

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

**ADUBAÇÃO NITROGENADA E INOCULAÇÃO COM RIZÓBIO NO
FEIJOEIRO EM SUCESSÃO AO MILHO CONSORCIADO COM
BRAQUIÁRIAS NO SISTEMA PLANTIO DIRETO**

EMERSON DE FREITAS CORDOVA DE SOUZA

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

BOTUCATU-SP
Junho - 2010

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

**ADUBAÇÃO NITROGENADA E INOCULAÇÃO COM RIZÓBIO NO
FEIJOEIRO EM SUCESSÃO AO MILHO CONSORCIADO COM
BRAQUIÁRIAS NO SISTEMA PLANTIO DIRETO**

EMERSON DE FREITAS CORDOVA DE SOUZA

Orientador: Prof. Dr. Rogério Peres Soratto

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

BOTUCATU-SP
Junho - 2010

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

S729a Souza, Emerson de Freitas Cordova de, 1983-
Adubação nitrogenada e inoculação com rizóbio no feijoeiro em sucessão ao milho consorciado com braquiárias no sistema plantio direto / Emerson de Freitas Cordova de Souza. - Botucatu : [s.n.], 2010
viii, 50 f. : tabs.

Dissertação(Mestrado) -Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu, 2010
Orientador: Rogério Peres Soratto
Inclui bibliografia.

1. *Phaseolus vulgaris*. 2. Nitrogênio. 3. Nutrição mineral. 4. *Rhizobium tropici*. 5. *Brachiaria sp.* I. Soratto, Rogério Peres.II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu. III. Título.

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

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: ADUBAÇÃO NITROGENADA E INOCULAÇÃO COM RIZÓBIO NO
FEIJOEIRO EM SUCESSÃO AO MILHO CONSORCIADO COM
BRAQUIÁRIAS NO SISTEMA PLANTIO DIRETO

ALUNO: EMERSON DE FREITAS CORDOVA DE SOUZA

ORIENTADOR: PROF. DR. ROGERIO PERES SORATTO

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. ROGERIO PERES SORATTO



PROF. DR. DIRCEU MAXIMINO FERNANDES



PROF. DR. ORIVALDO ARF

Data da Realização: 23 de junho de 2010.

OFEREÇO

A Deus e a Jesus Cristo pelo privilégio da vida, e por todas as oportunidades a mim concedidas.

DEDICO

Aos meus pais Cypriano Cordova de Souza e Conceição Aparecida Alves de Freitas Cordova de Souza, pela lembrança constante, dando-me força sempre para atingir meus objetivos, não medindo esforços para que esse sonho se tornasse uma realidade.

AGRADECIMENTOS

A Deus e a minha família, pela vida, pelo apoio e incentivo durante todas as etapas da minha trajetória acadêmica.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao Prof. Dr. Rogério Peres Soratto pela atenção, pela orientação técnica e científica e, pelo educar sempre presente no processo de formação de ensino e pesquisa.

Ao estagiário Felipe Augusto Pagani pelo auxílio durante todo o período de condução dos experimentos, nas coletas e processamento de amostras.

Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Agronomia-Agricultura da FCA/UNESP – Campus de Botucatu pelos ensinamentos transmitidos.

Aos companheiros de república em Botucatu (Gregório, Evandro, Ferdinando, Rodolfo, Fabrício, Hélio, Camilo e Alexandre) que foram e são como a minha família em Botucatu.

Ao meu grande amigo e companheiro de todas as horas, Marcelo Junior Gimenes, por toda ajuda durante o mestrado e principalmente pela amizade.

Aos companheiros de trabalho Adalton Mazetti Fernandes e Genivaldo David de Souza-Schlick, por me ajudarem durante toda a dissertação na coleta de amostras e principalmente pela amizade.

Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal, pelo auxílio direto e indireto, que permitiu a realização deste trabalho.

A todos aqueles que colaboraram direta ou indiretamente na realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	VI
LISTA DE FIGURAS	VIII
1 RESUMO	1
2 SUMMARY	3
3 INTRODUÇÃO	5
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
5 MATERIAL E MÉTODOS	15
5.1 Localização e caracterização edafoclimática da área experimental	15
5.2 Delineamento experimental e tratamentos	17
5.3 Instalação e condução dos experimentos	18
5.4 Avaliações	20
5.4.1. Número e matéria seca de nódulos	20
5.4.2. Índice relativo de clorofila nas folhas	20
5.4.3. Teor de N nas folhas	20
5.4.4. Massa de matéria seca da parte aérea	20
5.4.5. Teor e quantidade de N acumulada na parte aérea	21
5.4.6. Componentes da produção	21
5.4.7 Produtividade de grãos	21
5.5 Análise estatística	22
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
7 CONCLUSÕES	41
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1. Atributos químicos do solo, nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, avaliados em novembro de 2008 e janeiro de 2010, respectivamente, nos anos agrícolas 2008/09 e 2009/10.....	17
2. Massa de matéria seca, quantidade de N acumulado e relação C/N nas coberturas vegetais presentes na superfície do solo, coletados um dia antes do manejo químico, nos anos agrícolas de 2008/09 e 2009/10.	24
3. Número de nódulos e matéria seca de nódulos na cultura do feijão em função da adubação nitrogenada e inoculação com rizóbio em sucessão ao milho safrinha consorciado com <i>B. brizantha</i> (MBB) e <i>B. ruziziensis</i> (MBR), no SPD. Botucatu, SP.....	26
4. Índice relativo de clorofila e teor de N na folha na cultura do feijão em função da adubação nitrogenada e inoculação com rizóbio em sucessão ao milho safrinha consorciado com <i>B. brizantha</i> (MBB) e <i>B. ruziziensis</i> (MBR), no SPD. Botucatu, SP.....	28
5. Matéria seca da parte aérea e teor de nitrogênio na parte aérea na cultura do feijão em função da adubação nitrogenada e inoculação com rizóbio em sucessão ao milho safrinha consorciado com <i>B. brizantha</i> (MBB) e <i>B. ruziziensis</i> (MBR), no SPD. Botucatu, SP.....	30
6. Nitrogênio acumulado na parte aérea e população final de plantas na cultura do feijão em função da adubação nitrogenada e inoculação com rizóbio em sucessão ao milho safrinha consorciado com <i>B. brizantha</i> (MBB) e <i>B. ruziziensis</i> (MBR), no SPD. Botucatu, SP.	33
7. Número de vagens por planta e número de grãos vagem na cultura do feijão em função da adubação nitrogenada e inoculação com rizóbio em sucessão ao milho safrinha consorciado com <i>B. brizantha</i> (MBB) e <i>B. ruziziensis</i> (MBR), no SPD. Botucatu, SP.....	34

8. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente ao número de vagens por planta na cultura do feijão, em sucessão ao milho safrinha consorciado com *B. brizantha*, no ano agrícola 2009/10. Botucatu, SP. 36
9. Massa de 100 grãos e produtividade de grãos na cultura do feijão em função da adubação nitrogenada e inoculação com rizóbio em sucessão ao milho safrinha consorciado com *B. brizantha* (MBB) e *B. ruziziensis* (MBR), no SPD. Botucatu, SP 38

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Precipitação pluvial, temperatura máxima e temperatura mínima obtidas na área experimental durante o período de dezembro a maio, nos anos agrícolas de 2008/09 e 2009/10, e datas de emergência, florescimento e colheita da cultura do feijão. Botucatu-SP	16

1 RESUMO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma cultura bastante exigente em nitrogênio (N), podendo suprir parte das suas necessidades mediante associação com bactérias do gênero *Rhizobium*, capazes de fixar simbioticamente o N₂ atmosférico. Contudo, vários fatores, especialmente os relacionados às condições do solo, podem limitar o processo de formação de nódulos e fixação biológica. Neste sentido, o cultivo anterior de espécies como as do gênero *Brachiaria*, em consórcio com o milho, poderia aumentar a eficiência da inoculação no feijoeiro cultivado em sucessão. Assim, o objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito da adubação nitrogenada no feijoeiro cultivado no sistema plantio direto, em sucessão ao milho safrinha consorciado com *Brachiaria brizantha* ou *Brachiaria ruziziensis*, e se a inoculação das sementes com *Rhizobium tropici* pode contribuir para o fornecimento de N para o feijoeiro nessas condições. Para tanto, foram conduzidos dois experimentos, um em sucessão ao milho consorciado com *B. brizantha* e outro em sucessão ao milho consorciado com *B. ruziziensis*, durante dois anos agrícolas. Os experimentos foram conduzidos em condições de campo, em um Latossolo Vermelho distroférico, no município de Botucatu, SP. Em ambos os experimentos, o delineamento foi de blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pela inoculação ou não das sementes com *R. tropici* (400 g por 100 kg de sementes) e quatro doses de N (0, 35, 70 e 140 kg ha⁻¹), utilizando como fonte o nitrato de amônio. Adubação nitrogenada foi parcelada, metade dois dias após a semeadura e metade no

estádio V4-4 (quatro folhas trifoliadas totalmente expandidas). A inoculação das sementes do feijoeiro cv. IAC Alvorada com *R. tropici* não interferiu na nodulação, nutrição nitrogenada e produtividade do feijoeiro, cultivado em sucessão ao milho safrinha consorciado com braquiárias, no SPD. A nodulação do feijoeiro não foi prejudicada pela aplicação de até 35 kg ha⁻¹ de N, porém, maiores doses proporcionaram diminuição no número e matéria seca de nódulos. A aplicação de N aumentou o teor de N na folha, a matéria seca da parte aérea, o acúmulo de N na parte aérea das plantas e o número de vagens por planta do feijoeiro, cultivado em sucessão ao milho safrinha consorciado com braquiárias, no SPD. A produtividade de grãos do feijoeiro foi maior quando em sucessão ao milho safrinha consorciado com *B. brizantha* e foi pouco influenciada pela adubação nitrogenada.

NITROGEN FERTILIZATION AND RHIZOBIUM INOCULATION ON COMMON BEAN IN SUCCESSION TO CORN INTERCROPPED WITH BRACHIARIA IN NO-TILLAGE SYSTEM. Botucatu, 2010. 50p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: EMERSON DE FREITAS CORDOVA DE SOUZA

Adviser: ROGÉRIO PERES SORATTO

2 SUMMARY

The common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is a crop that requires high amount of nitrogen (N) and part of its need can be supplied by association with bacteria *Rhizobium* that is able to fix symbiotically atmospheric N₂. However, several factors, especially related to soil conditions, may limit nodulation and N₂ fixation. Thus, previous cropping of species such as *Brachiaria* intercropped with corn could increase the efficiency of inoculation on common bean in succession. Therefore, the objectives of this work were to evaluate the effect of N fertilization on common bean crop under no-tillage system, in succession to out-of-season corn intercropped with *Brachiaria brizantha* or *Brachiaria ruziziensis*, and the contribution of the seeds inoculation with *Rhizobium tropici* on N supply for common bean. Two experiments were conducted, one sowing the common bean in succession to corn intercropped with *B. brizantha* and another in succession to corn intercropped with *B. ruziziensis*, during two crop years. The experiments were conducted under field conditions on a Haplorthox, in Botucatu, São Paulo State, Brazil. The experimental design of both experiments was a randomized block design in a 2 x 4 factorial scheme, with four replications. The treatments consisted of presence or absence of seeds inoculation with *R. tropici* (400 g per 100 kg of seeds) and four N rates (0, 35, 70, and 140 kg ha⁻¹), using ammonium nitrate as source. Nitrogen application was split, half two days after sowing and half when plants presented four expanded trifoliolate leaves. Inoculation of common bean seeds with *R. tropici* cultivated in succession to winter corn intercropped with *Brachiaria*

under no-tillage system did not affect the nodulation, the N nutrition and the grain yield. Common bean nodulation was not affected by N application until 35 kg N ha⁻¹, although higher rates provided decrease in number and dry weight of nodules. Nitrogen application increased the leaf N content, aboveground dry matter, aboveground N accumulation, and number of pods per plant of common bean crop cultivated after out-of-season corn intercropped with *Brachiaria* under no-tillage system. The grain yield was higher when common bean was cultivated after out-of-season corn intercropped with *B. brizantha* and it was slightly influenced by N fertilization.

Keywords: *Phaseolus vulgaris*, *Rhizobium tropici*, mineral nutrition, grain yield, *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria ruziziensis*.

3 INTRODUÇÃO

Devido sua grande adaptabilidade, o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) pode ser cultivado em diferentes épocas, praticamente em todas as regiões do país, compondo desde sistemas agrícolas com baixo uso tecnológico, com objetivo principal de subsistência, até sistemas agrícolas intensivos irrigados, altamente tecnificados.

O N é o nutriente absorvido em quantidades mais elevadas pelo feijoeiro. Contudo, o adubo nitrogenado tem alto custo energético para sua obtenção e o seu manejo adequado representa uma das principais dificuldades da cultura, uma vez que a aplicação de doses excessivas, além de aumentar o custo econômico, pode promover sérios riscos ao ambiente, e a sua utilização em quantidades insuficientes pode limitar o seu potencial produtivo, mesmo que outros fatores de produção sejam otimizados (SANTOS et al., 2003).

Sob condições ambientais adequadas, o N₂ atmosférico fixado por meio da simbiose com rizóbio (*Rhizobium tropici*) pode atender parte das necessidades do feijoeiro (HUNGRIA et al., 2000; MOSTASSO et al., 2002; SOARES et al., 2006). Entretanto, os fatores relacionados, principalmente às condições do solo, frequentemente, limitam todas as etapas do processo de infecção das raízes, formação de nódulos e assimilação do N pela planta (MARTINEZ-ROMERO et al., 1991; MERCANTE, 1993). Dessa forma, na grande maioria das vezes a adubação nitrogenada deve ser complementada, para que se obtenha elevada produtividade de grãos.

