.

A área mantida em pousio produziu reduzida massa de matéria seca, sem diferir, no entanto, da verificada com trigo, nabo forrageiro e ervilha forrageira. Foi observado, também, que apesar de produzir certa quantidade de massa seca, as parcelas em pousio apresentaram desuniformidade da cobertura do solo, de modo que alguns locais permaneceram sem cobertura durante todo o período de inverno.

Tabela 3. 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.

6.2 Cultura da soja

6.2.1 Características agronômicas e componentes de produção

O resultado da análise de variância dos dados das características agronômicas e dos componentes de produção revelou interações significativas cultura de inverno x cultivares de soja 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 (Tabela 4, 5 e 6).

O florescimento não foi influenciado pelas espécies de inverno cultivadas anteriormente (Tabela 4), pois essa característica é afetada por fatores ambientais, principalmente água, temperatura e fotoperíodo. A floração da soja somente é induzida quando ocorrem temperaturas acima da temperatura base que, para os cultivares brasileiros, estima-se ser de cerca de 13°C, fato ocorrido durante todo o período da condução da cultura da soja (Figura 1A), além da sensibilidade à duração do período de escuro, para indução da formação de botões florais. O comportamento dos cultivares, tendo em vista a duração de seus ciclos, ocorre conforme descritos em Embrapa (2006); os cultivares classificadas como de ciclo precoce, BRS 243 RR e BRS 255 RR, necessitaram de menor número de dias para o florescimento, os de ciclo médio, BRS 247 RR e BRS 256 RR, necessitaram de mais dias e as de ciclo semi-precoce, BRS 245 RR e BRS 244 RR, valores intermediários. As diferenças entre datas do florescimento dos cultivares foram devidas a sensibilidade que cada uma deles tem ao fotoperíodo, ou seja, cada cultivar possui seu fotoperíodo crítico, portanto, o florescimento só ocorre quando a ambiente proporciona esse valor.

Apesar da ausência de influência no florescimento da soja, as culturas de inverno interferiram no ciclo da cultura, merecendo destaque a área mantida em pousio que, apesar de não diferir do nabo forrageiro, da cevada e da ervilha forrageira, causou adiantamento do ciclo da soja, em torno de 120 dias para ser atingida a maturação fisiológica; o fato pode ser conseqüência da menor produção e da desuniformidade de massa vegetal verificada nesse tratamento (Tabela 3), e decorrentes da reduzida cobertura das parcelas e propensão a não manutenção da água no solo. Conforme Sauer et al. (1996) em estudo sobre evaporação da água de solos com cobertura, sem cobertura e parcialmente coberto por

resíduos vegetais, os tratamentos com resíduos resultaram em diminuição de até 50% na evaporação de água do solo. Freitas et al. (2006) citaram como vantagens do sistema de semeadura direta e uso de rotação de culturas os benéficos sobre as propriedades do solo, com o maior controle da erosão, a redução das perdas de água por escoamento superficial e, principalmente, o aumento da disponibilidade hídrica para as culturas envolvidas no sistema.

Em relação ao ciclo foi observado, contrariamente ao florescimento, que alguns cultivares não obedeceram ao estipulado por grupos de maturação; era esperado que o cultivar BRS 247 RR, de ciclo médio, o mais longo entre os cultivares estudados, deveria apresentar os maiores valores; no entanto, constatou-se redução de seu ciclo, sendo menos precoce apenas que o cultivar BRS 255 RR. De modo geral, todos os cultivares tiveram antecipação da maturação (Tabela 4) pois de acordo com a classificação constante em Embrapa (2006), os cultivares BRS 244 RR, BRS 245 RR, BRS 243 RR, BRS 255 RR, BRS 247 RR e BRS 256 RR, deveriam apresentar ciclos de 128, 131, 125, 123, 135 e 135 dias respectivamente, enquanto que o verificado foi de 125, 123, 123, 111, 121, 132 dias respectivamente, no entanto, essa variação pode ser considerada normal pois as condições climáticas e principalmente a altitude de cada local de produção afetam essa característica. Segundo Câmara (1998), a maturação pode ser acelerada por ocorrência de altas temperaturas. Como observado na Figura 1A, justamente no período em que ocorreu a maturação, março e abril e no mês anterior, fevereiro, foram registradas as temperaturas mais elevadas durante a condução do experimento, o que provavelmente causou o encurtamento do ciclo das cultivares de soja.

As alturas de plantas e da inserção da primeira vagem são características relacionadas diretamente com a eficiência da colheita, ou seja, plantas com altura média entre 60 e 80 cm e altura da inserção da primeira vagem em torno de 12 a 15 cm, segundo Cartter & Hartwing (1962) e Yokomizo (1999), permitem eficiente colheita mecanizada por diminuir o risco de acamamento e de perdas na colheita. Tendo em vista esse aspecto, foi observado valores adequados ou próximos a ele, para colheita mecânica (Tabela 4).

Tabela 4. Florescimento, ciclo, altura de plantas e inserção de primeira vagem em experimento de culturas de inverno e cultivares de soja, Botucatu (SP) – 2006/07.

	Florescimento (dias)	Ciclo (dias)	Altura de planta (cm)	Inserção 1ª vagem (cm)
Culturas de inverno				
Aveia	52,5 a	123,8 a	81,62 a	17,04 a
Ervilha Forrageira	52,5 a	123,2 ab	83,42 a	16,53 a
Trigo	52,5 a	123,5 a	83,93 a	17,70 a
Cevada	52,3 a	123,2 ab	80,28 a	17,84 a
Pousio	52,7 a	120,2 b	78,66 ab	17,28 a
Nabo forrageiro	52,4 a	121,4 ab	73,29 b	18,64 a
Cultivares				
BRS 243 RR	48,5 d	123,3 bc	74,11 c	15,61 b
BRS 244 RR	52,2 c	124,6 b	74,54 c	16,35 b
BRS 245 RR	52,0 c	123,1 c	81,27 b	16,61 b
BRS 247 RR	57,1 b	121,3 d	73,71 c	15,37 b
BRS 255 RR	45,5 e	111,5 e	84,92 b	16,72 b
BRS 256 RR	59,7 a	131,6 a	92,65 a	24,38 a
Teste F				
Cultura inverno (C)	0,13 ^{ns}	4,27*	8,92**	0,41 ^{ns}
Cultivares (S)	186,26 **	400,55**	33,33**	62,12**
C x S	0,31 ^{ns}	1,60 ^{ns}	0,87 ^{ns}	1,42 ^{ns}
D.M.S.				
Cultura inverno	1,60	3,17	6,02	2,74
Cultivares	1,58	1,33	5,43	1,78
CV(%) Inverno	3,26	2,76	8,00	16,67
CV(%) Cultivar	5,59	1,29	8,05	12,10

^{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 1%.

Tabela 5. População final de plantas, grau de acamamento, número de nódulos por planta e massa de matéria seca de nódulos por planta, em experimento de culturas de inverno e cultivares de soja, Botucatu (SP) – 2006/07.

	População final de plantas (mil plantas)	Grau de acamamento ¹ (escala)	Nódulos por planta (número)	Massa de matéria seca nódulo por planta (mg)
Culturas de inverno				
Aveia	349 a	1	41,14 bc	145,19 ab
Ervilha Forrageira	349 a	1	49,06 ab	140,99 abc
Trigo	371 a	1	44,58 abc	132,18 bc
Cevada	364 a	1	58,03 a	149,95 ab
Pousio	249 b	1	33,37 c	101,00 c
Nabo forrageiro	357 a	1	57,94 a	179,88 a
Cultivares				
BRS 243 RR	261 d	1	42,79 b	120,23 b
BRS 244 RR	384 a	1	43,93 b	113,10 b
BRS 245 RR	343 bc	1	39,66 b	131,64 b
BRS 247 RR	356 b	1	39,33 b	137,24 b
BRS 255 RR	361 b	2	41,97 b	111,19 b
BRS 256 RR	326 c	1	77,45 a	235,79 a
Teste F				
Cultura inverno (C)	29,72**	-	8,21 **	7,64 **
Cultivares (S)	58,37**	-	42,83**	54,21**
C x S	2,08**	-	2,06**	4,68**
D.M.S.				
Cultura inverno (C)	41	-	15,56	42,61
Cultivares (S)	23	-	9,35	26,46
CV(%) Inverno	12,98	-	35,02	32,09
CV(%) Cultivar	8,09	-	23,47	22,23

^{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 1%.

⁽¹⁾ Escala - 1 = 0% ou nenhuma planta acamada, 2 = 25% de plantas acamadas, 3 = 50% de plantas acamadas, 4 = 75% de plantas acamadas e 5 = 100% de plantas acamadas.

Tabela 6. Número de vagens por planta, número de vagens chochas por planta, número de grãos por vagem, massa de grãos e produtividade de grãos, em experimento de culturas de inverno e cultivares de soja, Botucatu (SP) – 2006/07.

	Vagens por planta (número)	Vagens chochas Por planta (número)	Grãos por vagem (número)	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade de grãos (kg.ha ⁻¹)
Culturas de inverno					
Aveia	40,77 a	3,75 a	1,80 a	17,70 a	3.683 a
Ervilha Forrageira	42,05 a	3,77 a	1,80 a	17,65 a	3.575 a
Trigo	38,46 a	3,85 a	1,77 a	17,30 a	3.491 a
Cevada	37,60 a	3,66 a	1,70 a	17,89 a	3.461 a
Pousio	43,21 a	4,36 a	1,79 a	16,63 a	3.228 a
Nabo forrageiro	39,02 a	4,25 a	1,69 a	16,09 a	3.093 a
Cultivares					
BRS 243 RR	50,89 a	4,37 ab	1,74 ab	16,95 b	3.434 ab
BRS 244 RR	34,12 d	3,36 b	1,83 a	17,40 b	3.651 a
BRS 245 RR	39,70 bc	4,02 ab	1,78 ab	16,72 b	3.511 ab
BRS 247 RR	42,19 b	3,35 b	1,74 ab	15,47 c	3.339 b
BRS 255 RR	36,94 cd	3,77 ab	1,75 ab	19,78 a	3.362 ab
BRS 256 RR	37,26 cd	4,77 a	1,70 b	19,94 b	3.234 b
Teste F					
Cultura inverno (C)	2,01 ^{ns}	1,04 ^{ns}	3,36*	2,31 ^{ns}	1,22 ^{ns}
Cultivares (S)	38,97**	4,62**	3,65*	37,45**	4,25**
C x S	2,47**	0,70 ^{ns}	2,08**	1,26 ^{ns}	1,83*
D.M.S.					
Cultura inverno (C)	7,10	1,30	0,13	2,14	918,03
Cultivares (S)	3,90	1,08	0,09	0,95	291,47
CV(%) Inverno	18,84	35,23	7,68	13,28	28,60
CV(%) Cultivar	11,54	32,61	6,24	6,59	10,13

^{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 1%.