Dentre os vários sistemas de produção existentes, o sistema plantio direto (SPD), associado ao uso de plantas que proporcionam grande acúmulo de palhada sobre o solo, constituem-se em eficientes alternativas para o controle da erosão, favorecem a reciclagem de nutrientes, a agregação, o armazenamento da água e a manutenção da matéria orgânica do solo, com efeitos positivos na fertilidade do mesmo (ALCÂNTARA et al., 2000; BOER et al., 2007). Porém, a maior limitação para o SPD, na maior parte do Estado de São Paulo e do Brasil Central, é a baixa produção de palhada no período de outono/inverno e inverno/primavera, tanto das espécies utilizadas para adubação verde e cobertura do solo, como das culturas produtoras de grãos, em razão das condições climáticas desfavoráveis, notadamente a baixa disponibilidade hídrica, caracterizando essas regiões como de inverno seco.

A cobertura permanente do solo é fundamental para o SPD. Neste sentido, o cultivo consorciado de culturas como o milho e o sorgo, com plantas forrageiras, notadamente as do gênero *Brachiaria*, semeadas concomitantemente, pode proporcionar produção de forragem no período de menor disponibilidade e de palhada para o SPD da safra seguinte. Além disso, técnicas como utilização de insumos, manejo adequado da adubação e a inclusão de gramíneas forrageiras (KLUTHCOUSKI; STONE, 2003), têm permitido a obtenção de produtividade de feijão bem acima da média nacional.

Segundo Broch et al. (1997) a inclusão de plantas forrageiras no sistema de produção, proporciona maior reestruturação do solo, através de seu sistema radicular. A parte aérea das plantas protege o solo, evitando perdas por erosão, possibilitando, também, diminuição das temperaturas diárias mais altas e menores perdas de água por evaporação, propiciando assim melhores condições ao desenvolvimento de microrganismos, o que poderia favorecer a fixação biológica de N. Contudo, são praticamente inexistentes na literatura informações sobre o efeito de culturas anteriores, especialmente as braquiárias, na resposta do feijoeiro à inoculação das sementes com rizóbio.

Diante disto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o efeito da adubação nitrogenada no feijoeiro cultivado no SPD, em sucessão ao milho safrinha consorciado com *Brachiaria brizantha* ou *Brachiaria ruziziensis* e, se a inoculação das sementes com *R. tropici* pode contribuir para o fornecimento de N para o feijoeiro nessas condições.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O feijoeiro comum é a espécie mais cultivada no mundo entre as demais do gênero *Phaseolus*, sendo que o Brasil é o maior produtor e consumidor mundial. Principalmente pelo fato dessa espécie ter uma ampla adaptação edafoclimática que permite seu cultivo, durante todo o ano, em quase todos os estados da federação, sendo possível explorar a cultura em três épocas diferentes, no mesmo ano: a safra "das águas", cujo cultivo é feito de agosto a novembro, com predominância na Região Sul; a safra "da seca" realizado de janeiro a março, abrangendo a maioria dos estados produtores e a safra "de inverno", de abril a julho (EMBRAPA, 2010). Além disso, esta leguminosa é a principal fonte de proteínas de origem vegetal, principalmente para aqueles menos favorecidos economicamente (GOMES JUNIOR, 2006).

O uso de tecnologias como irrigação e a semeadura sobre palhadas têm possibilitado o cultivo do feijoeiro em uma grande diversidade de sistemas de produção, com produtividade de grãos entre 3.000 e 4.000 kg ha⁻¹ (SILVA, 2006). Com isso nos últimos anos tem havido crescente interesse de produtores em utilizarem essas tecnologias avançadas. Ferreira et al. (2006) afirmaram que este fato levou a desconcentração dos períodos de safra e a incorporação de novas áreas de produção em todo o território nacional, conseqüentemente, reduzindo-se a sazonalidade, a instabilidade dos preços e os problemas de abastecimento. A maior regularidade da produção, por sua vez, estimulou a entrada de produtores mais eficientes na atividade, fortalecendo a agricultura empresarial. Com isto, vem crescendo o

cultivo do feijão no SPD, sistema este, que consiste em uma forma de manejo conservacionista envolvendo todas as técnicas recomendadas para aumentar a produtividade, conservando ou melhorando continuamente o ambiente (BINOTTI, 2009).

Iniciado nos Estados do Paraná e Rio Grande do Sul, em 1970, e com processo de adoção pelos agricultores, a partir de 1976, o SPD é hoje adotado e adaptado a quase todas as regiões do Brasil (CRUZ et al., 2001). Essa técnica já ocupava na safra de 2005/06 cerca de 25,5 milhões de hectares em solos brasileiros (FEBRAPDP, 2010). Entretanto, o SPD é mais do que simplesmente colocar a semente no solo não revolvido. Conforme Ribeiro et al. (2001) o SPD é um sistema constituído pelos seguintes componentes: culturas de cobertura, rotação de culturas e não mobilização do solo.

Do ponto de vista econômico, o SPD reduz a necessidade de máquinas na atividade produtiva (até 48% a menos do que um plantio convencional), de mão-de-obra (até 70%) e de óleo combustível (até 74%). Promove, ainda, o controle de ervas daninhas e consequente redução de capinas mecânicas ou químicas. Tudo isso somado se traduz em custos menores e menor aporte de capital para viabilizar a implantação e manutenção da lavoura (LUSTOSA; ROCHA, 2007).

De acordo com Gassen e Gassen (1996) outra vantagem do SPD é a manutenção de restos vegetais na superfície do solo que além de proteger o mesmo da radiação solar, dissipa a energia de impacto das gotas de chuva, reduz a evaporação de água, aumenta a eficiência da ciclagem dos nutrientes e assegura a manutenção da matéria orgânica do solo, em comparação com preparo convencional (ALCÂNTARA et al., 2000; BOER et al., 2007). Segundo Heckler et al. (1998) com o aumento da matéria orgânica, que é fonte de energia para os microrganismos, ocorre também aumento da atividade microbiana que, aliada à mineralização, disponibiliza nutrientes às plantas, induzindo melhoria na produtividade.

Diante disto, o maior entrave para a sustentabilidade do SPD está na escolha de plantas para a cobertura, devendo-se levar em consideração a velocidade de degradação desses resíduos vegetais que está diretamente relacionada com a água e a temperatura que atuam sobre a atividade dos organismos decompositores, ou seja, quando há mais disponibilidade é maior a fração da fitomassa degradada (KHATOUNIAN, 1999), o que ocorre normalmente em regiões tropicais e subtropicais. Por esta razão, resíduos com maior relação carbono/nitrogênio (C/N), tanto de culturas comerciais quanto de plantas de cobertura,

deverão ser preferencialmente utilizados no SPD, em razão da menor velocidade de decomposição (CALEGARI et al., 1993).

A integração lavoura-pecuária, mediante o “Sistema Santa Fé”, que consiste em cultivar consorciadamente espécies como milho, soja, arroz, feijão e sorgo, com plantas forrageiras, destacando as do gênero *Brachiaria* (PIMENTEL, 1999), onde a semente da forrageira é semeada simultaneamente, misturada ao fertilizante, com a cultura produtora de grãos na mesma linha de semeadura, tem como objetivo o fornecimento de forragem para alimentação animal durante o período de baixa disponibilidade ou a formação de palha para a viabilidade do SPD (KLUTHCOUSKI et al., 2000; BORGHI; CRUSCIOL, 2007). Borghi et al. (2008), avaliando a quantidade de palhada remanescente na superfície do solo antes da semeadura da safra de verão seguinte, obtiveram valores da ordem de 7 a 13 t ha⁻¹ na área onde ocorreu o consórcio de milho com *B. brizantha*, independente da forma de estabelecimento da forrageira (na linha, na entrelinha ou na linha e entrelinha do milho) ou do espaçamento do milho (0,45 m e 0,90 m). Esses valores foram significativamente superiores à média observada na área com milho solteiro (2,5 t ha⁻¹) sete meses após a colheita. No mesmo sentido Aidar et al. (2000) verificaram que a palhada de *B. ruziziensis*, associada aos restos culturais do milho, ultrapassou 17 t ha⁻¹ de matéria seca antes da semeadura do feijão, mantendo-se suficiente para a proteção plena da superfície do solo por mais de 107 dias.

A cultura do feijão é importante na composição de sistemas agrícolas para a região Centro-Sul do Brasil. Técnicas como utilização de insumos, manejo adequado da adubação e a inclusão de gramíneas forrageiras, notadamente as braquiárias (KLUTHCOUSKI; STONE, 2003), têm permitido a obtenção de produtividade bem acima da média nacional.

Para obtenção de elevada produtividade o fornecimento de N à cultura do feijão é fundamental, pois o N é o nutriente absorvido em quantidades mais elevada pelo feijoeiro e, pelo fato de aproximadamente 50% do N total absorvido ser exportado para os grãos, a sua deficiência é a mais freqüente (OLIVEIRA et al., 1996). Os mesmos autores citam que plantas de feijão com deficiência de N apresentam-se atrofiadas e as folhas revelam coloração entre verde pálido e amarela, que se inicia pelas folhas mais velhas e relaciona-se com a participação do N na estrutura da molécula de clorofila.

Além disso, a deficiência de N provoca mudanças na resistência difusiva do CO₂, em virtude do aumento na resistência do mesófilo e em menor proporção na resistência estomática (RYLE; HESKETH, 1969), alterando a síntese e atividade da ribulose 1,5 bisfosfato carboxilaseoxigenase (Rubisco), o que provoca redução nas taxas fotossintéticas (COSTA et al., 1988), com consequências no desenvolvimento e produtividade das culturas.

O N que pode ser disponibilizado às plantas e que define o potencial produtivo das culturas provém do ar atmosférico, no caso da maioria das leguminosas, da matéria orgânica do solo, da reciclagem dos resíduos de culturas anteriores e dos fertilizantes nitrogenados de origem mineral ou orgânica (KLUTHCOUSKI et al., 2005). Na cultura do feijão, esse nutriente tem grande importância durante o desenvolvimento vegetativo, mas principalmente nas fases de florescimento e enchimentos de grãos, pois, como há vagens e grãos crescendo quase ao mesmo tempo, a demanda por N nessa fase é alta (PORTES, 1996). Além disso, o suprimento adequado de N, proporciona aumento no teor de proteínas nos grãos dessa leguminosa (SORATTO et al., 2005). Segundo Malavolta (1979) o N quando aplicado na dose recomendada, promove rápido crescimento aumentando a folhagem e o teor de proteína nas sementes. Além disso, “alimenta” os microrganismos do solo que decompõem a matéria orgânica e aumenta o teor de massa seca. No entanto, quando fornecido em desequilíbrio em relação aos outros elementos, pode atrasar o florescimento e a maturação e predispõe as plantas ao ataque de doenças.

Sob o SPD, Soratto et al. (2001), Silva (2002), Carvalho et al. (2003) e Kaneko et al. (2010) verificaram aumento linear da produtividade da cultura do feijão comum até as doses máximas de N testadas, ou seja, 100, 150, 140 e 180 kg ha⁻¹, respectivamente. Como os cultivos foram realizados em sucessão a gramíneas, a elevada quantidade de N exigida está relacionada à necessidade dos microrganismos presentes no solo. Essa grande quantidade de N é utilizada pelos microrganismos na decomposição dos restos culturais, de alta relação C/N, competindo, portanto, com o feijoeiro. Esses resultados subsidiam os pressupostos da necessidade de maiores quantidades de N para o feijoeiro em SPD (CARVALHO et al., 2003; SORATTO et al., 2004). Além do que, sob condições de menor estresse hídrico, proporcionado por esse sistema (STONE; SILVEIRA, 1999; ANDRADE et al., 2002), o feijoeiro pode apresentar melhor eficiência de utilização do N aplicado em cobertura (COSTA et al., 1988).

Soratto et al. (2008), estudando o manejo de N no feijoeiro cultivado em área onde anteriormente havia sido cultivado milho solteiro ou milho consorciado com *B. brizantha*, verificaram que a aplicação de N aumentou o teor desse elemento nas folhas do feijoeiro e na ausência da aplicação de N, o cultivo anterior de milho consorciado com *B. brizantha* proporcionou maior teor de N nas folhas das plantas de feijão, o que pode estar relacionado com a maior reciclagem desse nutriente proporcionado pela forrageira, semelhantemente ao observado para N nas folhas, na ausência da aplicação de N o cultivo anterior de *B. brizantha* consorciada com milho proporcionou maior número de vagens por planta. Além disso, na área onde foi utilizado o consórcio, foi possível obter produtividade de grãos de feijão de aproximadamente 3.000 kg ha⁻¹, mesmo sem a utilização de adubação nitrogenada. Esses resultados evidenciam que o cultivo de *B. brizantha* cv. Marandú consorciada com milho reduz a necessidade de aplicação de N no feijoeiro em sucessão (CRUSCIOL et al., 2009). Contudo, a adubação nitrogenada ainda apresenta grande complexidade em seu manejo, pois, além de onerar o custo de produção, pode promover sérios riscos ao ambiente se utilizada em quantidades excessivas (SANTOS et al., 2003).

O feijoeiro, sendo uma leguminosa, apresenta condições de beneficiar-se da associação simbiótica com *Rhizobium*, fixando N₂ atmosférico, desde que sejam utilizadas estirpes mais específicas, o que pode contribuir para economia de N mineral (HUNGRIA et al., 2000; MOSTASSO et al., 2002; VENTURINI et al., 2002; SOARES et al., 2006). A seleção de novas estirpes, capazes de fixar N₂ atmosférico quando em simbiose com o feijoeiro, é uma ferramenta importante na busca de um par simbiótico eficiente. Contudo, estirpes selecionadas em laboratório e casa de vegetação podem não alcançar o máximo potencial de fixação no campo, em decorrência, dentre outros fatores, da competição com a população nativa e estabelecida do solo e da baixa adaptação às condições ambientais locais (SOARES et al., 2006).

A espécie de rizóbio recomendada para produção de inoculantes para o feijoeiro comum é o *Rhizobium tropici* (MARTINEZ-ROMERO et al., 1991), compreendendo as estirpes comerciais SEMIA 4077 (CIAT 899) e SEMIA 4080 (PRF 81). Esta espécie é relatada como sendo geneticamente mais estável e mais tolerante a estresses que outras espécies de rizóbio, como temperaturas elevadas e acidez do meio, sendo mais adaptada às condições de solos tropicais (GRAHAM, 1992). Hungria et al. (2003) obtiveram resposta com

a inoculação de alguns isolados, os quais proporcionaram produtividades médias de até 1.600 kg ha⁻¹, igualando-se à inoculação com as estirpes de referência, CIAT 899 e PRF 81, e ao controle com N de fertilizantes. Porém, vários fatores do solo influenciam a nodulação e a fixação biológica do N. Entre eles, a toxicidade por alumínio e manganês, deficiências de cálcio, fósforo e micronutrientes, são prejudiciais à simbiose (LOVATO et al., 1985).

O N é um nutriente cuja presença ou ausência afeta a simbiose de várias formas (PEREIRA, 1982). Em excesso o N mineral pode causar diminuição da eficiência simbiótica, porém, quando em pequenas quantidades aplicadas na cultura do feijão, permite um aumento no crescimento dos nódulos e maior fixação de N, sendo que teores muito baixos de nitrato no solo podem ser limitantes à atividade simbiótica (FRANCO; DÖBEREINER, 1968; RUSCHEL; SAITO, 1977). Tsai et al. (1993) observaram que a nodulação e a fixação biológica de N (FBN) pelo feijoeiro responderam positivamente ao aumento dos teores de P, K e S do solo, e que quando o feijoeiro recebeu um balanço adequado de nutrientes não houve inibição, mas sim um efeito sinérgico da adubação nitrogenada sobre a nodulação e fixação do N. No que diz respeito a fatores ligados a planta, para Pereira e Braidotti (2001), é possível que os melhoristas produzam cultivares de feijão responsivos à inoculação com bactérias do gênero *Rhizobium*, com potencial para aumentar a fixação de N e a produtividade de grãos.

O emprego da inoculação na cultura do feijão com *Rhizobium* ssp. vem crescendo em meio aos produtores, uma vez que resultados experimentais evidenciam que o potencial de fixação de N do feijoeiro em campo pode chegar até 110 kg ha⁻¹ por cultivo, embora para maioria das cultivares utilizados no Brasil, que apresentam boa nodulação e ciclo de 80 a 90 dias, a fixação de N pode ficar em torno de 30 kg ha⁻¹ por cultivo, tendo em vista os padrões médios brasileiros de adubação para cultura do feijão (SANTOS, 2009).

Apesar disto, resultados de pesquisa obtidos em condições de campo, indicam que é possível que a planta se beneficie da inoculação com o rizóbio, atingindo níveis de produtividade entre 1.500 e 2.000 kg ha⁻¹, conforme dados registrados na região dos Cerrados, em cultivos irrigados (STRALLIOTO, 2010).

Pelegrin et al. (2009) avaliando a resposta da cultura do feijão a adubação nitrogenada e a inoculação com rizóbio, constataram que na adubação com 20 kg ha⁻¹ de N, acrescida de inoculante com a estirpe de *R. tropici* (CIAT 899) possibilitou a obtenção

de produtividade de grãos e acréscimo de receita líquida equivalente à aplicação de até 160 kg ha⁻¹ de N, sendo superior ao tratamento com a adubação de 20 kg ha⁻¹ de N, sem o uso do inoculante, evidenciando a sua importância para obtenção de maior rentabilidade na cultura do feijão.

Porém, nos trabalhos de Siqueira e Franco (1988), Bassan et al. (2001), Binotti (2009) e Kaneko et al. (2010) não ocorreram incrementos significativos de produtividade de feijão com a inoculação de estirpes de *Rhizobium*. Mas resultados intermediários foram obtidos por Döbereiner e Duque (1980) avaliando a produtividade do feijoeiro em experimento com FBN, obtendo produtividade de até 1.600 kg ha⁻¹, na ausência de adubação nitrogenada. Já Dowling e Broughton (1986) relataram que para obtenção de altas produtividades de feijão é necessária a aplicação de fertilizantes nitrogenados, uma vez que os rizóbios nativos apresentam, em geral, baixa eficiência simbiótica. No entanto, a prática de inoculação do feijoeiro necessita de informações mais precisas sobre o assunto para que a mesma possa ser difundida e utilizada rotineiramente (FERREIRA et al., 2000). Diante destes resultados de pesquisa, o grande desafio que se apresenta é conseguir um manejo adequado dessa simbiose, visando aumentar a sua eficiência em níveis próximos ou similares aos obtidos com a cultura da soja (ARAÚJO, 1994).

O conhecimento de alterações, em condições específicas de solo e clima, é importante no entendimento da potencialidade dos sistemas de manejo, em relação à produtividade de culturas e da adoção de práticas, com vistas em contornar possíveis limitações advindas da sua utilização (BAYER; MIELNICZUK, 1997). A presença da cobertura vegetal na superfície do solo no SPD traz vantagens, destacando-se: o aumento da infiltração da água, a redução das perdas de água por evaporação, a conservação da umidade e a estabilidade da temperatura do solo e o aumento da eficiência da ciclagem dos nutrientes (HERNANI et al., 1999). Segundo Balota et al. (1998) no SPD, as bactérias fixadoras de N encontram melhores condições de sobrevivência e realização do processo biológico (captação, transformação e liberação do N do ar do solo para as plantas) do que no sistema de manejo convencional. Isso ocorre, principalmente, devido às melhores condições físicas no perfil do solo e maior disponibilidade de carbono (C), importante fonte energética para essas bactérias.

Broch et al. (1997) citam que as plantas forrageiras, principalmente as dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*, fornecem também essa qualidade, pois apresentam

capacidade de reestruturar o solo, através de seu sistema radicular e protege o solo, propiciando assim melhores condições ao desenvolvimento de microrganismos. Dessa maneira, espera-se que a inclusão dessas gramíneas no sistema de rotação, especialmente de forma consorciada com cultura graníferas, possa trazer vantagens à simbiose rizóbio-feijoeiro, o que pode reduzir a necessidade de fertilizantes nitrogenados e, conseqüentemente, os custos de produção, já que geralmente a inoculação das sementes com rizóbio é bem mais barato do que a aplicação de N mineral, mesmo que em doses relativamente pequenas.

5 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi constituído de dois experimentos, conduzidos por dois anos agrícolas (2008/09 e 2009/10), em condições de sequeiro. Em um experimento a cultura do feijão foi semeada em sucessão ao milho safrinha consorciado com *B. brizantha* cv. Marandú e no outro após milho safrinha consorciado com *B. ruziziensis* cv. Comum. No primeiro ano agrícola o milho foi semeado em 17/03/2008 e colhido no dia 01/09/2008 e no segundo ano semeado em 30/03/2009 e colhido no dia 24/08/2009. As forrageiras foram implantadas concomitantemente com a cultura do milho safrinha, sendo que as sementes das mesmas foram adicionadas juntamente com o adubo no sulco de semeadura.

5.1 Localização e caracterização edafoclimática da área experimental

Os experimentos foram conduzidos na Fazenda Experimental Lageado da Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP - Campus de Botucatu, localizada no município de Botucatu-SP (22° 51'S, 48° 26'W e altitude de 740 m).

Segundo a classificação climática de Köppen, o clima predominante na região é do tipo Cwa, que é caracterizado pelo clima tropical de altitude, com inverno seco e verão quente e chuvoso (LOMBARDI NETO; DRUGOWICH, 1994). Os dados climáticos, registrados durante o período de condução do experimento, encontram-se na Figura 1.

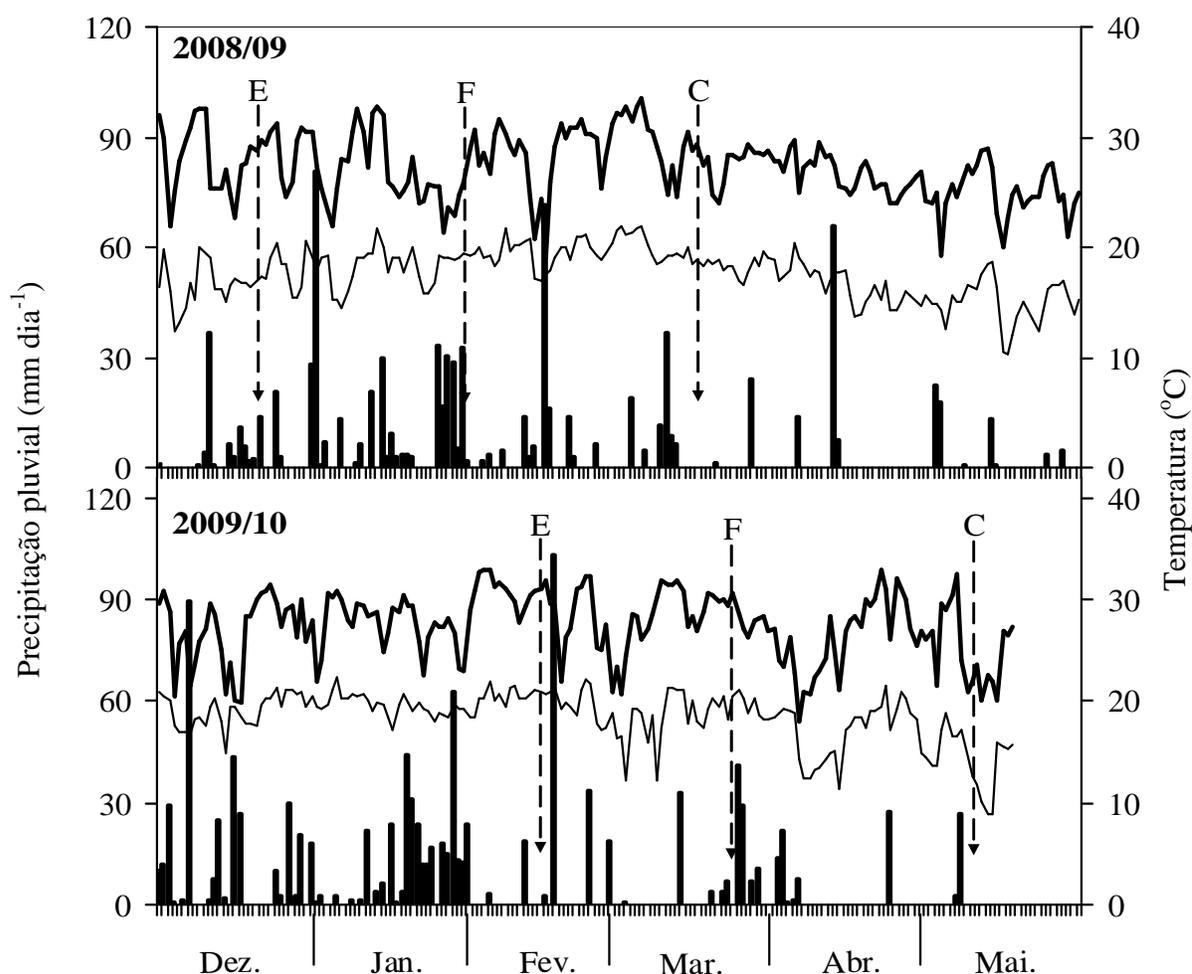


Figura 1. Precipitação pluvial (▮), temperatura máxima (—) e temperatura mínima (---) obtidas na área experimental durante o período de dezembro a maio, nos anos agrícolas de 2008/09 e 2009/10, e datas de emergência, florescimento e colheita da cultura do feijão. Botucatu-SP.

Mediante levantamento detalhado realizado por Carvalho et al. (1983) e utilizando-se o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (EMBRAPA, 2006), o solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho distroférico.

Antes da implantação dos consórcios milho safrinha + *B. brizantha* ou milho safrinha + *B. ruziziensis*, a área utilizada no primeiro ano agrícola foi cultivada com cana-de-açúcar e posteriormente com a sucessão aveia preta (inverno) / milho + *B. brizantha* (verão) / milho + *B. brizantha* (verão) / feijão “da seca”. Já a área utilizada no segundo ano foi

cultivada com cana-de-açúcar e posteriormente com a sucessão aveia preta (inverno) / soja (verão) / aveia branca (inverno) / soja (verão) / milho + *B. brizantha* (verão) / feijão “da seca”.

Em cada ano agrícola, um dia antes do manejo químico da área, foi realizada a caracterização química do solo, por meio de amostragem na profundidade de 0-10 e 10- 20 cm, em oito pontos na área de cada experimento (Tabela 1).

Tabela 1. Atributos químicos do solo, nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, avaliados em novembro de 2008 e janeiro de 2010, respectivamente, nos anos agrícolas 2008/09 e 2009/10.