As culturas de inverno influenciaram a altura final da planta, mas não a da inserção da primeira vagem (Tabela 4). Alguns fatores podem causar redução na altura da planta, como, a menor quantidade de palha, com prejuízos ao estabelecimento da cultura da soja (SANTOS et al., 1998), liberação de substâncias inibidoras de crescimento e de desenvolvimento de soja durante a decomposição da palhada das culturas antecessoras (ALMEIDA 1988); Santos et al. (1994) atribuíram essa, a causa da obtenção de menores estaturas de plantas soja, quando cultivadas após rotações contendo aveia branca. Além disso, deficiências minerais podem também, causar redução da altura de plantas. A cultura do nabo forrageiro, apesar de não diferir do pousio, proporcionou, para a cultura da soja, menor altura

de plantas; entre as possíveis causas desses efeitos, a cobertura do solo inferior é a mais visível, principalmente para o pousio (Tabela 3), além da desuniformidade da cobertura. Em relação ao estado nutricional, foi observado quando semeadas após o nabo forrageiro, para a maioria dos cultivares, menor teor S das plantas em relação às demais culturas de inverno (Tabela 15).

Santos & Roman (2001) conduziram experimentos no Rio Grande do Sul para estudar os efeitos de diferentes culturas antecessoras sobre a altura de plantas de soja em plantio direto. Observaram, em Passo Fundo, de 1984/85 a 1988/89, efeito significativo do tipo de sucessão para estaturas de planta de soja após culturas de inverno; já, em Coxilha, observaram que a soja cultivada após a aveia branca no sistema de rotação (soja/trigo, soja/aveia branca e pastagem de milheto/pastagem de aveia preta + azevém + ervilhaca sob plantio direto no inverno e no verão) apresentou o menor valor, com 55 cm de altura.

Os cultivares de hábito de crescimento determinado possuem maior crescimento em altura até o florescimento e, portanto, 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. Marchiori et al. (1999) e Motta et al. (2002) observaram que cultivares de ciclo mais tardios apresentaram plantas com maiores alturas, fato verificado para o cultivar BRS 256 RR, classificada como ciclo médio, o mais tardio entre os cultivares, que apresentou a maior altura de plantas. O cultivar BRS 247 RR, apesar de também ser classificada como de ciclo médio, obteve menor estatura, devido a redução de seu ciclo, causado pela sensibilidade ao fotoperíodo (Tabela 4).

Os valores da altura de inserção da primeira vagem foram bem próximos entre os cultivares, exceto o cultivar BRS 256 RR que diferiu das demais, com o maior valor médio. O ocorrido pode ser explicado pela maior altura das plantas desse cultivar, acima de 0,90m (Tabela 4), também diferente dos demais nessa característica. 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. Resultados de pesquisa desenvolvida em Passo Fundo, RS, nas safras de 1983/84 à 1987/88, evidenciaram que a soja, em sucessão ao trigo e ao linho apresentou maior altura de plantas em relação às antecessoras por tremoço e colza, sem efeitos na altura de inserção de vagens em função das culturas antecessoras a soja (SANTOS & REIS, 1990).

O acamamento ou tombamento da planta, ocorrido em plantas de tamanho excessivo, é um fator importante na cultura da soja; existe relação direta entre altura da planta e propensão ao acamamento. O acamamento pode causar redução da produtividade, pois a barra de corte da colhedora não consegue recolher as plantas deitadas próximas ao solo e seus grãos, portanto, ficam no campo. No entanto, no presente estudo, esse problema não foi detectado na cultura da soja em nenhuma das culturas antecessoras de inverno avaliadas, já em relação aos cultivares, somente no BRS 255 RR ocorreu acamamento em 25% das plantas das parcelas (escala 2), sendo que nas demais, assim como para as culturas de inverno obtiveram nota 1 na escala, ou seja, nenhuma planta acamada (Tabela 5).

A população de plantas foi influenciada pela interação dos fatores culturas de inverno x cultivares de soja (Tabela 5). Os cultivares semeadas em áreas de pousio resultaram em menores populações finais de plantas, diferindo das culturas de inverno (Tabela 7). A desuniformidade da produção de fitomassa em áreas de pousio (Tabela 3) 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.

Tabela 7. Desdobramento da interação culturas de inverno x cultivares de soja para a população de plantas, Botucatu (SP) – 2006/07.

Cultivares	População de plantas (mil plantas)					
	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		

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 resultados do desdobramento culturas de inverno x cultivares de soja, referentes ao número de nódulos por planta (Tabela 8), indicaram, invariavelmente, menores valores do tratamento pousio, apesar de não diferir das demais culturas de inverno para os cultivares BRS 244 RR e BRS 247 RR, da aveia e do trigo para o BRS 245 RR, do trigo para o BRS 243 RR, da aveia, ervilha forrageira, trigo e nabo forrageiro para a BRS 255 RR e da aveia para o cultivar BRS 256 RR. O fato ocorreu, provavelmente, devido à baixa e irregular cobertura do solo verificada nesse tratamento, que pode ter proporcionado temperaturas mais elevadas e menor manutenção de umidade; os referidos fatores foram mencionados por Castro et al. (1993) como influenciadores da nodulação da cultura da soja. Os mesmos autores constataram números inferiores de nódulos quando a soja foi semeada em plantio convencional, e atribuíram aos referidos fatores o ocorrido. Ferrari et al. (1967) avaliaram três diferentes temperaturas (baixa, média e alta) obtidas por vasos de diferentes materiais e verificaram efeitos de temperaturas elevadas, por apenas algumas horas por dia, na deturpação do mecanismo de simbiose; foram constatadas não somente uma paralisação, mas também uma destruição de outras enzimas chaves em temperaturas acima de 30°C. Cattelan & Vidor (1990) observaram maior população de bactérias nos sistemas com maior produção vegetal e acúmulo de resíduos na superfície do solo, quais sejam siratro, aveia + vica/milho + caupi e guandu + milho. Também Morote et al. (1990) mediante estudo sobre a quantidade de resteva de trigo e nodulação da soja, verificaram estímulo à nodulação em coberturas do solo da ordem de 3,3 ou 6,6 t.ha⁻¹ e menor número de nódulos por planta no tratamento sem cobertura do solo.

Entre as demais culturas de inverno, o nabo forrageiro destaca-se, positivamente, tanto no número como para a massa de matéria seca de nódulos por planta (Tabelas 8 e 9), 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 das plantas dessa espécie tem maior capacidade de exploração do solo; por ser pivotante e ter a característica de formar tubérculos subterrâneos, causar modificações físicas e químicas do solo e favorecer a formação e desenvolvimento das bactérias fixadoras de nitrogênio. A combinação de culturas leguminosas e não leguminosas utilizadas em sistemas de rotação ou sucessão de culturas contribuem para o sucesso de um

sistema sustentável (BOHLOOL et al., 1992). Jorge et al. (2004) e Wheatley et al. (1995) estudaram a influência de sistema de preparo de solo na nodulação e constataram menores valores de massa de nódulos e de fixação biológica de nitrogênio, no sistema de plantio convencional.

Tabela 8. Desdobramento da interação culturas de inverno x cultivares de soja para o número de nódulos por planta, Botucatu (SP) – 2006/07.

Número de nódulos por planta						
Culturas de Inverno						
Cultivares	Aveia	Ervilha Forrageira	Trigo	Cevada	Pousio	Nabo forrageiro
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			

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 9. Desdobramento da interação culturas de inverno x cultivares de soja para a massa de nódulos por planta, Botucatu (SP) – 2006/07.

Massa de nódulos por planta (mg)						
Culturas de Inverno						
Cultivares	Aveia	Ervilha Forrageira	Trigo	Cevada	Pousio	Nabo forrageiro
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
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.

De acordo com Ferreira et al. (2000) a respeito da nodulação da cultura da soja semeada após três rotações de cultura (soja/trigo/milho, soja/trigo, milho/trigo), houve maior presença de células de *Bradyrhizobium* por grama de solo nas duas rotações em que a cultura da soja já havia sido cultivada anteriormente, além de nesses tratamentos ter ocorrido também, maior diversidade genética dessa estirpe.

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. Desde os primeiros estudos sobre a fixação biológica do nitrogênio, foi evidenciada a dependência da eficiência da fixação ao genótipo da planta (WILSON, 1940), 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. Também Döbereiner & Arruda (1967) verificaram diferenças na nodulação entre cultivares e as atribuíram a diferenças fisiológicas relacionadas com o metabolismo do Ca e N de cada cultivar. Hungria & Bohrer (2000), testando eficiência de nodulação de 152 cultivares de soja visando o melhoramento, encontraram diferenças no número de nódulos por planta e na massa de nódulos por planta entre os cultivares. A avaliação de massa seca de nódulos por planta (Tabela 9) seguiu a mesma tendência do número de nódulos. O tratamento pousio apresentou resultados inferiores aos das demais culturas de inverno, de modo geral, e o cultivar BRS 256 RR superior aos demais cultivares, no entanto, nesse caso, sem diferir dos cultivares BRS 247 RR, BRS 245 RR e BRS 243 RR na cultura da aveia, dos cultivares BRS 247 RR e BRS 245 RR, na cultura da ervilha forrageira, e dos cultivares BRS 247 RR, BRS 243 RR e BRS 245 RR, na cultura da cevada. Boher & Hungria (1998) verificaram diferenças marcantes entre os cultivares, quanto ao potencial de nodulação e fixação de nitrogênio, tendo observado massa de matéria seca de nódulos variando de 70 a 315 mg por planta, valores semelhantes aos encontrados nessa pesquisa, da ordem de 53,2 a 362,4 mg por planta.