Palhada	Prof. cm	pH(CaCl ₂)	M.O. g dm ⁻³	P(resina) mg dm ⁻³	H+Al ——	K mmol _c dm ⁻³	Ca	Mg	V %
2008/09									
Milho + <i>B. brizantha</i>	0-10	4,9	37,1	14,3	47,1	1,8	31,6	18,0	52
	10-20	5,1	34,0	7,2	39,3	1,1	36,8	16,8	58
Milho + <i>B. ruziziensis</i>	0-10	4,8	34,1	13,3	51,5	1,6	29,8	16,4	49
	10-20	5,0	31,6	8,5	43,8	0,9	32,3	15,2	52
2009/10									
Milho + <i>B. brizantha</i>	0-10	5,7	31,5	11,0	35,8	2,9	72,2	26,7	72
	10-20	5,3	32,6	11,2	41,6	1,7	67,6	21,4	68
Milho + <i>B. ruziziensis</i>	0-10	5,5	36,0	14,0	38,4	2,9	85,8	21,9	74
	10-20	5,1	33,7	9,8	47,2	1,9	78,2	18,8	67

5.2 Delineamento experimental e tratamentos

Em cada experimento, o delineamento foi de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x4, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pela inoculação ou não das sementes com *Rhizobium tropici* (400 g por 100 kg de sementes) e quatro doses de N (0, 35, 70 e 140 kg ha⁻¹), utilizando como fonte o nitrato de amônio. Essas doses correspondem a 0, ½, 1 e 2 vezes a quantidade recomendada por Ambrosano et al. (1996), para uma área de alta resposta e produtividade esperada de 2.500 a 3.500 kg ha⁻¹ de grãos. Na inoculação foi utilizado o inoculante turfoso Masterfix[®] (estirpe SEMIA 4080) produzido pela Stoller[®], que apresenta 2x10⁹ células viáveis por g.

Cada unidade experimental foi composta por seis linhas de 7 metros de comprimento. Para as avaliações foram consideradas as quatro linhas centrais desprezando 0,5 m na extremidade de cada linha de plantas.

5.3 Instalação e condução dos experimentos

Um dia antes do manejo químico das áreas nos mesmos pontos onde foram retiradas amostras para caracterização química do solo, foram realizadas coletas da cobertura vegetal presente sobre o solo com o auxílio de um quadro de madeira (0,15 m² de área interna). Esta coleta foi realizada de forma manual, com auxílio de tesoura de poda, retirando-se toda palhada contida na área interna do quadro. As amostras foram acondicionadas em sacos de papel e secadas em estufa com circulação forçada de ar a 60°C, até atingirem peso constante, com a posterior pesagem para determinação da quantidade de matéria seca. Em seguida, o material foi moído, em moinho tipo Wiley, para a posterior determinação do teor de N (MALAVOLTA et al., 1997) e do teor de C (TEDESCO et al., 1995), e posterior cálculo da quantidade de N, expressa em kg ha⁻¹ e da relação C/N.

O manejo químico da área foi realizado no dia 26 de novembro de 2008 e 05 de janeiro de 2010 com a utilização de herbicida glyphosate (1.981 g do i.a ha⁻¹), sendo que no ano de 2010, oito dias após o manejo, foi aplicado o herbicida dicloreto de paraquat (300 g do i.a ha⁻¹).

As sementeiras da cultura do feijão foram realizadas no dia 16 de dezembro de 2008 e 09 de fevereiro de 2010. Para isso, foi utilizada uma semeadora-adubadora da marca Semeato Personale Drill – modelo 13. Foi utilizada a cultivar IAC Alvorada, no espaçamento de 0,45 m e 16 sementes por metro de sulco. Em todos os tratamentos, as sementes foram tratadas com fungicida carbendazim + tiram (45 + 105 g do i.a por 100 kg de sementes), inseticida tiametoxam (105 g do i.a. por 100 kg de sementes), cobalto + molibdênio (3 + 30 g por 100 kg de sementes). Nos tratamentos com inoculação com rizóbio, as sementes receberam inoculante turfoso Masterfix[®] (400 g por 100 kg de sementes). A mistura do inoculante às sementes foi realizada à sombra, imediatamente antes da sementeira, e cerca de 30 minutos após o tratamento com fungicida, inseticida e Co + Mo.

A cultivar IAC Alvorada apresenta as seguintes características: grupo carioca; hábito de crescimento indeterminado (tipo III); porte semi-ereto; ciclo médio de 92

dias; grão de coloração bege clara e com alta qualidade; moderadamente resistente à antracnose.

A aplicação de fósforo e potássio no sulco de semeadura foi realizada levando-se em consideração as características químicas do solo e as recomendações de Ambrosano et al. (1996), tendo sido aplicadas, em ambos os anos agrícolas, 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato simples) e 40 kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio).

A adubação nitrogenada, independentemente do tratamento, foi efetuada de forma parcelada, sendo aplicada metade da dose aproximadamente dois dias após a semeadura e metade no estágio V₄₋₄, cerca de 25 dias após a emergência (DAE) (FERNÁNDEZ et al., 1985).

Nos dois anos agrícolas, a emergência das plântulas ocorreu aos 6 dias após a semeadura.

No ano agrícola de 2008/09 o controle de plantas daninhas em pós-emergência foi realizado com a aplicação do herbicida haloxifope-P-metílico (49,8 g do i.a. ha⁻¹) aos 23 DAE. Com relação ao controle de doenças, aos 23 DAE foi realizada pulverização com o fungicida propiconazol + trifloxistrobina (75 + 75 g do i.a. ha⁻¹) e aos 41 e 49 DAE com clorotalonil + tiofanato-metílico (750 + 300 g do i.a. ha⁻¹). Para o controle de pragas foram realizadas pulverizações com o inseticida metamidofós (480 g do i.a. ha⁻¹) aos 23 e 41 DAE, com deltametrina (7,5 g do i.a. ha⁻¹) aos 49 DAE e com tiametoxan + lambda-cialotrina (17,6 + 13,2 g do i.a. ha⁻¹) aos 52 DAE.

No cultivo de 2009/10, o controle de plantas daninhas foi realizado com a aplicação do herbicida fluazifope-p-butil + fomesafen (160 + 200 g do i.a. ha⁻¹) aos 16 DAE. Com relação ao controle de doenças, aos 16 DAE foi realizada pulverização com o fungicida propiconazol + trifloxistrobina (75 + 75 g do i.a. ha⁻¹) e aos 39 e 62 DAE foram realizadas pulverizações com azoxistrobina (60 g do i.a. ha⁻¹). Para o controle de pragas, aos 16 e aos 61 DAE foram realizadas aplicações com o inseticida metamidofós (480 g do i.a. ha⁻¹), aos 39 DAE, com o inseticida deltametrina (7,1 g do i.a. ha⁻¹), aos 43 DAE, com o acaricida abamectina (10,8 g do i.a. ha⁻¹), e aos 45 DAE foi realizada pulverização com enxofre (960 g do i.a. ha⁻¹).

As plantas de feijão atingiram o florescimento pleno (estádio R₆) aos 39 e 37 DAE, respectivamente, nos anos agrícolas 2008/09 e 2009/2010. As colheitas foram realizadas aos 85 DAE, nos dois anos de cultivo.

5.4 Avaliações na cultura do feijão

Na condução dos experimentos foram avaliadas as variáveis descritas a seguir:

5.4.1. Número e matéria seca de nódulos

Por ocasião do florescimento pleno (estádio R₆), foram coletados os sistemas radiculares de dez plantas ao acaso por unidade experimental, com o auxílio de uma pá reta. O material foi cuidadosamente lavado com auxílio água corrente e peneiras com malha de 0,5 mm. Posteriormente foi determinado o número de nódulos por planta, mediante contagem e a matéria seca de nódulos por meio de secagem dos mesmos em estufa a 65 °C, por 72 horas e posteriormente pesagem.

5.4.2. Índice relativo de clorofila nas folhas

Por ocasião do florescimento pleno (estádio R₆), foram realizadas a leitura indireta de clorofila, com um aparelho Minolta SPAD-502, na primeira folha completamente desenvolvida, média de uma leitura por folíolo, em dez plantas por parcela.

5.4.3. Teor de N nas folhas

As mesmas folhas utilizadas para as leituras indiretas de clorofila (5.4.2) foram coletadas, com pecíolo, colocadas para secagem em estufa de ventilação forçada de ar a 65 °C, por 72 horas para posterior determinação do teor de N, segundo metodologia de Malavolta et al. (1997).

5.4.4. Massa de matéria seca da parte aérea

Esta avaliação foi realizada por ocasião do florescimento pleno (estádio R₆), coletando-se 10 plantas ao acaso por unidade experimental, que foram

submetidas à lavagem com água destilada, sendo posteriormente colocadas para secagem em estufa de ventilação forçada de ar a 65°C por 72 horas e pesadas.

5.4.5. Teor e quantidade de N acumulada na parte aérea

As plantas coletadas para determinação da massa de matéria seca, após pesagem, foram moídas e submetidas à análise, segundo metodologia proposta por Malavolta et al. (1997). De posse desses resultados, foram estimadas as quantidades de N absorvidas por área, de acordo com os tratamentos, mediante a contagem do número de plantas em 5 m de duas linhas da área útil de cada unidade experimental.

5.4.6. Componentes da produção

- População final de plantas

A determinação da população final foi realizada na véspera da colheita, considerando duas linhas centrais com comprimento de 5 m em cada unidade experimental, sendo os resultados convertidos em plantas ha⁻¹.

- Número de vagens por planta

Foi determinado mediante a contagem do número total de vagens com pelo menos um grão por planta, avaliado em 10 plantas coletadas dentro da área útil de cada área experimental.

- Número de grãos por vagem

Foi determinado mediante a relação entre número total de grãos e o número total de vagens, avaliados em 10 plantas coletadas dentro da área útil de cada área experimental.

- Massa de 100 grãos (g)

Foi avaliada pela pesagem de quatro amostras, de 100 grãos cada uma, em cada unidade experimental. Os dados obtidos foram corrigidos para 13% de umidade (base úmida).

5.4.7 Produtividade de grãos

Para esta avaliação foram colhidas, manualmente, as plantas contidas em duas linhas de 5 metros na área útil de cada unidade experimental. As plantas, após serem

arrancadas, foram secadas ao sol, por dois dias, e posteriormente trilhadas mecanicamente. Após esta operação, os grãos foram pesados e posteriormente foi calculada a produtividade em kg ha^{-1} , corrigida para 13% de umidade (base úmida).

5.5 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. As médias dos tratamentos de inoculação foram comparadas pelo teste de t (DMS) a 5% de probabilidade, enquanto os efeitos das doses de N foram avaliados por meio de análise de regressão, adotando-se como critério para escolha do modelo a magnitude dos coeficientes de regressão significativos a 5% de probabilidade pelo teste t.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consórcio de milho + *B. brizantha*, no período da safrinha, proporcionou acúmulos de massa de matéria seca na época do manejo químico de 15,4 t ha⁻¹ e 16,5 t ha⁻¹, nos anos agrícolas de 2008/09 e 2009/10, respectivamente (Tabela 2). Já o consórcio milho + *B. ruziziensis* proporcionou 13,7 t ha⁻¹ e 16,4 t ha⁻¹ de matéria seca por ocasião do manejo químico, respectivamente, nos anos agrícolas de 2008/09 e 2009/10. Ambos os consórcios proporcionaram boa cobertura do solo durante todo o ciclo do feijoeiro. Aidar et al. (2000), na safra de verão, constatou que a palhada da *B. brizantha*, associada aos restos da cultura do milho e palhada de *B. ruziziensis*, também nesta associação, ultrapassaram respectivamente 16,0 t ha⁻¹ e 17,6 t ha⁻¹ de matéria seca antes da semeadura do feijoeiro de inverno, quantidade esta que foi suficiente para proteção plena do solo por mais de 107 dias (ciclo do feijão). Borghi et al. (2008) avaliando a quantidade de palhada remanescente na superfície do solo, antes da semeadura da safra de verão seguinte, obtiveram valores da ordem de 7 a 13 t ha⁻¹ na área onde ocorreu o consórcio de milho + *B. brizantha*, independente da forma de estabelecimento da forrageira (na linha, na entrelinha ou na linha e entrelinha do milho) ou do espaçamento do milho (0,45 m e 0,90 m). Já Soratto et al. (2008), estudando o manejo de N no feijoeiro cultivado em área onde anteriormente havia sido cultivado milho solteiro ou milho + *B. brizantha*, constataram produção de aproximadamente 20 t ha⁻¹ de palhada. Vale destacar que no presente trabalho o consórcio foi estabelecido em condições de safrinha (março/abril). Estes resultados estão de acordo com Crusciol et al. (2009) que citam

que a produção de palhada no consórcio milho/sorgo e forrageiras perenes tem oscilado entre 8 e 20 t ha⁻¹ e essa amplitude é decorrente de vários fatores, sendo os principais: espécie, clima, solo e manejo, onde, segundo os mesmos, produções médias de 12 t ha⁻¹ são frequentemente obtidas e proporcionam plena cobertura do solo, com boa espessura de palhada, principalmente quando o consórcio é feito com a cultura do milho.

Verificou-se pouca variação do teor de N na matéria seca da palhada, sendo as quantidades acumuladas na biomassa foram da ordem de 10,1 e 10,2 kg de N por t (155,8 e 168,4 kg ha⁻¹), no consórcio milho + *B. brizantha* e 10,5 e 8,8 kg de N por t (145,1 e 143,8,4 kg ha⁻¹) no consórcio milho + *B. ruziziensis*, respectivamente, nos anos agrícolas de 2008/09 e 2009/10 (Tabela 2). Binotti (2009) verificou 7,63 e 7,48 kg de N t⁻¹ de biomassa de braquiária associada ao cultivo do milho. Já Gomes Júnior (2006) verificou 17 kg de N t⁻¹ no mesmo tipo de consorciação, com a utilização de *B. brizantha* e milho. Além disso, verifica-se que nos dois experimentos a relação C/N esteve sempre acima de 25 (Tabela 2), valor este que é considerado o ponto de equilíbrio entre os processos de imobilização e mineralização de N à solução do solo, sendo que valores superiores a este causam imobilização, enquanto que valores inferiores a 25 promovem mineralização de N ao solo (AITA, 1997).

Tabela 2. Massa de matéria seca, quantidade de N acumulado e relação C/N nas coberturas vegetais presentes na superfície do solo, coletados um dia antes do manejo químico, nos anos agrícolas de 2008/09 e 2009/10.