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 (MARTENSSON, 1992; MOORMAN et al., 1992; REDDY et al., 2000; REDDY & ZABLOTOWICZ, 2002). A nodulação dos cultivares transgênicos observada no presente trabalho pode ser considerada normal, uma vez que os valores são superiores aos considerados ideais para a cultura da soja por Vargas et al. (1993), que são de 100 mg e 15 nódulos por planta, e 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 glifosato (Roundup Ready, RR), King et al. (2001) relataram que a aplicação do glifosato aumentou o número e diminuiu o peso dos nódulos. Já Maly et al. (2006) não detectaram influência na nodulação de cultivares de soja transgênicas com aplicação de até 10 l.ha⁻¹ Roundup. Experimentos de campo não mostraram efeito tóxico sobre as comunidades microbianas do solo ou apresentaram pequeno estímulo aos microorganismos do solo (GOMEZ et al., 1989; CHAKRAVARTY & CHATARPAUL, 1990).

O número de vagens chochas por plantas não foi influenciado pelas culturas antecessoras de inverno. E em relação aos cultivares, maior valor foi observado no cultivar BRS 256 RR mas não diferindo dos valores verificados nos cultivares BRS 245 RR, BRS 243 RR e do BRS 255 RR. Foi constatada relação desse componente de produção com a produtividade média de grãos dos cultivares, já que o cultivar BRS 244 RR, com o menor valor para o número de vagens chochas, teve maior produtividade de grãos, sem diferir, considerando ambas características, de BRS 245 RR, BRS 243 RR e BRS 255 RR (Tabela 6).

Alguns fatores podem causar, em soja, o chochamento das vagens entre os quais o ataque de percevejo, as deficiências nutricionais e os danos por altas temperaturas e estresses hídricos, principalmente no momento do enchimento de grãos. As diferenças encontradas entre os cultivares provavelmente se devem a fatores genéticos, já que os danos causados por percevejos podem variar de acordo com o cultivar (GAZZONI, 1998; BELORTE et al., 2003), além da maior permanência no campo dos cultivares mais tardios. As temperaturas verificadas durante a condução do experimento (Figura 1), próximas de 30°C, provavelmente não influenciaram na ocorrência de vagens chochas por coincidirem com a faixa considerada ideal para a cultura (CÂMARA, 1998); no entanto, o maior chochamento de vagens ocorrido para o cultivar BRS 256 RR pode ter sido causado pela deficiência hídrica no

mês de março (Figura 1), que coincidiu com o início do enchimento de grãos, cerca de 20 a 30 dias após o florescimento, já que esse cultivar foi o último a florescer (Tabela 4).

A massa de 100 grãos não foi alterada, também, pelas culturas de inverno cultivadas anteriormente, em concordância com Santos et al. (1997). Quanto aos cultivares, foi possível destacar o BRS 255 RR e o BRS 247 RR por apresentarem o maior e menor valor de massa de 100 grãos, com valores de 19,78 e 15,47g, respectivamente. Giacom Neto et al. (2007), avaliando o desempenho de cultivares, encontraram valores próximos aos descritos acima, de 20,6 e 14,9g para os cultivares BRS 255 RR e BRS 247 RR, respectivamente. A menor massa de 100 grãos encontrada para o BRS 247 RR pode ser considerada normal, pois é uma característica varietal, já que Almeida et al. (2004a) ao descrever esse cultivar, encontrou valor médio de 13,3 g para essa característica. Apesar da massa de 100 grãos ser um componente de produção, não foi possível relacioná-la com a produtividade de grãos (Tabela 12) pois, muitas vezes, as condições favoráveis para o aumento do tamanho do grão nem sempre são as mesmas para a produção; apesar da contribuição da massa e do tamanho do grão para a produção, existem outros fatores influenciadores, como o número de sementes produzidas (NAKAGAWA et al., 1983; MEDINA et al., 1997).

Foi verificado maior número de vagens por planta no cultivar BRS 244 RR, quando semeado sobre o pousio, mas não diferindo da aveia (Tabela 10). Esse resultado, provavelmente, se deveu ao fato de que o pousio, para esse cultivar, resultou em menor população de plantas (Tabela 7), como a soja apresenta alta plasticidade, é capaz de compensar a redução da densidade por aumento da produção individual de vagens Peixoto (1998), como observado nesse caso. Nos demais cultivares não foram observadas diferenças no número de vagens entre as culturas antecessoras de inverno. Entre os cultivares destacou-se o BRS 243 RR por apresentar os maiores valores quanto ao número de vagens por planta (Tabela 10), especialmente após as culturas da ervilha forrageira, do trigo e do nabo forrageiro, contrariamente a resultados de Brandt et al. (2006) que não encontraram diferenças no número de vagens por planta na cultura da soja após diferentes sucessões.

Referente ao número de grãos por vagens (Tabela 11), não foi observado comportamento uniforme para os cultivares de soja após diferentes culturas de inverno, como verificado para a cevada, que proporcionou o maior valor para o cultivar BRS

243 RR, mas o menor para o BRS 247 RR. Para os demais cultivares, as culturas de inverno antecessoras não alteraram o número de grãos por vagem. Para Santos & Pereira (1987), Santos (1991), Santos et al. (1989), Santos et al. (1991b) os componentes de produção não tem sido influenciado pela resteva das espécies de inverno utilizadas.

Tabela 10. Desdobramento da interação culturas de inverno x cultivares de soja para o número de vagens por planta, Botucatu (SP) – 2006/07.

Número de vagens por planta						
Culturas de Inverno						
Cultivares	Aveia	Ervilha Forrageira	Trigo	Cevada	Pousio	Nabo 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		

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 11. Desdobramento da interação culturas de inverno x cultivares de soja para o número de grãos por vagem, Botucatu (SP) – 2006/07.

Número de grãos por vagem						
Culturas de Inverno						
Cultivares	Aveia	Ervilha Forrageira	Trigo	Cevada	Pousio	Nabo forrageiro
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		

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.

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 (2004) que refere-se a temperaturas na faixa de 20°C a 30°C e precipitações entre 450 a 800 mm por ciclo como satisfatórias.

A produtividade de grãos foi influenciada pela interação dos dois fatores estudados, as culturas de inverno e os cultivares de soja (Tabela 12). Foram constatadas diferenças entre as culturas de inverno antecessoras à soja apenas para o cultivar BRS 243 RR, de modo que o tratamento pousio proporcionou menor produtividade de grãos apesar de diferir apenas da cultura da aveia, que por sua vez obteve os maiores valores. 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 7), 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 11), que é um componente da produção; c) massa de matéria seca do pousio – a menor massa de matéria seca, (Tabela 3) 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 conseqüência, a produtividade. As culturas de cobertura têm sido há muito tempo usadas para reduzir a erosão do solo por escoamento da água, melhorar a infiltração da água no solo, aumentar a retenção da umidade do solo e aumentar o carbono orgânico e nitrogênio nos sistemas de produção (MALLORY et al., 1998; SAINJU & SINGH, 1997; TEASDALE, 1996; VARCO et al., 1999; YENISH et al., 1996). Baseando-se nesses benefícios, Santos et al. (1998), nas safras de 1984 à 1989, observaram efeitos significativos do tipo de sucessão com relação a produtividade de grãos, altura de plantas e de inserção de primeira vagem, indicando que sistemas de rotação de culturas envolvendo aveia branca, cevada, linho e trigo, usados como resteva de inverno, mostraram efeitos diferenciados sobre a soja, nessas variáveis. Já nas safras de 1990 à 1993, não detectaram diferenças significativas entre as médias dos anos no número de vagens e de grãos, peso de grãos por planta, população

final de plantas, altura de plantas e de inserção de primeiras vagens, além do rendimento de grãos, sendo a diferença entre a maior e a menor produtividade de apenas 166 kg.ha⁻¹.

Tabela 12. Desdobramento da interação culturas de inverno x cultivares de soja para a produtividade de grãos, Botucatu (SP) – 2006/07.

Produtividade de grãos (kg.ha ⁻¹)						
Culturas de Inverno						
Cultivares	Ervilha			Nabo forrageiro		
	Aveia	Forrageira	Trigo	Cevada	Pousio	
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
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.

Também Santos & Roman (2001) observaram, em Passo Fundo-RS, melhores resultados em produtividade de grãos de soja cultivada após trigo e linho, nos sistemas de rotação (soja/trigo, soja/colza, soja/linho e milho/tremoço ou serradela), após trigo e aveia branca no sistema de rotação (soja/trigo, soja/aveia branca e milho/ervilhaca), e após trigo e cevada, no sistema de rotação (soja/trigo, soja/colza, soja/cevada e milho/tremoço ou serradela). Já em Coxilha-RS observaram maior produtividade de grãos quando a soja foi semeada após trigo no sistema de rotação (soja/trigo, soja/aveia branca e pastagem de milheto/pastagem de aveia preta + azevém + ervilhaca sob plantio direto no inverno e no verão) com 2.847 kg.ha⁻¹.

Considerando os demais cultivares, apesar de no tratamento pousio ter ocorrido menores populações de plantas (Tabela 7), não foram constatadas diferenças na produtividade de grãos (Tabela 12); 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. Segundo Cooperative (1994) e Rambo et al. (2003), a

plasticidade consiste na capacidade da planta alterar sua morfologia e componentes do rendimento, a fim de adequá-las à condição imposta pelo arranjo de plantas.

Com referência às espécies utilizadas como cultura de inverno, não foram detectadas diferenças substanciais entre as gramíneas (trigo, cevada e aveia), a leguminosa (ervilha forrageira) e crucífera (nabo forrageiro) para a produtividade de grãos. Cada espécie possui características próprias como sistema radicular, aporte de matéria seca e matéria orgânica, exploração do solo, absorção de nutrientes, capacidade de reciclagem de nutrientes, relação C:N, decomposição dos resíduos vegetais, incidência de pragas e doenças e outras. Tendo em vista ser a soja uma leguminosa, é recomendável o emprego de culturas antecedentes não leguminosas e, portanto, com características distintas daquela, de modo a possibilitar maior produtividade para a cultura. Essa diferença não ocorreu no presente trabalho, provavelmente por tratar-se, apenas do primeiro ano da soja em sucessão a essas culturas. Estudo realizado por Reddy (2001), durante um ano, sobre a influência de leguminosas (ervilhaca, trevo e trevo subterrâneo) e cereais (azevem, aveia, trigo e centeio) na produção da soja semeada em sucessão também não encontraram diferenças; a produtividade da soja de 1.630 e 1.610 kg.ha⁻¹ após a aveia e o trigo respectivamente, foram inferiores aos valores médios encontrados nesse trabalho, de 3.683 e 3.491 kg.ha⁻¹ (Tabela 6), respectivamente. Resultados relatados por Torres & Fabian (2004) sobre a interferência de 15 culturas antecedentes indicaram melhores produtividades de soja quando semeadas após o milho variedade (3.762 kg.ha⁻¹), gergelim (3.689 kg.ha⁻¹), triticales (3.678 kg.ha⁻¹), nabo forrageiro (3.674 kg.ha⁻¹) e aveia branca (3.656 kg.ha⁻¹), e piores quando semeadas após braquiária (3.278 kg.ha⁻¹), amarantus (3.266 kg.ha⁻¹) e guandu (3.066 kg.ha⁻¹).

Entre os cultivares avaliados, o BRS 244 RR destacou-se por apresentar produtividade satisfatória em sucessão ao pousio e ao nabo forrageiro (Tabela 12). Kiihl et al. (2004) verificaram resultados médios de produtividade de grãos desse cultivar em 40 ambientes de 3.064 kg.ha⁻¹, inferior ao valor médio constatado no presente trabalho, de 3.651 kg.ha⁻¹ (Tabela 6). Dados sobre a produtividade de grãos do cultivar BRS 244 RR, em diferentes locais revelaram: Guará – SP (4.088 kg.ha⁻¹), Pirassununga – SP (3.750 kg.ha⁻¹), Cândido Mota – SP (3.747 kg.ha⁻¹), Cambé – PR (3.720 kg.ha⁻¹), Londrina – PR (3.952 kg.ha⁻¹), Maringá – PR (4.116 kg.ha⁻¹), Ivaiporã – PR (4.055 kg.ha⁻¹), (RESULTADOS, 2006).

Foi notado que, em sucessão à ervilha forrageira, trigo e cevada, os cultivares não diferiram entre si, em termos de produtividade de grãos (Tabela 12). Considerando as demais culturas de inverno, ocorreram diferenças entre os cultivares, com variação na produtividade de grãos dependentes da cultura anterior. De forma geral, os cultivares BRS 244 RR, BRS 245 RR, BRS 243 RR e BRS 255 RR apresentaram as maiores médias de produtividade de grãos (Tabela 6).

Dentre os cultivares semeados sobre a resteva da aveia destacaram-se o BRS 245 RR e BRS 243 RR com os maiores valores de produtividade, mesmo diferindo apenas do BRS 256 RR, o qual revelou o menor teor foliar de S (Tabela 15), abaixo do considerado ideal para a cultura, podendo ter prejudicado a produtividade de grãos. Os cultivares de soja após a aveia apresentaram produtividades de grãos superiores a 3.000 kg.ha^{-1} . ¹ Giacom Neto et al. (2006), também em Botucatu, encontraram valores para produtividade de grãos de 2.624 kg.ha^{-1} para o BRS 256 RR. Enquanto Almeida et al. (2004b), em 40 ambientes, e Almeida et al. (2004c), em 38 locais, encontraram valores de 3.130 e 3.103 kg.ha^{-1} para os cultivares BRS 245 RR e BRS 243 RR, respectivamente.

Devido ao suprimento de nitrogênio para a planta através da fixação biológica, era esperada relação entre nodulação da soja e produtividade de grãos. No entanto, o fato não foi verificado para os cultivares de soja e as culturas de inverno, já que o cultivar BRS 256 RR apresentou os maiores valores de número de nódulos e de massa de matéria seca (Tabelas 8 e 9), mas não para a produtividade de grãos (Tabela 12). 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. Brose et al. (1979) e Vidor et al. (1972) verificaram ausência de relação entre produtividade e massa de 100 grãos com a massa de matéria seca dos nódulos; relataram ainda, 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*.

A produtividade da cultura da soja, entre outros fatores, é definida pelos componentes de produção, que são o número de vagens por planta, de vagens chochas por plantas, de grãos por vagem e a massa de 100 grãos. Os valores das avaliações da produtividade média e dos componentes de produção não diferiram em relação às culturas de

inverno (Tabela 6), mostrando correlação. O mesmo ocorreu com o fator cultivares, pois o cultivar BRS 244 RR apresentou valores superiores, o BRS 245 RR, o BRS 243 RR e o BRS 255 RR, valores intermediários e o BRS 256 RR, valores inferiores, para as avaliações de produtividade de grãos e número de grãos por vagem. Também foi possível correlacionar os a produtividade com o número de vagens chochas, tendo em vista que o cultivar BRS 244 RR obteve menores valores para esse e os maiores para aquela, nas duas avaliações não diferindo dos cultivares BRS 245 RR, BRS 243 RR e BRS 255 RR.

6.2.2 Diagnose foliar

A diagnose foliar quantificadora dos nutrientes absorvidos pela planta guarda proporção direta com a capacidade de produção da mesma; assim, os teores foliares dos nutrientes podem influenciar na produtividade de grãos. No presente trabalho não foi possível correlacionar a produtividade de grãos de soja com os teores dos nutrientes, mesmo quando a cultura de inverno ou cultivar apresentaram diferenças, a razão é que os teores dos nutrientes encontrados nas folhas (Tabela 13) foram suficientes para boa produtividade de grãos.

Conforme Malavolta et al. (1997), os valores encontrados na diagnose foliar dos macronutrientes foram bem próximos aos considerados ideais, que são de 45 a 55 g.kg^{-1} , para N, 2,6 a 5 g.kg^{-1} , para P, 17 a 25 g.kg^{-1} , para K, 2 a 4 g.kg^{-1} , para Ca, 3 a 10 g.kg^{-1} , para Mg e 2,5 g.kg^{-1} , para S; os valores de N e de K foram levemente inferiores aos considerados adequados. Urano et al. (2006) ressaltaram que os valores são indicações gerais e que os teores dos elementos podem variar de acordo com o clima e as condições do solo.

Foram observados, também, que os teores foliares de N e de P não foram influenciados pelas culturas de inverno e pelos cultivares de soja. Os teores de K e de Mg foram variáveis de acordo com a cultura de inverno anterior. Já os teores de Ca e de S revelaram interação culturas de inverno x cultivares de soja (tabela 13). Os restos vegetais na superfície do solo em sistemas de produção com semeadura direta podem constituir uma reserva considerável de nutrientes (FIORIN, 1999). Muzilli (1985) observou que o cultivo de várias espécies pode determinar mudanças nas propriedades químicas do solo e, portanto, com reflexos diretos na fertilidade e na eficiência de aproveitamento de nutrientes pelas plantas. As

leguminosas promovem maior concentração de N na parte aérea da soja. Alguns autores têm destacado os efeitos de leguminosas no aumento da disponibilidade de N nas plantas cultivadas posteriormente (MASCARENHAS et. al., 1978; GALLO et. al., 1981; BAYER & MIELNICZUK, 1997); isto acontece por serem espécies fixadoras de N atmosférico, mas, no presente trabalho, não foi verificada essa diferença já que o teor de N na soja cultivada após a ervilha forrageira foi igual ao verificado após as demais culturas de inverno.

Tabela 13. Teores de macronutrientes nas folhas de planta de soja em experimento de culturas de inverno e cultivares de soja, Botucatu (SP) – 2006/07.

	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- (g.kg ⁻¹)-----					
Culturas de inverno						
Aveia	36,73 a	2,97 a	16,38 ab	6,53 a	2,89 b	2,74 a
Ervilha Forrageira	43,42 a	3,02 a	14,50 b	6,52 a	2,89 b	2,88 a
Trigo	42,91 a	3,03 a	17,54 a	7,59 a	3,52 a	1,65 b
Cevada	39,48 a	3,07 a	17,54 a	7,33 a	3,03 b	1,01 c
Pousio	38,61 a	2,97 a	15,92 ab	6,66 a	2,99 b	3,01 a
Nabo forrageiro	39,93 a	3,01 a	15,43 ab	6,89 a	3,21 ab	1,45 b
Cultivares						
BRS 243 RR	37,98 a	2,98 a	15,98 a	6,88 a	3,02 a	2,25 a
BRS 244 RR	42,43 a	3,02 a	16,44 a	7,08 a	3,19 a	2,01 ab
BRS 245 RR	40,86 a	3,01 a	16,33 a	6,79 a	3,17 a	2,21 ab
BRS 247 RR	40,41 a	3,02 a	16,11 a	6,77 a	2,96 a	2,21 ab
BRS 255 RR	39,46 a	3,06 a	16,66 a	6,93 a	3,03 a	2,17 ab
BRS 256 RR	39,94 a	2,98 a	15,80 a	7,08 a	3,16 a	1,89 b
Teste F						
Cultura inverno (C)	2,40 ^{ns}	1,78 ^{ns}	6,96**	2,64 ^{ns}	6,05**	186,20**
Cultivares (S)	1,14 ^{ns}	0,74 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,68 ^{ns}	3,33*
C x S	1,32 ^{ns}	1,45 ^{ns}	1,19 ^{ns}	2,03*	1,32 ^{ns}	6,38**
D.M.S.						
Cultura inverno (C)	8,14	0,14	2,23	1,35	0,49	0,31
Cultivares (S)	5,78	0,14	3,01	0,95	0,49	0,33
CV(%) Inverno	17,49	3,95	11,89	16,84	13,59	12,50
CV(%) Cultivar	14,65	4,66	18,93	13,97	16,05	15,64

^{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 1%.