Palhada	Massa de matéria seca — kg ha ⁻¹ —	N acumulado — kg ha ⁻¹ —	Relação C/N
		2008/09	
Milho + <i>B. brizantha</i>	15.430	155,8	35,72
Milho + <i>B. ruziziensis</i>	13.770	145,1	36,24
		2009/10	
Milho + <i>B. brizantha</i>	16.513	168,4	37,11
Milho + <i>B. ruziziensis</i>	16.439	143,8	44,83

Na Tabela 3 são apresentados os dados referentes a número e matéria seca de nódulos e, pode ser verificado que tanto nas parcelas que receberam inoculação de sementes como aquelas sem inoculação, que há presença de nódulos, e que a inoculação não

proporcionou diferença na quantidade dos mesmos, em ambos os anos agrícolas e independentemente da cobertura vegetal utilizada. Segundo Ferreira et al. (2000), a ocorrência de nódulos no feijoeiro comum que não recebeu inoculação, indica a presença de estirpes nativas no solo, as quais embora capazes de fixar N₂ simbioticamente, limitam o estabelecimento das estirpes inoculadas, que são mais eficientes. Ferreira et al. (2009) também não verificaram efeito da inoculação com rizóbios na nodulação do feijoeiro comum, cv. Talismã. Binotti (2009), em experimento conduzido com feijoeiro de inverno em sucessão a milho + *Brachiaria*, em SPD, não obteve diferença significativa no número de nódulos por planta entre os tratamentos com ou sem inoculação de *R. tropici* nas sementes. Romanini Junior et al. (2007) e Kaneko et al. (2010) também verificaram a presença de nódulos no feijoeiro comum, cultivados em SPD, em sucessão ao milho e, não observaram diferenças significativas no número de nódulos por planta em relação aos tratamentos com ou sem inoculação com rizóbios nas sementes.

No ano de 2008/09, verificou-se redução linear do número de nódulos com o aumento da dose de N aplicada, tanto no experimento conduzido após milho + *B. brizantha*, quanto naquele conduzido sobre milho + *B. ruziziensis* (Tabela 3). Em 2009/10, apesar de não ter havido efeito significativo da aplicação de N no número de nódulos por planta, também se verificou tendência de redução nos valores com o aumento das doses de N. Segundo Bassan et al. (2001) e Ferreira et al. (2009) a adubação nitrogenada mineral em feijoeiro causa efeito negativo na nodulação. Concordando com Ruschel e Saito (1977), que citam que o N fornecido em excesso pela adubação pode reduzir o estabelecimento das bactérias simbiontes, em plantas leguminosas. Em solos de Cerrado, Peres et al. (1994) observaram diminuição da nodulação com a aplicação de N mineral. Pelegrin et al. (2009) também obtiveram redução linear no número de nódulos com o aumento das doses de N aplicada.

Com relação à matéria seca de nódulos, não houve influência da inoculação nos resultados obtidos (Tabela 3). Binotti (2009), Ferreira et al. (2009) e Pelegrin et al. (2009) também não constataram diferenças significativas na matéria seca de nódulos, com a prática de inoculação.

Tabela 3. Número de nódulos e matéria seca de nódulos na cultura do feijão em função da adubação nitrogenada e inoculação com rizóbio em sucessão ao milho safrinha consorciado com *B. brizantha* (MBB) e *B. ruziziensis* (MBR), no SPD. Botucatu, SP.

Tratamentos	Nº de nódulos por planta				Matéria seca de nódulos			
	MBB		MBR		MBB		MBR	
	2008/09	2009/10	2008/09	2009/10	2008/09	2009/10	2008/09	2009/10
	nódulos planta ⁻¹				g planta ⁻¹			
Inoculação								
Não inoculado	46,3a	22,9a	25,8a	15,2a	0,070a	0,027a	0,047a	0,029a
Inoculado	32,0a	16,9a	28,3a	16,2a	0,047a	0,024a	0,052a	0,030a
CV(%)	56,3	40,9	35,6	22,1	43,0	36,9	44,1	17,6
N (kg ha⁻¹)								
0	40,7	24,6	38,7	15,9	0,060	0,032	0,082	0,034
35	57,1	22,8	29,6	19,8	0,096	0,033	0,049	0,040
70	31,3	16,3	23,6	16,2	0,042	0,023	0,044	0,031
140	27,6	16,2	16,5	11,0	0,035	0,014	0,023	0,015
Efeito	L ⁽¹⁾	ns	L ⁽²⁾	ns	L ⁽³⁾	L ⁽⁴⁾	L ⁽⁵⁾	L ⁽⁶⁾
CV(%)	48,3	56,8	34,3	32,5	50,3	54,5	38,5	38,1
Interação I x N	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, para o fator inoculação, não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5% de probabilidade.

$$^{(1)} y = 48,025 - 0,1442 * x \quad R^2 = 0,43$$

$$^{(2)} y = 36,455 - 0,1529 * x \quad R^2 = 0,94$$

$$^{(3)} y = 0,0758 - 0,00028 * x \quad R^2 = 0,39$$

$$^{(4)} y = 0,0348 - 0,000143 * x \quad R^2 = 0,93$$

$$^{(5)} y = 0,0736 - 0,00039 * x \quad R^2 = 0,88$$

$$^{(6)} y = 0,04017 - 0,000163 * x \quad R^2 = 0,76$$

ns, * e ** são: não-significativo e significativo a 5% e 1% de probabilidade.

Verificou-se diminuição linear da matéria seca de nódulos com o aumento das doses de N aplicadas, nos dois anos agrícolas e em sucessão a ambas as coberturas vegetais (Tabela 3). Fato este que vem comprovar a interferência negativa do incremento de N mineral fornecido pela adubação, no estabelecimento e reprodução das bactérias fixadoras de N₂ no sistema radicular do feijoeiro comum. Segundo Franco e Döbereiner (1968) e Ruschel e Saito (1977), em excesso, o N mineral pode causar uma diminuição da eficiência simbiótica, porém, quando em pequenas quantidades aplicadas na cultura do feijão, permite um aumento no crescimento dos nódulos e maior fixação de N,

sendo que teores muito baixos de nitrato no solo podem ser limitantes à atividade simbiótica. Resultados semelhantes foram verificados por Pelegrin et al. (2009) e Silva et al. (2009), onde os mesmos observaram diminuição linear na matéria seca de nódulos, com o aumento da dose de N aplicada em cobertura no feijoeiro comum.

Apesar dos efeitos lineares decrescentes, pelos resultados obtidos constata-se que a dose de 35 kg ha⁻¹ de N, ou seja, 17,5 kg ha⁻¹ dois dias após a semeadura e 17,5 kg ha⁻¹ no estágio V₄₋₄, não foi prejudicial à nodulação do feijoeiro (Tabela 3). Contudo, doses acima dessa reduziram o número e a matéria seca dos nódulos, em relação ao tratamento sem aplicação de N (Tabela 3). Deve-se considerar também que uma quantidade razoável de N, provavelmente foi disponibilizada ao solo pela cobertura vegetal, já que segundo Crusciol (2007), na mesma região do presente estudo, aos 34 dias após o manejo, aproximadamente 47% do N contido na palhada da *B. brizantha* cv. Marandú já havia sido liberada para o solo.

O índice relativo de clorofila não foi influenciado pela inoculação com rizóbio (Tabela 4). Isto é justificado, principalmente pela ocorrência de estirpes nativas no solo, que podem ter competido com a estirpe inoculada e reduzido a eficiência desta, ou pelo fato das estirpes presentes no solo serem capazes de fornecer certa quantidade de N simbioticamente para as plantas, já que nas áreas onde foram realizados os experimentos, havia sido cultivado feijão em anos anteriores.

No cultivo após milho + *B. brizantha*, a aplicação de N proporcionou aumento quadrático no índice relativo de clorofila, até as doses máximas calculadas de 133 kg ha⁻¹, no ano agrícola 2008/09, e 98 kg ha⁻¹, no ano agrícola 2009/10 (Tabela 4). Já no cultivo após milho + *B. ruziziensis* o aumento quadrático foi obtido com a dose máxima calculada de 117 kg ha⁻¹ de N, nos dois anos agrícolas. Isto é justificado pelo fato do N fazer parte da molécula de clorofila (TAIZ; ZEIGER, 2009). Soratto et al. (2004) também constataram resposta quadrática do teor de clorofila com o incremento nas doses de N. Segundo esses autores, maiores doses de N disponíveis no solo aumentaram o teor do pigmento, até certo ponto, indicando a não produção de clorofila pelas plantas além da quantidade de que necessitam, ou que outros fatores podem ter limitado o aumento do teor de clorofila.

Comparando-se os dois anos agrícolas, observa-se que o menor valor SPAD observado para o ano agrícola de 2009/10 é igual ao maior valor do ano agrícola de 2008/09, o que provavelmente está relacionada às variações nas condições climáticas de um

ano para outro (Figura 1), que pode ter interferido na absorção de N pelas plantas e na utilização do nutriente pelas mesmas, ou ainda pelas diferenças na fertilidade do solo, já que o solo da área utilizada no segundo ano apresentava maior nível de fertilidade (Tabela 1). Campos (2009) observou, através da leitura com medidor de clorofila na primeira folha completamente expandida do feijoeiro comum, que na área experimental com maior fertilidade, os valores SPAD ficaram bem próximos uns dos outros e superiores ao maior valor SPAD da área com menor fertilidade.

Tabela 4. Índice relativo de clorofila e teor de N na folha na cultura do feijão em função da adubação nitrogenada e inoculação com rizóbio em sucessão ao milho safrinha consorciado com *B. brizantha* (MBB) e *B. ruziziensis* (MBR), no SPD. Botucatu, SP.

Tratamentos	Índice relativo de clorofila				Teor de N na folha			
	MBB		MBR		MBB		MBR	
	2008/09	2009/10	2008/09	2009/10	2008/09	2009/10	2008/09	2009/10
	SPAD				g kg ⁻¹			
Inoculação								
Não inoculado	36,9a	41,8a	37,1a	43,2a	39,1a	40,0a	37,0a	38,4a
Inoculado	37,3a	42,2a	36,6a	43,5a	39,0a	44,9b	38,7a	41,0a
CV(%)	3,2	5,5	3,5	9,7	8,4	4,4	11,2	18,6
N (kg ha⁻¹)								
0	32,9	40,3	31,5	40,8	36,8	37,8	33,5	33,7
35	36,7	42,4	36,2	43,3	37,7	44,5	36,0	40,9
70	38,3	42,5	39,2	44,4	39,1	43,6	39,7	40,8
140	40,3	42,7	40,4	45,0	42,7	44,1	42,1	43,5
Efeito	Q ⁽¹⁾	Q ⁽²⁾	Q ⁽³⁾	Q ⁽⁴⁾	L ⁽⁵⁾	Q ⁽⁶⁾	L ⁽⁷⁾	Q ⁽⁸⁾
CV(%)	4,2	4,6	5,0	4,2	6,9	11,3	8,2	9,7
Interação I x N	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, para o fator inoculação, não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5% de probabilidade.

$$^{(1)} y = 33,127 + 0,106^{**}x - 0,0004^{**}x^2 \quad R^2 = 0,99$$

$$^{(2)} y = 40,497 + 0,051^{*}x - 0,00026^{*}x^2 \quad R^2 = 0,91$$

$$^{(3)} y = 31,527 + 0,1577^{**}x - 0,00067^{**}x^2 \quad R^2 = 0,99$$

$$^{(4)} y = 40,887 + 0,0749^{**}x - 0,00032^{*}x^2 \quad R^2 = 0,99$$

$$^{(5)} y = 36,44 + 0,0429^{**}x \quad R^2 = 0,98$$

$$^{(6)} y = 38,499 + 0,1471^{*}x - 0,00078^{*}x^2 \quad R^2 = 0,81$$

$$^{(7)} y = 34,0675 + 0,062^{**}x \quad R^2 = 0,94$$

$$^{(8)} y = 34,355 + 0,160^{**}x - 0,00068^{*}x^2 \quad R^2 = 0,89$$

ns, * e ** são: não-significativo e significativo a 5% e 1% de probabilidade.

A inoculação de sementes proporcionou maior teor de N na folha do feijoeiro apenas no segundo ano agrícola, do experimento conduzido em sucessão ao consórcio milho + *B. brizantha* (Tabela 4). Este resultado indica que a inoculação das sementes com estirpe de *R. tropici* selecionada pode ter contribuído para fixação de N₂ atmosférico pelo feijoeiro, apesar de não ter interferido na nodulação (Tabela 3). Silva et al. (2009) e Kaneko et al. (2010) não observaram influência da inoculação nos teores foliares de N no feijoeiro. Entretanto, Araújo et al. (2007) verificaram maior concentração de N nas folhas do feijoeiro comum, no tratamento que recebeu inoculante, em relação à testemunha sem inoculação e adubação mineral e ao tratamento sem inoculação com aplicação em cobertura de 45 kg ha⁻¹ de N (100 kg de uréia).