Os maiores teores de K foram encontrados na soja cultivada após o trigo e cevada, mas não diferindo da aveia, do pousio e do nabo forrageiro; provavelmente, nessas culturas houve maior disponibilidade de K para soja, pois, conforme Foloni & Rosolem

(2004), o K contido na palha da superfície do solo em sistemas de semeadura direta pode tornar-se uma fonte expressiva de K para nutrição da cultura subsequente. Para o Mg, novamente o trigo proporcionou maior teor desse elemento, sem diferir do nabo forrageiro.

Para o teor foliar de Ca foram constatadas diferenças entre os cultivares de soja apenas após a cultura de trigo, sendo que, o cultivar BRS 243 RR apresentou o maior teor, mas diferindo apenas dos cultivares BRS 256 RR e BRS 244 RR. Quanto às culturas de inverno, não influenciaram os teores de Ca na soja para os cultivares BRS 255 RR, BRS 247 RR e BRS 256 RR (Tabela 14). Já para o S, de forma geral, a cevada proporcionou à soja sempre os menores teores desse nutriente (Tabela 13), inferiores aos considerados ideais para a cultura da soja que é de 2,5 (MALAVOLTA et al., 1997). As culturas do trigo e do nabo forrageiro também apresentaram valores baixos para a cultura da soja; no entanto, não verificou-se relação com a produtividade de grãos. Essas culturas provavelmente forneceram menores quantias de S para o solo e, por isso, proporcionaram menores teores à cultura da soja. No caso no nabo forrageiro, o fato da cultura ter grande exigência de S pode ter causado diminuição desse nutriente no solo e, conseqüentemente, menor teor foliar na cultura da soja.

Para o alcance de altas produtividades de soja Urano et al. (2007) relataram os valores mínimos dos seguintes nutrientes: Ca ($7,8 \text{ g.kg}^{-1}$), Mg ($1,8 \text{ g.kg}^{-1}$) e S ($1,3 \text{ g.kg}^{-1}$). Tendo em vista esse estudo, para Ca, somente o cultivar BRS 244 RR após o nabo forrageiro foi superior a esse valor (Tabela 14). Já para o Mg (Tabela 11), todos os cultivares e culturas antecessoras satisfizeram essa exigência. Os teores de S (Tabela 15) dos cultivares BRS 245 RR, BRS 255 RR, BRS 247 RR e BRS 256 RR, após a cultura da cevada, e o BRS 244 RR e BRS 256 RR, após o nabo forrageiro, foram inferiores ao valor relatado.

Tabela 14. Desdobramento da interação culturas de inverno x cultivares de soja para teor de Ca, Botucatu (SP) – 2006/07.

Cultivares	Teor de Ca (g.kg ⁻¹)					
	Culturas de Inverno					
	Aveia	Ervilha FORAGEIRA	Trigo	Cevada	Pousio	Nabo forrageiro
BRS 243 RR	6,30 aB	5,43 aB	9,63 aA	6,97 aB	6,25 aB	6,70 aB
BRS 244 RR	6,83 aAB	6,87 aAB	5,73 cB	8,30 aA	6,83 aAB	7,90 aAB
BRS 245 RR	5,77 aB	6,33 aAB	8,27 abA	7,40 aAB	6,50 aAB	6,50 aAB
BRS 247 RR	6,70 aA	7,13 aA	7,50 abcA	7,03 aA	6,50 aA	5,73 aA
BRS 255 RR	6,47 aA	6,70 aA	7,53 abcA	7,20 aA	6,50 aA	7,20 aA
BRS 256 RR	7,13 aA	6,67 aA	6,90 bcA	7,07 aA	7,40 aA	7,33 aA
D.M.S. ¹				2,32		
D.M.S. ²				2,40		

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 15. Desdobramento da interação culturas de inverno x cultivares de soja para teor de S, Botucatu (SP) – 2006/07.

Cultivares	Teor de S (g.kg ⁻¹)					
	Culturas de Inverno					
	Aveia	Ervilha FORAGEIRA	Trigo	Cevada	Pousio	Nabo forrageiro
BRS 243 RR	3,45 aA	2,49 aB	1,61 aCD	1,55 abD	2,73 aAB	2,00 aBC
BRS 244 RR	1,76 bB	2,89 aA	1,26 aBC	1,95 aB	3,23 aA	0,96 bC
BRS 245 RR	3,09 aA	2,90 aA	1,78 aB	1,00 bC	2,81 aA	1,71 abBC
BRS 247 RR	2,45 aA	3,02 aA	1,86 aB	0,49 bC	3,02 aA	1,42 abB
BRS 255 RR	3,16 aA	2,97 aA	1,67 aB	0,56 bC	3,27 aA	1,37 abB
BRS 256 RR	1,52 bBC	3,00 aA	1,71 aB	0,85 bC	2,99 aA	1,27 abBC
D.M.S. ¹				0,33		
D.M.S. ²				0,77		

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.

7. CONCLUSÕES

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

As culturas de inverno interferiram na nodulação da cultura da soja, de modo positivo no caso do nabo forrageiro, e de modo negativo no caso do pousio. O cultivar BRS 256 RR foi superior em relação ao número e massa de nódulos da soja, porém, sem relação com a produtividade de grãos.

A interação culturas de inverno x cultivares de soja transgênicas para população final de plantas, número e massa de matéria seca de nódulos, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, produtividade de grãos, além de Ca e S foliar, considerando a implantação do sistema de semeadura direta, pressupõe a necessidade de pesquisas adicionais nessa área do conhecimento, principalmente em diferentes locais e sistemas de produção agrícola.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABUD, S.; SOUZA, P.I.M. de; MOREIRA, C.T.; ANDRADE, S.R.M.; ULBRICH, A.V.; VIANNA, G.R.; RECH, E.L.; ARAGÃO, F.J.L. Dispersão de pólen em soja transgênica na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.10, p.1229-1235, 2003.

ALCÂNTARA, F.A.; FURTINI NETO, A.E.; DE PAULA, M.B.; MESQUITA, H.A.; MUNIZ, J.A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo Vermelho-Escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, p.277-288, 2000.

ALMEIDA, F.S. **A alelopatia e as plantas**. Circular 53, Londrina, IAPAR, 60p. 1988.

ALEXANDER, M. **Introduction to soil microbiology**. Nova York: John Wiley and Sons, 1961. 472 p.

ALMEIDA, L.A de; KIIHL, R.A. de S.; KASTER, M.; MIRANDA, L.C.; ARIAS, C.A.A.; TOLEDO, J.F.F. de; PÍPOLO, A.E.; GOMIDE, P.BP; YORINORI, J.T.; DOMIT, L.A.; CARNEIRO, G.E. de S.; VIEIRA, O.V. Cultivar de soja BRS 247 RR. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 26. 2004, Londrina. **Resumos...** Londrina: Embrapa soja: Fundação Meridional, 2004a. p.49-50.

ALMEIDA, L.A de; KIIHL, R.A. de S.; KASTER, M.; MIRANDA, L.C.; ARIAS, C.A.A.; TOLEDO, J.F.F. de; PÍPOLO, A.E.; GOMIDE, P.BP; YORINORI, J.T.; DOMIT, L.A.; CARNEIRO, G.E. de S.; VIEIRA, O.V. Cultivar de soja BRS 245 RR. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 26. 2004, Londrina. **Resumos...** Londrina: Embrapa soja: Fundação Meridional, 2004b. p.51-52.

ALMEIDA, L.A de; KIIHL, R.A. de S.; PÍPOLO, A.E.; MIRANDA, L.C.; GOMIDE, P.BP; ARIAS, C.A.A.; KASTER, M.; TOLEDO, J.F.F. de; CARNEIRO, G.E. de S.; YORINORI, J.T.; DOMIT, L.A.; VIEIRA, O.V.; SILVA, J.F.V.; ALMEIDA, A.M.R. Cultivar de soja BRS 243 RR. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 26. 2004, Londrina. **Resumos...** Londrina: Embrapa soja: Fundação Meridional, 2004c. p.53-54.

ALVES, B.J.R.; ZOTARELLI, L.; FERNANDES, F.M.; HECKLER, J.C.; MACEDO, R.A.T.de; BODDEY, R.M.; JANTALIA, C.P.; URQUIAGA, S. Fixação biológica de nitrogênio e fertilizantes nitrogenados no balanço de nitrogênio em soja, milho e algodão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.3, p.449-456, 2006.

AMARAL, H. F.; ANDRADE, D. S.; ALVES, S. J.; SANTOS, S. DO; VASCONCELLOS, M. E.; COLOZZI FILHO, A. Alterações dos atributos da fixação biológica de nitrogênio da soja cultivada em sistema de integração lavoura – pecuária. In: FERTIBIO 2006, 2006, Bonito. **Anais...** Bonito: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. 1 CD-ROM.

AMBROSANO, E.J.; TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A.; RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H. Leguminosas e oleaginosas. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2.ed. Campinas: IAC, p.189 – 191, 1997. (Boletim técnico, 100).

BARBOSA NETO, J.F.; MATIELLO, R.R.; CARVALHO, F.I.F. de; OLIVEIRA, J.M.S.; PEGORARO, D.G.; SCHNEIDER, F.; SORDI, M.E.B.; VACARO,E. Progresso genético no

melhoramento da aveia branca no sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.8, p. 1605-1612, 2000.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Nitrogênio total de um solo submetido a diferentes métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.21, p.235-239, 1997.

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.

BENBROOK, C. M. **Troubled times amid commercial success for Roundup Ready soybeans: glyphosate efficacy is slipping and unstable transgene expression erodes plant defenses and yields. Standpoint**: Northwest Science and Environmental Policy Center, (2001). Disponível em: <<http://www.biotechinfo.net/troubledtimesfinal-1.pdf>> Acesso em: 20 ago. 2008.

BENIN, G.; CARVALHO, F.I.F. de; OLIVEIRA, A.C.; LORENCETTI, C.; VIEIRA, E.A.; COIMBRA, J.L.M.; VALÉRIO, I.P.; FLOSS, E.L.; BERTAN, I.; SILVA, G.O. da. Adaptabilidade e estabilidade em aveia em ambientes estratificados. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.2, p.295-302, 2005.

BETHLENFALVAY, G.J.; NORRIS, R.F.; PHILLIPS, D.A.. Effects of bentazon, a Hill reaction inhibitor, on nitrogen-fixing capability and apparent photosynthesis. **Plant Physiology**, Urbana, v.63, p.213-215, 1979.

BOHLOOL, B.B.; J.K. LADHA; D.P. GARRITY; T. GEORGE. Biological nitrogen fixation for sustainable agriculture: a perspective. **Plant and Soil**, The Hague, v.141, n.1-2, p.1-11, 1992.

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.

BOLLICH, P.K.; DUNNIGAN, E.P.; HARGER, T.R.; KITCHEN, L.M.. Effects on nodulation, nitrogen fixation, and seeds yields of soybeans in Louisiana. **Louisiana Agricultural Experiment Station Bulletin**, Louisiana, 762, 1984.

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.

BORTOLINI, P.C.; MORAES, A. de; CARVALHO, P.C. de F. Produção de forragem e de grãos de aveia branca sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.34, n.6, p.2192-2199, 2005.

BORTOLINI, P.C.; SANDINI, I.; CARVALHO, P.C.F.; DE MORAES, A. Cereais de inverno submetidos ao corte no sistema de duplo propósito. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.33, n.1, p. 45-50, 2004.

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.

BRASIL. **Ministério da Agricultura e Reforma Agrária**. Regras para análise de sementes. Brasília: SNAD; DNDV; CLAV, 1992. 365p.

BROSE, E.; FREIRE, J.R.J.; MÜLER, L. Relações entre genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), fixação simbiótica do nitrogênio e rendimento de grãos. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v.15, n.2, p.179-198, 1979.

BUCKLEY, D. H.; SCHIMIDT, T. M. The structure of microbial communities in soil and the lasting impact of cultivation. **Microbial Ecology**, Nova York, v.42, p.11-21, 2001.

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, p.1777-1789, 2001.

CAIERÃO, E. Resultados agronômicos e qualitativos da nova cultivar de cevada MN 743. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.1, p.357-359, 2006.

CAIERÃO, E.; SPEROTTO, A.L. Cultivar MN 698, cevada de alta qualidade malteira para o estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.1, p.279-281, 2006.

CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno no sudoeste do Paraná**. Londrina: Iapar, 1990. 37p. (Boletim Técnico, 35).

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

CAMARGO, C.E. de O; FERREIRA FILHO, A.W.P.; FELICIO, J.C.; RAMOS, L.C. da S.; PETTINELLI JUNIOR, A; FOLTRAN, D.E.; CASTRO, J.L. de; LOBATO, M.T.V. Linhagens diaplóides de trigo: desempenho agronômico em dois locais do estado de São Paulo e tolerância à toxicidade de alumínio em laboratório. **Bragantia**, Campinas, v.65, n.2, p.253-268, 2006.

CARDOSO, E.J.B.N.; TSAI, S.M.; NEVES, M.C.P. **Microbiologia do Solo**. Sociedade Brasileira de Ciencia do Solo. Campinas. 360 p. 1992.

CARTTER, J. L.; HARTWING, E. E. The management of soybeans. In: NORMAN, A. G. (Ed.). **The soybean**. New York: Academic, 1962.

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.

CATTELAN, A.J.; VIDOR, C. Sistemas de culturas e a população microbiana do solo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v.14, n.2, p.125-132, 1990.

CECCON, G.; GRASSI FILHO, H.; BICUDO, S.J. Rendimento de grãos de aveia branca (*Avena sativa* L.) em densidades de plantas e doses de nitrogênio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.6, p.1723-1729, 2004.

CHAKRAVARTY, P.; CHATARPAUL, L. Non-target effect of herbicides. II. The influence of glyphosate on ectomycorrhizal symbiosis of red pine *Pinus resinosa* under greenhouse and field conditions. **Pesticide Science**, Chichester, v.28, p.243-8, 1990.

COOPERATIVE EXTENSION SERVICE AMES. **How a soybean plant develops**. Ames : Iowa State University of Science and Technology, 1994. 20p.

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.

COUVILLION, W. A preliminary economic assessment of Roundup Ready soybeans in Mississippi. Starkville, MS: Mississippi State University - **Department of Agricultural Economics**, 2000. p.1-11.

CRUSCIOL, C.A.C.; COTTICA, R.L.; LIMA, E. do V.; ANDREOTTI, M.; MORO, E.; MARCON, E. Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo forrageiro no plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.2, p.161-168, 2005.

DA SILVA, D.B.; GUERRA, A.F.; MINELLA, E.; ARIAS, G. BRS 180: Cevada cervejeira para cultivo irrigado no cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.8, p.1689-1694, 2000.

DEL LUCA, L. de J. A.; FONTANELI, R. S.; DALLA LANA, B.; NASCIMENTO JUNIOR, A. do; CUNHA, G. R. da; RODRIGUES, O.; GUARIENTI, E. M.; MIRANDA, M. Z. de; COSTAMILAN, L. M.; CHAVES, M. S.; LIMA, M. I. P. M. **Experimentação de trigo e outros cereais de inverno para duplo propósito no Rio Grande do Sul, em 2003**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004. 21 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online; 41)

DERPSCH, R.; CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno**. Londrina: Iapar, 1992. 80p. (Circular, 73).

DÖBEREINER, J.; ARRUDA, N.B. de. Interrelação entre variedades e nutrição na nodulação e simbiose da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.2, n.1, p. 475-487, 1967.

DUFFY, M. e ERNST, M. **Does planting GMO seed boost farmers' profits?** Leopold Center, 1999. Disponível em: <<http://www.ag.iastate.edu/centers/leopold/newsletter/99-3leoletter/99-3gmoduffy.html>> Acesso em: 19 ago. 2008.

DUFFY, M. **Who benefits from biotechnology?** Paper presented at American Seed Trade Association Meeting, Chicago, IL, Dec. 5-7, 2001.

ECOPRODUCERS. **Brasil lidera a expansão de lavouras transgênicas**, 2008. Disponível em: http://www.ecoproducers.com/magazine/index.php?option=com_content&task=view&id=889&Itemid=164. Acesso em: 25 agosto 2008. escrito em 14 fev 2008

EDWARDS, J. H. ; THURLOW, D. L. ; EASON, J. T. Influence of tillage and crop rotation on yields of corn, soybean and wheat. **Agronomy Journal**, Madison, v.80, p.76-80, 1988.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: 1999. 412p.

EMBRAPA. **Cultivares de soja 2005/2006: Região Centro-Sul**. Londrina: Embrapa Soja: Fundação Meridional, 2006. 70 p. (Documentos, 270).

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.

FASSBENDER, H. W.; BORNEMISZA, E. **Química de suelos**: con énfasis en suelos de América Latina. 2. ed. San José: IICA, 1994.

FEBRAPDP (Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha), 2007. Disponível em: <http://www.febrapdp.org.br/historico.html>. acesso em: 20 julho de 2008.

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E.; GURMOOD, D.T.; PENNINGTON, J.S. Stage of development description for soybean, *Glycine max* (L.) Merrill. **Crop Science**, Madison, v.11, n.6, p.929-931, 1971.

FELICIO, J.C.; CAMARGO, C.E. de O.; GERMANI, R.; GALLO, P.B.; PEREIRA, J.C.V.N.A.; BORTOLETTO, N.; PETTINELLI JUNIOR, A. Influência do ambiente no rendimento e na qualidade de grãos de genótipos de trigo com irrigação por aspersão no estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v.60, n.2, p.111-120, 2001.

FERNANDEZ, J.; MCBRIDE, W. Adoption of bioengineered crops. **Agricultural Economic Report**, Washington: USDA, n. 810, 2002.

FERNANDEZ, J. e MCBRIDE, W. **Adoption of genetically crops on the US**. Washington: USDA-ERS, 2003. Disponível em: <[http:// www.ers.usda.gov/Data/BiotechCrops](http://www.ers.usda.gov/Data/BiotechCrops)> Acesso em: 19 ago. 2008.

FERRARI, E.; SOUTO, S.M.; DÖBEREINER, J. Efeito da temperatura do solo na nodulação e no desenvolvimento da soja perene (*Glycine javanica* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.2, n.1, p. 461-466, 1967.

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, p.627-637, 2000.

FIORIN, J. E. Plantas recuperadoras da fertilidade do solo. In: CURSO SOBRE ASPECTOS BÁSICOS DE FERTILIDADE E MICROBIOLOGIA DO SOLO EM PLANTIO DIRETO: **resumos de palestras**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1999. p.39-55.

FOLONI, J.S.S.; ROSOLEM, C.A. Potassium balance in soybean grown under no-till. In: **INTERNATIONAL CROP SCIENCE CONGRESS**, 4., Brisbane, 2004. Proceedings. Brisbane, ICSS, 2004. Publicação virtual: www.cropscience.org.au

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.

FRANCO, A. A.; FONSECA, O. O.; MARRIEL, L. Efeito do nitrogênio mineral na atividade da nitrogenase e nitrato redutase durante o ciclo da soja no campo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 2, p. 110-114, 1978.

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, p.995-1001, 2003.

GALLI, A.J.B.; MONTEZUMA, M.C. Alguns aspectos da utilização do herbicida glifosato na agricultura. ACADCOM Gráfica e Editora Ltda, 2005. 66p.

GALLO, P.B.; LAVORENTI, A.; SAWAZAKI, E.; HIROCE, R.; MASCARENHAS, H.A.A. Efeito de cultivos de soja na produção e no teor de nitrogênio das folhas e dos grãos de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.5, p.64-67, 1981.

GAZZONI, D.L. Efeito de populações de percevejos na produtividade, qualidade da semente e características agrônômica da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.8, p.1229-1237, 1998.

GIACOMINI, S.J.; AITA, C.; VENDRUSCOLO, E.R.O.; CUBILLA, M.; NICOLOSO, R.S.; FRIES, M.R. Matéria seca, relação c/n e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura do solo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.27, n.2, p.349-325-334, 2003.

GIACON NETO, H.; CAVARIANI, C.; GAZOLA, E.; SASSI, R.S.; COSTA, C.H.M. da. Produtividade e características agronômicas de cultivares de soja convencionais e transgênicas. In: Congresso de Iniciação Científica da Unesp, 19, 2007, Ilha Solteira. **Anais... UNESP**, 2007. 1 CD ROM.