Com relação às doses de N, em 2008/09 houve efeito linear no teor do nutriente nas folhas do feijoeiro cultivado sobre os dois tipos de palhada (Tabela 4), evidenciando que mesmo a maior dose utilizada (140 kg ha⁻¹), não foi suficiente para fornecer todo o N requerido pela cultura. Soratto et al. (2004) também obtiveram em SPD, efeito linear da adubação nitrogenada de cobertura sobre o teor de N da folha do feijoeiro. No agrícola de 2009/10, a aplicação de N proporcionou aumentos no teor do elemento na folha do feijoeiro e o efeito foi quadrático, com os maiores valores sendo observados com a dose máxima calculada de 94 kg ha⁻¹ no cultivo após milho + *B. brizantha* e 118 kg ha⁻¹ no cultivo após milho + *B. ruziziensis*. Kaneko et al. (2010) também observaram efeito quadrático da adubação nitrogenada no teor de N da folha do feijoeiro, no segundo ano de cultivo em SPD. Destaca-se também que no segundo ano agrícola, de modo geral, foram observados maiores teores de N nas folhas do feijoeiro, decorrentes, provavelmente, de um efeito de concentração, já que neste ano o crescimento das plantas foi menor, devido às condições climáticas menos favoráveis (Figura 1). Deve-se salientar que em todos os tratamentos os teores de N foliar estavam dentro da faixa considerada adequada (30-50 g kg⁻¹) para o feijoeiro por Ambrosano et al. (1996) e Malavolta et al. (1997). Estes resultados indicam que, apesar do aumento no teor de N na folha do feijoeiro proporcionada pela aplicação de N, a quantidade do nutriente disponibilizado pelos resíduos vegetais foi suficiente para proporcionar adequada nutrição do feijoeiro.

Apesar de ter incrementado o teor de N na folhas no segundo ano agrícola do cultivo após milho + *B. brizantha*, a inoculação das sementes com rizóbio não

influenciou o acúmulo de matéria seca da parte aérea das plantas, em nenhum dos anos experimentais (Tabela 5), indicando pouca eficiência desta prática nas condições do presente estudo. Ferreira et al. (2000), Ferreira et al. (2009) e Kaneko et al. (2010) constataram presença de estirpes nativas no solo onde foram conduzidos seus respectivos experimentos e também não verificaram diferenças significativas no acúmulo de massa de matéria seca por planta com a inoculação de *R. tropici*.

Tabela 5. Matéria seca da parte aérea e teor de nitrogênio na parte aérea na cultura do feijão em função da adubação nitrogenada e inoculação com rizóbio em sucessão ao milho safrinha consorciado com *B. brizantha* (MBB) e *B. ruziziensis* (MBR), no SPD. Botucatu, SP.

Tratamentos	Matéria seca da parte aérea				Teor de N na parte aérea			
	MBB		MBR		MBB		MBR	
	2008/09	2009/10	2008/09	2009/10	2008/09	2009/10	2008/09	2009/10
g planta ⁻¹				g kg ⁻¹				
Inoculação								
Não inoculado	11,8a	6,5a	12,7a	6,9a	23,2a	29,9a	22,8a	30,0a
Inoculado	11,7a	7,1a	11,6a	6,4a	25,9a	29,1a	22,0a	28,9a
CV(%)	11,6	23,1	17,0	14,5	14,1	28,5	21,3	11,7
N (kg ha⁻¹)								
0	8,5	4,7	8,3	4,9	22,1	29,0	20,6	29,0
35	10,5	6,7	12,1	6,7	25,2	29,2	20,8	28,9
70	13,8	7,2	13,9	6,9	25,6	28,3	23,5	29,0
140	14,3	8,7	14,5	8,0	25,4	31,6	24,7	31,0
Efeito	Q ⁽¹⁾	L ⁽²⁾	Q ⁽³⁾	L ⁽⁴⁾	Q ⁽⁵⁾	ns	L ⁽⁶⁾	ns
CV(%)	15,9	17,8	19,9	22,0	14,2	11,8	10,0	22,0
Interação I x N	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, para o fator inoculação, não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5% de probabilidade.

$$^{(1)} y = 8,249 + 0,0991**x - 0,0004*x^2 \quad R^2 = 0,95$$

$$^{(2)} y = 5,2017 + 0,266**x \quad R^2 = 0,93$$

$$^{(3)} y = 8,3496 + 0,12023**x - 0,00054*x^2 \quad R^2 = 0,99$$

$$^{(4)} y = 5,437 + 0,0197**x \quad R^2 = 0,87$$

$$^{(5)} y = 22,239 + 0,085**x - 0,0005*x^2 \quad R^2 = 0,94$$

$$^{(6)} y = 20,470 + 0,0317**x \quad R^2 = 0,89$$

ns, * e ** são: não-significativo e significativo a 5% e 1% de probabilidade.

No primeiro ano de cultivo, a aplicação de N proporcionou incremento quadrático na produção de matéria seca da parte aérea do feijoeiro, cultivado sobre os dois

tipos de palhada (Tabela 5), sendo que no após milho + *B. brizantha* o incremento ocorreu até a dose máxima calculada de 124 kg ha⁻¹ e após milho + *B. ruziziensis* o incremento ocorreu até a dose máxima calculada de 111 kg ha⁻¹. Já no ano de 2009/10, houve aumento linear nos valores desta variável até a dose máxima estudada (140 kg ha⁻¹). Estes resultados evidenciam que, apesar do teor de N nas folhas dos tratamentos sem aplicação de N mineral estar dentro da faixa considerada adequada (AMBROSANO et al., 1996; MALAVOLTA et al., 1997), o feijoeiro respondeu a aplicação de N. O N tem extrema importância na produção de matéria seca, por se tratar de constituinte da molécula de clorofila e, portanto, tem influência na fotossíntese promovendo o crescimento vegetativo do feijoeiro (SILVEIRA; DAMASCENO, 1993). Vários trabalhos encontrados na literatura confirmam o aumento do acúmulo da massa de matéria seca na parte aérea do feijoeiro, com o aumento das doses de N aplicadas em cobertura (STONE; MOREIRA, 2001; CHIDI et al., 2002, ARF et al., 2004; SORATTO et al., 2005; FARINELLI et al., 2006).

Os efeitos positivos da aplicação de N mineral, no acúmulo de matéria seca na parte aérea do feijoeiro (Tabela 5), sugerem baixa eficiência da inoculação com rizóbio em fornecer N para o feijoeiro nas condições estudadas, já que esta prática não contribuiu para o aumento do acúmulo de matéria seca, em situação na qual a cultura respondeu a aplicação de N mineral.

Os menores valores de produção de matéria seca da parte aérea observados no segundo ano agrícola são devidos, provavelmente, às condições climáticas menos favoráveis, observadas naquela safra (Figura 1).

O teor de N na parte aérea das plantas não foi influenciado pela prática da inoculação, em nenhum dos anos agrícolas, indicando que somente a fixação simbiótica não foi suficiente para o incremento da concentração de N nas plantas (Tabela 5). Araújo et al. (2007) verificaram acréscimo significativo na concentração de N na parte aérea do feijoeiro comum no tratamento que recebeu inoculante, em relação à testemunha sem inoculação e adubação mineral e ao tratamento com aplicação de 45 kg ha⁻¹ de N mineral. Contudo, em vários trabalhos de pesquisa não foi detectada influência da inoculação das sementes de feijão comum com rizóbios no teor de N do feijoeiro (FERREIRA et al., 2000; BASSAN et al., 2001; LEMOS et al., 2003; ROMANINI JÚNIOR et al., 2007; FERREIRA et al., 2009; PELEGRIN et al., 2009). Arf et al. (2004) citaram que a resposta dessa variável é dependente

do teor de N disponível no solo, proveniente da mineralização da matéria orgânica, temperatura, fixação simbiótica de N_2 , cultivar e outros.

No ano agrícola de 2008/09, a aplicação de N proporcionou incremento no teor do elemento na parte aérea do feijoeiro cultivado após milho + *B. brizantha*, até a dose máxima calculada de 85 kg ha^{-1} , já no cultivo após milho + *B. ruziziensis* a aplicação de N incrementou de forma linear o teor deste elemento. Porém, no segundo ano de estudo esta variável não foi influenciada pela aplicação de N (Tabela 5). O incremento linear na matéria seca da parte aérea pode ter contribuído para a ausência de efeito das doses de N no teor desse elemento na parte aérea do feijoeiro, no segundo ano de estudo. No entanto, destacam-se os maiores teores de N observados em 2009/10, que foram devidos, provavelmente ao menor crescimento da parte aérea das plantas ocorrido devido às reduzidas precipitações e as baixas temperaturas, ocorridas no período entre a emergência e o florescimento da cultura do feijão (Figura 1). Assim como neste experimento, Stone e Moreira (2001) verificaram incrementos na quantidade de N acumulada na parte aérea, tanto com resposta linear como quadrática.

A inoculação de sementes não influenciou na quantidade de N acumulado na parte aérea, em nenhum dos anos agrícolas (Tabela 6). Araújo et al. (2007) citam que a presença de nódulos nas plantas pode servir como indicativo de desempenho da simbiose entre os rizóbios e o feijoeiro. Os mesmos autores verificaram maior quantidade de N acumulada por hectare e maior número de nódulos, no tratamento com a inoculação das sementes de feijão, do que nos tratamentos que não receberam inoculação, evidenciando, segundo eles, que não havia presença de estirpes nativas no solo utilizado para a condução do seu respectivo experimento. Contudo, tais resultados não se confirmaram no presente estudo, indicando que a competição das estirpes nativas do solo, ou algum outro fator pode ter limitado a eficiência do *R. tropici* inoculado. Ferreira et al. (2009) também não verificaram influência da inoculação das sementes com rizóbios no acúmulo de N na parte aérea do feijoeiro comum.

Verifica-se na Tabela 6 que a aplicação de N proporcionou incremento quadrático no primeiro ano de cultivo (2008/09) na quantidade de N acumulada na parte aérea do feijoeiro cultivado sobre os dois tipos de palhada, sendo que no cultivo após milho + *B. brizantha* o incremento ocorreu até a dose máxima calculada de 105 kg ha^{-1} e no cultivo após

milho + *B. ruziziensis* o incremento ocorreu até a dose máxima calculada de 123 kg ha⁻¹. Já no ano de 2009/10, houve aumento linear nos valores desta variável até a dose máxima estudada (140 kg ha⁻¹). As reduzidas precipitações e as baixas temperaturas, ocorridas no período entre a emergência e o florescimento da cultura do feijão em 2009/10 (Figura 1), proporcionaram menor crescimento das plantas, em relação ao ano agrícola anterior (Tabela 5), reduzindo assim o acúmulo de N na parte aérea, mesmo com maiores teores do elemento tendo sido observados naquele ano. Stone e Moreira (2001) também verificaram incrementos na quantidade de N acumulada na parte aérea do feijoeiro.

Tabela 6. Nitrogênio acumulado na parte aérea e população final de plantas na cultura do feijão em função da adubação nitrogenada e inoculação com rizóbio em sucessão ao milho safrinha consorciado com *B. brizantha* (MBB) e *B. ruziziensis* (MBR), no SPD. Botucatu, SP.

Tratamentos	N acumulado na parte aérea				População final de plantas			
	MBB		MBR		MBB		MBR	
	2008/09	2009/10	2008/09	2009/10	2008/09	2009/10	2008/09	2009/10
kg ha ⁻¹				mil plantas ha ⁻¹				
Inoculação								
Não inoculado	64,8a	55,9a	66,7a	59,4a	210.8a	258.1a	200.9a	255.1a
Inoculado	72,0a	57,8a	59,1a	57,0a	216.2a	261.6a	208.3a	279.5a
CV(%)	18,5	33,8	34,1	19,3	6,1	13,0	6,9	12,1
N (kg ha⁻¹)								
0	43,1	39,8	37,3	40,4	209.7	265.5	201.8	256.8
35	61,9	57,7	56,5	59,1	215.2	269.4	203.2	271.8
70	86,3	55,0	76,3	62,7	222.2	250.0	209.7	280.7
140	82,2	78,3	81,6	70,7	206.9	254.6	203.7	260.1
Efeito	Q ⁽¹⁾	L ⁽²⁾	Q ⁽³⁾	L ⁽⁴⁾	ns	ns	ns	ns
CV(%)	21,6	26,9	29,6	29,7	7,2	9,8	4,4	11,9
Interação I x N	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, para o fator inoculação, não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5% de probabilidade.

$$^{(1)} y = 41,289 + 0,882**x - 0,0042**x^2 \quad R^2 = 0,96$$

$$^{(2)} y = 42,309 + 0,2515**x \quad R^2 = 0,90$$

$$^{(3)} y = 36,314 + 0,7598**x - 0,0031*x^2 \quad R^2 = 0,99$$

$$^{(4)} y = 46,288 + 0,195**x \quad R^2 = 0,82$$

ns, * e ** são: não-significativo e significativo a 5% e 1% de probabilidade.

A população final de plantas não foi influenciada por nenhum dos fatores estudados, em ambos os anos de cultivo (Tabela 6). Segundo Kaneko et al. (2010), o estabelecimento da população de plantas depende preponderantemente das reservas da semente, da umidade adequada do solo, do baixo impedimento da camada de solo que às cobrem e da ausência de ataque de patógenos e pragas de solo na fase inicial da cultura. Binotti (2009) também não observou variação significativa na população final de plantas de feijoeiro comum cultivado sobre palhada de braquiária e restos de cultura de milho em função da inoculação e aplicação de N. Em todos os tratamentos foram constatadas populações de plantas superiores aos valores mínimos recomendados para o feijoeiro comum por Del Peloso et al. (1996) e Fancelli e Dourado Neto (2007).

Tabela 7. Número de vagens por planta e número de grãos vagem na cultura do feijão em função da adubação nitrogenada e inoculação com rizóbio em sucessão ao milho safrinha consorciado com *B. brizantha* (MBB) e *B. ruziziensis* (MBR), no SPD. Botucatu, SP.