GIACON NETO, H.; FARINELLI, R.; CAVARIANI, C.; GAZOLA, E.; LEMOS, L.B. Produtividade e características agronômicas de cultivares de soja convencionais e transgênicas. In: Simpósio Internacional de Iniciação Científica da USP, 14, 2006, Piracicaba. **Anais...** Universidade de São Paulo, 2006. 1 CD ROM.

GOMEZ, M. A.; PEREZ, M. T.; SAGARDOY, M. A. Effect of successive applications of glyphosate on the aerobic bacteria and microarthropods of a sandy soil. **Ciência del Suelo**, Buenos Aires, v.7, p.55-61, 1989.

GORING, C.A.I.; LASKOWSKI, D.A.. The effects of pesticides on nitrogen transformation in soils. In F.J. Stevenson (ed.) **Nitrogen in agricultural soils**. Agronomy, v.22, p.689-720, 1982.

GROSSBARD, E.; HARRIS, D. Effects of herbicides on the decay of straw. In: GROSSBARD, E. (ed.) **Straw decay and its effect on disposal and utilization**. John Wiley and Sons, Chichester, UK, 1979. p. 167-176

GUIMARÃES, G.L.; BUZETTI, S.; SILVA, E.C. da; LAZARINI, E.; DE SÁ, M.E. Culturas de inverno e pousio na sucessão da cultura da soja em plantio direto **Acta Scientiarum**. Maringá, v.25, n.2, p.339-344, 2003.

HAAHTELA, K.; KILPI, S.; KARI, K. Effects of phenoxy acid herbicides and glyphosate on nitrogenase activity (acetylene reduction) in root-associated *Azospirillum*, *Enterobacter* and *Klebsiella*. **FEMS Microbiology Letters**, v.53, p.123-127, 1988.

HANEY, R. L.; SENSEMAN, S. A.; HONS, F. M. Effect of Roundup Ultra on microbial activity and biomass from selected soils. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v.31, n.3, p.730-735, 2002.

HANEY, R. L.; SENSEMAN, S. A.; HONS, F. M.; ZUBERER, D. A. Effect of glyphosate on soil microbial activity and biomass. **Weed Science**, Lawrence, v.48, p.89-93, 2000.

HUNGRIA, M.; ANDRADE, D.S.; BALOTA, E.L.; COLOZZI-FILHO, A. Importância do Sistema de Semeadura Direta na População Microbiana do Solo. **Comunicado Técnico 56**, EMBRAPA-CNPSo, 9 p. Londrina, 1997.

HUNGRIA, M.; BOHRER, T.R.J. Variability of nodulation and dinitrogen fixation capacity among soybean cultivars. **Biology Fertil Soils**, U.S.A., v.31, p.45-52, 2000.

HUNGRIA, M.; MILTON A.T.; VARGAS. M.A.T. Environmental factors affecting N₂ fixation in grain legumes in the tropics, with an emphasis on Brazil. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.65, p.151-164, 2000.

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, p.819-830, 1997.

JAMES, C.A. Global review of commercialized transgenic crops: 2001. Ithaca: International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications, 2001. (ISAAA Briefs, 24 -2001

preview). Disponível em <<http://www.isaaa.org/publications/briefs/Brief-24.htm>>. Acesso em: 22 set. 2003

JAMES, C. Situação global da comercialização das lavouras GM. In: ISAAA (International Service for the Acquisition of Agro-Biotech Applications), Sumário Executivo, Brief 34-2005. Ithaca: ISAAA, 2005. 12 p. Disponível em: [www.isaaa.org/kc/CBTNews/press_release/briefs34/ESummary/Executive%20Summary%20\(Portuguese\).pdf](http://www.isaaa.org/kc/CBTNews/press_release/briefs34/ESummary/Executive%20Summary%20(Portuguese).pdf). acesso em: 1 de abr.2006.

JESSOP, R.S.; STEWART, L.W. Effects of crops residue, soil type and temperature on emergence and early growth of wheat. **Plant and Soil**, The Hague, v.74, p.101-109, 1983.

JOHNSON, T.J.; KASPAR, T.C.; KOHLER, K.A.; CORAK, S.J.; LOGSDON, S.D. Oat and rye overseeded into soybean as fall cover crops in the upper Midwest. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v.53.n.3, p.276-280, 1998.

JORGE, R.H.; PASSOS, R.R.; BORGES, E.N.; CORREA, J.F.; GONTIJO, I. Efeito de sistemas de preparo no rendimento, nutrição e características agronômicas da soja cultivada em solo de cerrado. **BioScience Journal**, Uberlândia, v.20, n.2, p.187-197, 2004.

KAPUSTA, G.; ROUWENHORST, D.L. Interaction of selected pesticides and *Rhizobium japonicum* in pure culture and under field condition. **Agronomy Journal**, Madison, v.65, p.112-115, 1973.

KIIHL, R.A. de S; ALMEIDA, L.A de; KASTER, M.; MIRANDA, L.C.; ARIAS, C.A.A.; TOLEDO, J.F.F. de; PÍPOLO, A.E.; GOMIDE, P.BP; YORINORI, J.T.; DOMIT, L.A.; CARNEIRO, G.E. de S.; VIEIRA, O.V. Cultivar de soja BRS 244 RR. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 26. 2004, Londrina. **Resumos...** Londrina: Embrapa soja: Fundação Meridional, 2004. p.52-53.

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.

KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B. Eficiência no uso do nitrogênio por cultivares de aveia branca de acordo com a adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n., p.1033-1038, 2003.

LIU, C. M.; MCLEAN, P. A.; SOOKDEO, C. C.; CANNON, F. C. Degradation of the herbicide glyphosate by members of the family Rhizobiaceae. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v.57, p. 1799-804, 1991.

LOMBARDI NETO, F.; DRUGOWICH, M. **Manual técnico de manejo e conservação de solo e água**. Campinas: CATI, 1994. v.2, 168p.

LYNCH, J.M. Interactions between biological processes, cultivation and soil structure. **Plant and Soil**, The Hague, v.76, p.307-318, 1984.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 201p.

MALLORY, E. B.; POSNER, J.L.; BALDOCK, J.O. Performance, economics, and adoption of cover crops in Wisconsin cash grain rotations: on-farm trials. **American Journal of Alternative Agriculture**, Greenbelt, Maryland v.13, p.2-11, 1998.

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.

MARCHIORI, L.F.S.; CÂMARA, G.M.de S.; PEIXOTO, C.P.; MARTINS, M.C. Desempenho vegetativo de cultivares de soja (*Glycine Max (L.) Merrill*) em épocas normal e safrinha. . **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.56, n.2, p.383-390, 1999.

MARTENSSON, A.M. Effects of agrochemicals and heavy metals on fast-growing rhizobia and their symbiosis with small-seeded legumes. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.24, p.435-445, 1992.

MASCARENHAS, H.A.A.; HIROCE, R.; BRAGA, N.R.; MIRANDO, M.A.C.; POMMER, C.V.; SAWAZAKI, E. **Efeito do nitrogênio residual de soja na produção de milho**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1978. 16p. (Boletim Técnico, 58).

MASCARENHAS, H.A.A.; NOGUEIRA, S.S.S.; TANAKA, R.T.; MARTINS, A.L.M.; CARMELLO, Q.A.C. Efeito na produtividade da rotação de culturas de verão e crotalaria de inverno. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.55, n.3, p.534-537, 1998.

MASCARENHAS, H.A.A.; TANAKA, R.T. Soja. In: RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, p.202-203, 1997. (Boletim Técnico, 100).

MEDINA, P.F.; RAZERA, L.F.; FILHO, J.M.; BORTOLETTO, N. Produção de sementes de cultivares precoces de soja em duas épocas e dois locais paulistas: I. Características agrônomicas e produtividade. **Bragantia**, Campinas, v.56, n.2, p.291-303, 1997.

MENEGATTI, A.L.A.; BARROS, A.L.M. de. Análise comparativa dos custos de produção entre soja transgênica e convencional: um estudo de caso para o Estado do Mato Grosso do Sul. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v.45, n.1, p.163-183, 2007.

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

MOORMAN, T. B. A review of pesticide effects on microorganisms and microbial processes related to soil fertility. **Journal of Production Agriculture**, Madison, v. 2, pp. 14-23, 1989.

MOORMAN, T.B.; BECERRIL, J.M.; LYDON, J.; DUKE, S.O. Production of hydroxybenzoic acids by *Bradyrhizobium japonicum* strains after treatment with glyphosate. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.40, p.289-293, 1992.

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 agronômicas. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.24, n.5, p.1275-1280, 2002.

MUZILLI, O. Fertilidade do solo em plantio direto. In: FANCELLI, A.L.; TORRADO, P.V.; MACHADO, J.(Ed.). **Atualização em plantio direto**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p.147-160.

NAKAGAWA, J.; ROSOLEM, C.A.; MACHADO, J.R. Épocas de semeaduras da soja I. Efeitos na produção de grãos e nos componentes da produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18. n.11, p.1187-1198, 1983.

O'DONNELL, A.G.; GORRES, H. 16S rDNA methods in soil microbiology. **Current Opinion in Biotechnology**, v.10, p.225-229, 1999.

OLIVEIRA, M.F.B. de. **A cultura da soja implantada em diferentes coberturas e manejos do solo em área de pastagem degradada.** 2002. 100 pg. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

OPLINGER, E. S.; MARTINKA, M. J.; WINTER, S. **Performance of transgenic soybeans:** Northern U.S., 1999. Disponível em: <http://www.biotech-info.net/yield_performance.pdf>. Acesso em: 20 out. 2008.

PADGETTE, S. R. New weed control opportunities: Development of glyphosate-tolerant soybeans. In: DUKE, S. O. (Ed.) **Herbicide resistant crops.** Boca Raton: CRC, 1995. p. 54-80.

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.

PELAEZ, V.; ALBERGONI, L.; GUERRA, M.P. Soja transgênica versus soja convencional: uma análise comparativa de custos e benefícios. **Cadernos de ciência & tecnologia**, Brasília, v.21, n.2, p.279-309, 2004.