Tratamentos	Número de vagens por planta				Número de grãos vagem			
	MBB		MBR		MBB		MBR	
	2008/09	2009/10	2008/09	2009/10	2008/09	2009/10	2008/09	2009/10
	vagens planta ⁻¹				grãos vagem ⁻¹			
Inoculação								
Não inoculado	6,5a	7,5a	5,8a	7,8a	3,1a	3,5a	3,5a	3,3a
Inoculado	6,9a	8,3a	5,0a	6,9a	3,1a	3,4a	3,7a	3,3a
CV(%)	25,0	16,6	14,4	11,6	13,5	11,2	9,2	12,2
N (kg ha⁻¹)								
0	5,4	6,9	5,3	7,4	3,3	3,3	3,8	3,3
35	6,7	8,0	5,4	8,2	3,1	3,5	3,5	3,5
70	6,6	7,9	5,1	6,7	3,1	3,4	3,8	3,3
140	8,1	8,6	5,8	7,2	3,0	3,5	3,5	3,2
Efeito	L ⁽¹⁾	L ⁽²⁾	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV(%)	20,1	15,4	20,1	19,6	14,0	6,2	13,4	7,6
Interação I x N	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, para o fator inoculação, não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5% de probabilidade.

$$^{(1)} y = 5,615 + 0,018**x \quad R^2 = 0,92$$

$$^{(2)} y = 7,242 + 0,0105*x \quad R^2 = 0,81$$

ns, * e ** são: não-significativo e significativo a 5% e 1% de probabilidade.

O número de vagens por planta foi influenciado apenas pela aplicação N, em ambos os anos agrícolas, quando o feijoeiro foi cultivado em sucessão ao milho + *B. brizantha* (Tabela 7). Ferreira et al. (2000) no que se refere ao número de vagens por planta, não observaram diferenças significativas entre os tratamentos (inoculação ou não das sementes), sendo que maiores valores foram obtidos no tratamento não inoculado e adubado na semeadura e em cobertura. Segundo Silva et al. (2009), os acréscimos de vagens por planta com o incremento de doses de N aplicadas em cobertura, podem ocorrer devido à maior altura de plantas e/ou à maior emissão de ramos reprodutivos. Silva (2010) observou em cultivares de feijão, Pérola e Juriti, aumentos lineares, no número de vagens por planta, com o acréscimo na dose de N em cobertura. Do mesmo modo, Carvalho et al. (2000) verificaram efeito linear crescente no número de vagens por planta até a dose de 140 kg ha^{-1} , em SPD sobre palhada de milho.

No ano agrícola de 2009/10, houve interação significativa entre os fatores (inoculação e doses de N) para o número de vagens por planta no feijoeiro cultivado em sucessão ao milho + *B. brizantha* (Tabela 7). Mediante o desdobramento da interação (Tabela 8), verifica-se que inoculação das sementes com rizóbio aumentou número de vagens por planta, na ausência da aplicação de N. Na ausência de inoculação, a aplicação de N incrementou no número de vagens por planta até a dose máxima calculada de 105 kg ha^{-1} . Contudo, na presença de inoculação, as doses de N não tiveram efeito nos valores desta variável. Este resultado indica que, no segundo ano as estirpes utilizadas no tratamento com inoculação foram mais eficientes e podem ter contribuído com o suprimento de N para o feijoeiro, quando esse elemento não foi aplicado via adubação. Vale ressaltar que em 2009/10 havia maior disponibilidade de macronutrientes no solo (Tabela 1). Tsai et al. (1993) observaram que a nodulação e a fixação biológica de N pelo feijoeiro responderam positivamente ao aumento dos teores de P, K e S do solo, e que quando o feijoeiro recebeu um balanço adequado de nutrientes não houve inibição, mas sim um efeito sinérgico na simbiose feijoeiro-rizóbios.

Tabela 8. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente ao número de vagens por planta na cultura do feijão, em sucessão ao milho safrinha consorciado com *B. brizantha*, no ano agrícola 2009/10. Botucatu, SP.

Inoculação	Nitrogênio (kg ha ⁻¹)				Regressão	R ²
	0	35	70	140		
	—— vagens por planta ——					
Não inoculado	8,2a	8,1a	7,5a	9,3a	$y = 5,858 + 0,063^{**}x - 0,0003^{*}x^2$	0,95
Inoculado	5,7b	8,0a	8,3a	8,0a	ns	-

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5% de probabilidade. ns, * e ** são: não-significativo e significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

Vale ressaltar que no ano agrícola de 2008/09 o número de vagens por planta foi menor do que no segundo ano de cultivo (Tabela 7), este fato ocorreu provavelmente devido as altas temperaturas ocorridas próximas ao florescimento do feijão no primeiro ano (Figura 1). Segundo Shonnard e Gepts, (1994) nos estádios de pré-floração (R₅) e enchimento de vagens (R₈), o feijão é mais afetado pela alta temperatura, sendo este talvez o fator ambiental que exerça maior influência sobre a abscisão de flores e de vagens, o não-enchimento adequado de grãos, o vingamento e a retenção final de vagens no feijão, a redução do número de sementes por vagem e a massa das mesmas (PORTES, 1996; GONÇALVES et al., 1997; DIDONET; MADRIZ, 2002;).

O número de grãos por vagem não foi influenciado pelos fatores estudados (Tabela 7). Segundo Ferreira et al. (2000), esta é uma característica de alta herdabilidade genética e, portanto, relacionada com a cultivar utilizada no experimento. Binotti (2009) não verificou diferenças significativas para a o número de grãos por vagem, utilizando o *R. tropici* na inoculação das sementes de feijão. Já Silva (2002) e Soratto et al. (2004), não obtiveram efeitos significativos no número de grãos por vagem com a utilização de diferentes níveis de N em cobertura. Embora o número de grãos por vagem seja considerado características de herdabilidade genética, resultados de trabalhos de pesquisa indicam que uma melhor nutrição em N pode aumentar o número de óvulos fertilizados por vagem, com os dados se ajustando a equações lineares crescentes (SANTOS et al., 2003; ARF et al., 2004; SORATTO et al., 2006).

A massa de 100 grãos não foi influenciada pela inoculação das sementes com *R. tropici*, em nenhum dos anos de cultivo (Tabela 9). Ferreira et al. (2000) e Kaneko et al. (2010) não verificaram diferença significativa na massa de 100 grãos das cultivares IAC Carioca Eté e Pérola, respectivamente, com a inoculação de sementes.

No cultivo após milho + *B. brizantha* no ano agrícola de 2008/09, houve redução linear da massa de 100 grãos com o aumento das doses de N (Tabela 9). Os menores valores de massa de 100 grãos observados nos tratamentos com aplicação de maiores doses de N, provavelmente estão relacionado com os maiores números de vagens por planta, observados nesses tratamentos, e com a ocorrência de alta infestação de lagarta falsa-medideira (*Pseudoplusia includens*), nas fases de formação de vagens e enchimento dos grãos. Assim, devido à redução na área foliar, plantas com maior número de vagens tiveram dificuldade no enchimento dos grãos, formando grãos menores e mais leves. Já no cultivo após milho + *B. ruziziensis* no ano agrícola de 2008/09, não ocorreu efeito das doses de N na massa de 100 grãos (Tabela 9). Segundo Silva e Silveira (2000) e Soratto et al. (2004), doses de N não causam grande variação na massa de 100 grãos, essa é uma das características que apresenta pequena variação, em função das alterações no meio de cultivo. Assim, em condições adversas, com restrição de N, a planta de feijão preferencialmente formará poucos grãos nas vagens fixadas ao invés de vários e mal formados (SORATTO et al., 2005). Arf et al. (2008) citam que a massa dos grãos está mais relacionada com as características genéticas da cultivar utilizada. Contudo, no ano agrícola de 2009/10 houve aumento linear na massa de 100 grãos com o aumento das doses de N aplicadas. Kaneko et al (2010) também observaram aumento linear na massa de 100 grãos, em um dos anos de condução do experimento com a adubação nitrogenada. Os menores valores de massa de 100 grãos observados no primeiro ano agrícola, em relação ao segundo, também estão relacionado à ocorrência da praga.

A produtividade do feijoeiro não foi alterada pela inoculação das sementes, nos dois anos de cultivo (Tabela 9). Resultados semelhantes foram obtidos por Bassan et al. (2001) e Binotti (2009), que não verificaram efeito da inoculação de semente com *R. tropici* na produtividade do feijoeiro. Já Araújo et al. (2007) e Romanini Júnior et al. (2007) verificaram que a inoculação com rizóbio contribuiu para o aumento na produtividade.

Tabela 9. Massa de 100 grãos e produtividade de grãos na cultura do feijão em função da adubação nitrogenada e inoculação com rizóbio em sucessão ao milho safrinha consorciado com *B. brizantha* (MBB) e *B. ruziziensis* (MBR), no SPD. Botucatu, SP.

Tratamentos	Massa de 100 grãos				Produtividade de grãos			
	MBB		MBR		MBB		MBR	
	2008/09	2009/10	2008/09	2009/10	2008/09	2009/10	2008/09	2009/10
	g				kg ha ⁻¹			
Inoculação								
Não inoculado	26,4a	32,7a	26,4a	31,8a	1.136a	2.053a	1.084a	1.798a
Inoculado	26,9a	32,4a	26,6a	31,9a	1.208a	1.884a	1.043a	1.767a
CV(%)	2,6	2,5	6,0	4,3	26,4	16,1	16,9	7,5
N (kg ha⁻¹)								
0	29,5	32,5	26,4	31,5	1.118	1.804	1.069	1.699
35	26,8	32,5	27,4	31,7	1.159	1.937	1.055	1.773
70	26,0	32,2	25,9	31,5	1.196	2.096	1.067	1.815
140	24,3	33,0	26,3	32,8	1.215	2.036	1.062	1.843
Efeito	L ⁽¹⁾	ns	ns	L ⁽²⁾	ns	Q ⁽³⁾	ns	ns
CV(%)	8,3	2,8	4,5	3,4	22,8	7,9	25,8	10,4
Interação I x N	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, para o fator inoculação, não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5% de probabilidade.

$$^{(1)} y = 28,78 - 0,0343**x \quad R^2 = 0,89$$

$$^{(2)} y = 31,3413 + 0,00879*x \quad R^2 = 0,73$$

$$^{(3)} y = 1791,66 + 6,2085**x - 0,0317*x^2 \quad R^2 = 0,96$$

ns, * e ** são: não-significativo e significativo a 5% e 1% de probabilidade.

A produtividade de grãos aumentou de forma quadrática, com o acréscimo das doses de N aplicadas, até a dose máxima calculada de 98 kg ha⁻¹, porém, apenas no segundo ano agrícola e quando o feijão foi cultivado após o consórcio milho + *B. brizantha* (Tabela 9). Silva et al. (2009) não detectaram diferença estatística significativa, com o incremento das doses de N utilizadas para adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro comum, cultivar IAPAR 81 semeado em SPD, após soja ou milho. Já Soratto et al. (2004) obteve efeito quadrático na produtividade de grãos de feijão com a aplicação de N em cobertura cultivado em SPD; no entanto, a produtividade máxima foi alcançada com a dose estimada de 182 kg ha⁻¹ de N, ou seja, bem acima da maior dose utilizada neste experimento.

Soratto et al. (2006) e Crusciol et al. (2007) também verificaram aumento da produtividade do feijoeiro cultivado em SPD, mediante a aplicação de N em cobertura. Segundo Pelegrin et al. (2009), a variabilidade nas respostas do feijoeiro às doses de N, nos diferentes experimentos, tem sido verificada especialmente em função dos níveis de fertilidade do solo e outras técnicas empregadas nos sistemas produtivos, destacando-se o uso de sistemas de irrigação.

Observando os dados apresentados nas Tabelas 6, 7 e 9, verifica-se que no ano agrícola de 2008/09, todos os componentes de produção e produtividade de grãos, tiveram valores menores do que em 2009/10, independente do tratamento utilizado, mesmo com melhores condições climáticas para o desenvolvimento das plantas (Figura 1). Este fato é justificado pela elevada infestação de lagarta falsa-medideira (*P. includens*) na cultura durante as fases de formação das vagens e enchimento de grãos no primeiro ano experimental. A ocorrência da praga, provavelmente também foi o motivo para a ausência de efeito dos tratamentos, especialmente da aplicação de N, na produtividade de grãos do feijoeiro, no primeiro ano, já que foram observados efeitos positivos no índice relativo de clorofila, teor e acúmulo de N nas plantas e matéria seca da parte aérea.

Além disso, considerando os dois experimentos, a pequena ou a ausência de resposta do feijoeiro, em termos de produtividade de grãos, à adubação nitrogenada, quando cultivado no SPD, com grande aporte de palhada de braquiárias, pode estar relacionada ao fornecimento de N pela fixação simbiótica de estirpes nativas do solo, pois se verificou que os tratamentos sem inoculação, apresentaram nodulação, e ao N proveniente da mineralização da matéria orgânica. Corroborando com os resultados observados por Soratto et al. (2008), que estudando o manejo de N no feijoeiro cultivado em áreas onde anteriormente havia sido cultivado milho solteiro ou milho consorciado com *B. brizantha*, verificaram que foi possível obter produtividade de grãos de aproximadamente 3.000 kg ha⁻¹, mesmo sem a utilização de adubação nitrogenada, quando o feijoeiro foi cultivado em sucessão ao consórcio milho + *B. brizantha*. Este autores destacaram que a aplicação de N aumentou o teor desse elemento nas folhas do feijoeiro; contudo, na ausência da aplicação de N, o cultivo anterior de milho consorciado com *B. brizantha* proporcionou maior teor de N nas folhas das plantas de feijão, o que pode estar relacionado com a reciclagem desse nutriente proporcionado pela forrageira, como também observado no presente trabalho (Tabela 1), ou devido ao grande volume de palhada, que, provavelmente, proporcionou menor oscilação da temperatura na

superfície do solo, bem como maior teor de água, o que pode ter favorecido o processo de fixação simbiótica de N pela leguminosa. Crusciol (2007) cita que, na mesma região do presente estudo, aos 34 dias após o manejo, aproximadamente 47% do N contido na palhada da *B. brizantha* cv. Marandú já havia sido liberada, podendo ser utilizada pela cultura utilizada na sucessão, enquanto 72% da palhada ainda persistiam na superfície do solo.