PÖTTKER, D.; ROMAN, E. S. Efeito de resíduos de culturas e do pousio de inverno sobre a resposta do milho a nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.5, p.763-770, 1994.

PRIMAVESI, A. **O manejo ecológico do solo.** 4. ed. São Paulo: Nobel, 1982.

QAIM, M; TRAXLER, G. Roundup Ready soybeans in Argentina: farm level, environmental and welfare effects. In: 6TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURAL. Ravello, 2002. **Annais...** Disponível em: <<http://ww.economia.uniroma2.it/conferenze/icabr/abstract/Qaim.htm>> Acesso em: 20 ago. 2008.

RAIJ, B. VAN; QUAGGIO, J.A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1983. 31p. (Boletim técnico, 81).

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.

RANKIN, M. **Making the Roundup Ready soybean decision**. 1999. Disponível em: <<http://www.uwex.edu/ces/crops/RRsoybn.htm>> Acesso em: 25 ago. 2008.

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. Impact of Rye Cover Crop and Herbicides on Weeds, Yield, and Net Return in Narrow-Row Transgenic and Conventional Soybean (*Glycine max*). **Weed Technology**, Champaign, v.17, p.28-35, 2003.

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, 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, p.987–994, 2003b.

REDDY, K.N.; WHITING, K. Weed Control and Economic Comparisons of Glyphosate-Resistant, Sulfonylurea-Tolerant, and Conventional Soybean (*Glycine max*) Systems. **Weed Technology**, Champaign, v.14, p.204–211, 2000.

RENNIE, R.J.; DUBETZ, S.. Effect of fungicides and herbicides on nodulation and N₂ fixation in soybean fields lacking indigenous *Rhizobium japonicum*. **Agronomy Journal**, Madison, v.76, p.451-454, 1984.

RESULTADOS. Resultados do Plano Anual de Transferência de Tecnologia (PATT) de soja. Reunião de apresentação dos resultados do plano anual de transferência de tecnologia de soja – 2005/2006. Embrapa Soja – Transferência de Tecnologia e Fundação Meridional de Apoio à Pesquisa Agropecuária, Londrina, 2006.

RODRIGUES, O.; DIDONET, A. D.; AMBROSI, I.; SANTOS, H. P. dos. **Impacto de espécies de inverno no rendimento das culturas de verão e de trigo no inverno subsequente**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003. 15 p. html (Embrapa Trigo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Online, 19). Disponível: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p_bp19.htm

ROSLYCKY, E. B. Glyphosate and the response of the soil microbiota. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.14, p.87-92, 1982.

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. Escrito em 22/01/2008

SAINJU, U. M.; SINGH, B.P. Winter cover crops for sustainable agricultural systems: influence on soil properties, water quality, and crop yields. **Hortscience**, Alexandria, v.32, p.21-28, 1997.

SANTOS, A.; FLORES, M. Effects of glyphosate on nitrogen fixation of free-living heterotrophic bacteria. **Letters in Applied Microbiology**, Oxford, v.20, p.349-352, 1995.

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

SANTOS, H. P. dos; LHAMBY, J. C. B. Influência de culturas de inverno sobre o rendimento de grãos de soja cultivada em sistemas de rotação de culturas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.1, p.1-6, 2001.

SANTOS, H. P. dos; LHAMBY, J. C. B.; SANDINI, I. Efeito de culturas de inverno e de sistema de rotação de culturas sobre algumas características das soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.11, p.1141-1146, 1997.

SANTOS, H. P. dos; LHAMBY, J. C. B.; SPERA. Rendimento de grãos de diferentes sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.6, p.907-916, 2006.

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; PEREIRA, L. R. Rotação de culturas. VII. Efeito de culturas de inverno sobre o rendimento de grãos e algumas características agronômicas das plantas de soja, no

período de 1979 a 1985. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.22, n.1, p.63-70, 1987.

SANTOS, H. P. dos; PEREIRA, L. R.; REIS, E.M. Rotação de culturas em Guarapuava. XIII. Efeitos de sistemas de sucessão de culturas sobre o rendimento de grãos e sobre outras características agronômicas de soja, em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.6, p.907-916, 1994.

SANTOS, H. P. dos; PEREIRA, L. R.; REIS, E.M. Rotação de culturas. XIII. Efeitos das culturas de inverno sobre o rendimento de grãos e sobre algumas características agronômicas de plantas de soja, num período de nove anos. In: REUNIÃO DE PESQUISA DA SOJA DA REGIÃO SUL, 17., 1989, Porto Alegre. **Soja**; resultados de pesquisa 1988/1989. Passo Fundo: Embrapa-CNPT, 1989. p.88-99.

SANTOS, H. P. dos; REIS, E. M. Efeito de culturas de inverno sobre o rendimento de grãos e sobre algumas características agronômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 11, p. 1637-1645, 1990.

SANTOS, H. P. dos; REIS, E. M. Efeitos de culturas de inverno sobre o rendimento de grãos e sobre a estatura de plantas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.5, p.729-735, 1991.

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.

SANTOS, H. P. dos; VIEIRA, S. A.; PEREIRA, L. R.; ROMAN, E. S. Rotação de culturas. XVI. Efeito do sistema de cultivo no rendimento de grãos e outras características agronômicas das plantas de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.9, p.1539-1549, 1991a.

SANTOS, H. P. dos; WOBETO, C.; PEREIRA, L. R.; ROMAN, E. S. Rotação de culturas em Guarapuava. X. Efeitos das culturas de inverno em plantio direto sobre características agronômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.9, p.1551-1561, 1991b.

SÁ, R.O. de. **Variabilidade genética entre progênes de meios irmãos de nabo forrageiro (*raphanus sativus* l. var. *oleiferus*) cultivar cati al 1000. 2005. 39f.** Dissertação (Mestrado em Agronomia – Área de Concentração em Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômica, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

SEIXAS, P. de F.; MOREIRA, A.L.; GOMIDE, C.A. DE M.; REIS, R.A.; LUCA, S. de. Produção e germinação de sementes de cultivares de aveia sob irrigação em Jaboticabal-SP. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 28, n. 1, p. 63-69, 2004.

SAUER, T. J.; HATFIELD, J. L.; PRUEGER, J. H. Corn residue age and placements effects evaporation and soil thermal regime. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.60, p.1558- 1564, 1996.

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.

TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A; DIAS, O.S.; CAMPIDELLI, C.; BUSILANI, E.A. Cultivo da soja após incorporação de adubo verde e orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.11, p.1477-1483, 1992.

TEASDALE, J. R. Contribution of cover crops to weed management in sustainable agricultural systems. **Journal of Production Agriculture**, Madison, v.9, p.475-479, 1996.

TILLMANN, M.A.A.; WEST, S. Identification of genetically modified soybean seeds resistant to glyphosate. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.61, n.3, p. 336-341, 2004.

TOMM, G. O.; GIORDANO, L. de B.; SANTOS, H. P. dos; VOSS, M.; NASCIMENTO, W. M.; ÁLVARES, M. do C. Ervilha BRS forrageira. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2002. 14 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online; 18). Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_do18.htm. Acesso em: 01 nov. 2007.

TORRES, E.; FRANCHINI, J.C.; SARAIVA, O.F.; BROW, G.; PICCININ, J.; CARDOSO, E.G.; ZOTARELLI, L. Sistemas de preparo de solo e rotação de culturas para a cultura da soja em um Latossolo Vermelho Distroférico. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 26. 2004, Londrina. **Resumos...** Londrina: Embrapa soja: Fundação Meridional, 2004. p.252-253.

TORRES, J.L.R.; FABIAN, A.J. Plantas de cobertura para produção de massa seca associada à produtividade de soja em sistema de plantio direto no cerrado, na região de Uberaba-MG. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO -BRASIL, 26. 2004, Londrina. **Resumos...** Londrina: Embrapa soja: Fundação Meridional, 2004. p.251-252.

TORRES, J.L.R.; PEREIRA, M.G.; ANDRIOLI, I.; POLIDORO, J.C.; FABIAN, A.J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, n.4, p. 609-618, 2005.

URANO, E.O.M.; KURIHARA, C.H.; MAEDA, S.; VITORINO, A.C.T.; GONÇALVES, M.C.; MARCHETTI, M.E. Avaliação do estado nutricional da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.9, p.1421-1428, 2006.

URANO, E.O.M.; KURIHARA, C.H.; MAEDA, S.; VITORINO, A.C.T.; GONÇALVES, M.C.; MARCHETTI, M.E. Determinação de teores ótimos de nutrientes em soja pelos métodos chance matemática, sistema integrado de diagnose e recomendação e diagnose da composição nutricional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 31, n.1, p.63-72, 2007.

VARCO, J.J.; SPURLOCK, S.R.; SANABRIA-GARRO, O.R. Profitability and nitrogen rate optimization associated with winter cover management in no-tillage cotton. **Journal of Production Agriculture**, Madison, v.12, p.91-95, 1999.

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.

VARGAS, M.A.T.; MENDES, I. de C.; SUHET, A.R.; PERES, J.R.R. Fixação biológica do nitrogênio. In: ARANTES, N. E.; SOUZA, P. M. **Cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p.159-180.

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.

VOSS, M.; SIDIRAS, N. Nodulação da soja em plantio direto em comparação com plantio convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, p.775-782, 1985.

ZABLOTOWICZ, R.M.; REDDY, K.N. Impact of glyphosate on the *Bradyrhizobium japonicum* symbiosis with glyphosate-resistant transgenic soybean: a minireview. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v.33, p.825-831, 2004.

YENISH, J.P.; WORSHAM, A.D.; YORK, A.C. Cover crops for herbicide replacement in no-tillage corn (*Zea mays*). **Weed Technology**, Lawrence v.10, p.815-821, 1996.

YOKOMIZO, G. K. **Interação genótipos x ambientes em topocruzamentos de soja tipo alimento com tipo grão.** 1999. 170 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz , Piracicaba, 1999.

WHEATLEY, D. M; MACLEOD, D. A.; JESSOP, R. S. Influence of tillage treatments on N₂ fixation of soybean. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.21, n.4/5, p.571-574, 1995.

WILSON, P.W. **The biochemistry of symbiotic nitrogen fixation.** Madison: University of Wisconsin Press, 1940. 130p.