Segundo Gomes Junior (2006), o feijoeiro em SPD, responde muito pouco a altas doses de N em cobertura quando há grande aporte de fitomassa sobre a superfície do solo. Além disso, solos sob cultivo contínuo, principalmente no SPD, tendem, ao longo do tempo, a acumular nutrientes no perfil explorado pelas raízes tornando menos frequente a resposta à adubação com macro e micronutrientes (KLUTHCOUSKI et al., 2005).

7 CONCLUSÕES

A inoculação das sementes do feijoeiro cv. IAC Alvorada com *R. tropici* não interferiu na nodulação, nutrição nitrogenada e produtividade do feijoeiro, cultivado em sucessão ao milho safrinha consorciado com braquiárias, no SPD.

A nodulação do feijoeiro não foi prejudicada pela aplicação de até 35 kg ha⁻¹ de N, porém, maiores doses proporcionaram diminuição no número e matéria seca de nódulos.

A aplicação de N aumentou o teor de N na folha, a matéria seca da parte aérea, o acúmulo de N na parte aérea das plantas e o número de vagens por planta do feijoeiro, cultivado em sucessão ao milho safrinha consorciado com braquiárias, no SPD.

A produtividade de grãos do feijoeiro foi maior quando em sucessão ao milho safrinha consorciado com *B. brizantha* e pouco influenciada pela adubação nitrogenada.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIDAR, H.; THUNG, M.; OLIVEIRA, I. P.; KLUTHCOUSKI, J.; CARNEIRO, G. E. S.; SILVA, J. G.; DEL PELOSO, M. J. Bean production and white mould incidence under no-tillage system. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, East Lansing, v.43, p.150-151, 2000.

AITA, C. Dinâmica do nitrogênio no solo durante a decomposição de plantas de cobertura: efeito sobre a disponibilidade de nitrogênio para a cultura em sucessão. In: FRIES, M.R.; DALMOLIN, R.S.D. **Atualização em recomendação de adubação e calagem: ênfase em plantio direto**. UFSM/Depto de Solos, Santa Maria, p.76-111, 1997.

ALCÂNTARA, F.A.; FURTINI NETO, A.E.; 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.

AMBROSANO, E.J.; TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A.; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H. Leguminosas e oleaginosas. In: Van RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, 1996. p.187-203 (Boletim Técnico,100).

ANDRADE, R.S.; MOREIRA, J.A.A.; STONE, L.F.; CARVALHO, J.A. Consumo relativo de água do feijoeiro no plantio direto em função da porcentagem de cobertura morta do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, p.35-38, 2002.

ARAÚJO, F. F.; CARMONA, F. G.; TIRITAN, C. S.; CRESTE, E. Fixação biológica de N₂ no feijoeiro submetido a dosagens de inoculante e tratamento químico na semente comparado à adubação nitrogenada. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.29, p.540-540. 2007.

ARAÚJO, R.S. Fixação biológica de nitrogênio em feijão. In: ARAUJO, R.S.; HUNGRIA, M (Eds.) **Microrganismos de importância agrícola**. Brasília: Embrapa, p.91-120. 1994.

ARF, O.; AFONSO, R.J.; ROMANINI JUNIOR, A.; SILVA, M.G.; BUZETTI, S. Mecanismos de abertura do sulco e adubação nitrogenada no cultivo do feijoeiro em sistema plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v.67, p.499-506, 2008.

ARF, O.; RODRIGUES, R.A.F.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S.; NASCIMENTO, V. Manejo do solo, água e nitrogênio no cultivo de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, p.131-138, 2004.

BALOTA, E.L; HUNGRIA, M.; COLOZZI FILHO, A.; CAMPO, R.J; HERNANI, L.C. Biologia do solo. In: SALTON, J.C.; HERNANI, L.C.; FONTES, C.Z. (Org.). **Sistema plantio direto: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa, 1998, p.92-101.

BASSAN, D.A.Z.; ARF, O.; BUZETTI, S.; CARVALHO, M.A.C.; SANTOS, N.C.B.S; SÁ, M.E. Inoculação de sementes e aplicação de nitrogênio e molibdênio na cultura do feijão de inverno: produção e qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, p.76-83, 2001.

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.

BINOTTI, F.F.S. **Manejo do nitrogênio no feijoeiro de inverno em sucessão a milho e *Brachiaria* em sistema de plantio direto**. 2009. 178 f. Tese (Doutorado em Agronomia / Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2009.

BOER, C.A.; ASSIS, R.A.; SILVA, G.P.; BRAZ, A.J.B.P.; BARROSO, A.L.L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F.R. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, p.1269-1276, 2007.

BORGHI, E.; COSTA, N. V.; CRUSCIOL, C. A. C.; MATEUS, G. P. Influência da distribuição espacial do milho e da *Brachiaria brizantha* consorciados sobre a população de plantas daninhas em sistema plantio direto na palha. **Planta Daninha**, Viçosa, v.26, p.559-568, 2008.

BORGHI, E.; CRUSCIOL, C.A.C. Produtividade de milho, espaçamento e modalidade de consorciação com *Brachiaria brizantha* em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, p.163-171, 2007.

BROCH, D. L.; PITOL, C.; BORGES, E. P. **Integração agricultura-pecuária: plantio direto da soja sobre pastagem na integração agropecuária**. Maracajú: Fundação MS, 1997. 24 p. (FUNDAÇÃO MS. Informativo Técnico, 01/97).

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULIZANI, E.A.; COSTA, M.B.B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T.J.C. Aspectos gerais da adubação verde. In: COSTA, M.B.B. (Coord.). **Adubação verde no sul do Brasil**. Rio de Janeiro: AS-PTA, p. 1-55. 1993.

CAMPOS, D.S. **Resposta espectral do feijoeiro a diferentes doses de nitrogênio**. 2009. 202f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

CARVALHO, M.A.C.; ARF, O.; FURLANI JUNIOR, E.; SÁ, M.E. e BUZETTI, S. Época de aplicação e níveis de nitrogênio na cultura do feijão em semeadura direta. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 25; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 8, SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 6, REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 2000, Santa Maria. **Anais...** CD-ROM 2000. Santa Maria: SBCS, 2000.

CARVALHO, M.A.C.; FURLANI JUNIOR, E.; ARF, O.; SÁ, M.E.; PAULINO, H.B.; BUZETTI, S. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio e teores foliares deste nutriente e de clorofila em feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, p.445-450, 2003.

CARVALHO, W.A.; ESPINDOLA, C.R.; PACCOLA, A.A. Levantamento de solos da Fazenda Lageado – Estação Experimental “Presidente Médice”. **Boletim Científico da Faculdade de Ciências Agrônomicas**, Botucatu, 95p. 1983.

CHIDI, S. N.; SORATTO, R. P.; SILVA, T. R. B.; ARF, O.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S. Nitrogênio via foliar e em cobertura em feijoeiro irrigado. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.24, p.1391-1395, 2002.

COSTA, R.C.L.; LOPES, N.F.; OLIVA, M.A.; BARROS, N.F. Efeito da água e do nitrogênio sobre a fotossíntese, respiração e resistência estomática em *Phaseolus vulgaris*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.23, p.1371-1379, 1988.

CRUSCIOL, C.A.C.; SORATTO, R.P.; BORGHI, E.; MATEUS, G.P. Integração Lavoura-Pecuária: benefícios das gramíneas perenes nos sistemas de produção. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, n.125, p.2-15, 2009.

CRUSCIOL, C.A.C.; SORATTO, R.P.; SILVA, L.M.; LEMOS, L.B. Fontes e doses de nitrogênio para o feijoeiro em sucessão a gramíneas no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, p.1545-1552, 2007.

CRUSCIOL, C.A.C. Qualidade química do solo. In: DECHEN, S. C. F. **Workshop sobre o Sistema Plantio Direto no Estado de São Paulo**. Piracicaba: Fundação Agrisus; FEALQ/ Campinas: Instituto Agrônômico, p. 103-117, 2007.

CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALVARENGA, R. C. SANTANA, D. P. Plantio direto e sustentabilidade do sistema agrícola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.22, n.208, p. 13-24, 2001.

DEL PELOSO, M.J.; SILVEIRA, P.M.; SILVA, C.C.; MOREIRA, J.A.A. Cultivo irrigado em terras altas. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMERMANN, M. J. O. (Ed.) **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFÓS, 1996. p.571-588.

DIDONET, A.D.; MADRIZ, P.M. Abortamento de flores e vagens no feijoeiro: efeito da temperatura e da radiação solar. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002. Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: UFV, 2002. 842p. p.55- 58.

DÖBEREINER, J.; DUQUE, F.F. **Contribuição da pesquisa em fixação biológica do nitrogênio para o desenvolvimento do Brasil**. In: CURSO SOBRE FIXAÇÃO BIOLÓGICA DO NITROGÊNIO, 3., Rio de Janeiro, 1980. 23p.

DOWLING, D.N.; BROUGHTON, W.J. Competition for nodulation of legumes. **Annual Review of Microbiology**, Palo Alto, v.40, p.131-137, 1986.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. Brasília: Embrapa STI, 2006. 412p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Embrapa/CNPAF. **Feijão**. [s.l.: s.n.], 2009. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br>> Acesso em 26 fev. 2010.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de feijão**. Piracicaba: Livrocere, 2007. 386p.

FARINELLI, R.F.; LEMOS, L.B.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Produtividade e qualidade fisiológica de sementes de feijão em função de sistemas de manejo de solo e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, p.102-109, 2006.

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA (FEBRAPDP). **Área de plantio direto**. [s.l.: s.n.], 2010. Disponível em: <<http://www.febrapdp.org.br>> Acesso em 8 mai. 2010.

FERNANDEZ, F.; GEPTS, P.; LOPES, M. **Etapas de desarrollo de la planta de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1985. 34p.

FERREIRA, A.N; ARF, O.; CARVALHO, M.A.C.; ARAÚJO, R.S.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S. Estirpes de *Rhizobium tropici* na inoculação do feijoeiro. **Scientia Agricola**. Piracicaba, v.57, p.507-512, 2000.

FERREIRA, C.M.; SANTOS, M.L.; BRAGA, M.J.; DEL PELOSO, M.J. Aspectos econômicos. In: VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T.J.; BORÉM, A. (Coords.) **Feijão**. Viçosa: UFV, 2006, p.19-40.

FERREIRA, P.A.A.; SILVA, M.A.P.; CASSETARI, A.; RUFFINI, M.; MOREIRA, F.M.S.; ANDRADE, M.J.B. Inoculação com cepas de rizóbio na cultura do feijoeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, p.2210-2212, 2009.

FRANCO, A.A.; DÖBEREINER, J. Interferência do cálcio e nitrogênio na fixação simbiótica do nitrogênio por duas variedades de *Phaseolus vulgaris* L. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.3, p.223-227, 1968.

GASSEN, D.N.; GASSEN, F.R. **Plantio Direto**. Passo Fundo: Aldeia Sul, 1996. 201p.

GOMES JÚNIOR, F.G. **Nitrogênio no feijoeiro em sistema de plantio direto sobre diferentes palhada: produtividade, composição química e qualidade fisiológica de sementes**. 2006. 106 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista. Ilha Solteira, 2006.

GONÇALVES, S.L.; WREGE, M.S.; CARAMORI, P.H.; MARIOT, E.J.; ABUCARUB NETO, M. Probabilidade de ocorrência de temperaturas superiores a 30⁰C no florescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado na safra das águas no Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.5, p.99-107, 1997.

GRAHAM, P.H. Stress tolerance in *Rhizobium* and *Bradyrhizobium*, and nodulation under adverse soil conditions. **Canadian Journal of Microbiololy**, Ottawa, v.38, p.475-484, 1992.

HECKLER, J. C.; HERNANI, L. C.; PITOL, C. Palha. In: SALTON, J. C.; HERNANI, L. C.; FONTES, C. Z. (Org.). **Sistema plantio direto: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa, 1998. p.38-49.

HERNANI, L.C.; KURIHARA, C.J.; SILVA, W.M. Sistema de manejo do solo e perdas de nutrientes e matéria orgânica por erosão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.23, p.145-154, 1999.

HUNGRIA, M.; ANDRADE, D.S.; CHUEIRE, L.M.O.; PROBANZA, A.; GUTTIERREZ-MAÑERO, F.J.; MEGIAS, M. Isolation and characterization of new efficient and competitive bean (*Phaseolus vulgaris* L.) rhizobia from Brazil. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.32, p.1515-1528, 2000.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. Benefits of inoculation of the common bean (*Phaseolus vulgaris*) crop with efficient and competitive *Rhizobium tropici* strains. **Biology Fertility Soils**, Berlin, v.39, p.88-93, 2003.

KANEKO, F.H.; ARF, O.; GITTI, D.C.; ARF, M.V.; FERREIRA, J.P.; BUZETTI, S. Mecanismos de abertura de sulcos, inoculação e adubação nitrogenada em feijoeiro em sistema plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v.69, p.125-133, 2010.

KHATOUNIAN, C.A. O manejo da fertilidade em sistemas de produção. In: CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O. (Coords.). **Uso e manejo dos solos de baixa aptidão agrícola**. Londrina: Iapar, 1999. p. 179-221. (Circular, 108).

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L.P.; OLIVEIRA, I.P. de COSTA, J. L. da S.; SILVA, J.G. da; VILELA, L.; BACELLOS, A. de O.; MAGNABOSCO, C. de U. **Sistema Santa Fé** – Tecnologia Embrapa: integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional. Santo Antonio de Goiás, GO: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 28 p. (Circular Técnica, 38).

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F. Desempenho de culturas anuais sobre palhada de braquiária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Eds.). **Integração Lavoura-Pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, p. 499-522, 2003.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; THUNG, M.; OLIVEIRA, F. R. A.; COBUCCI, T. **Manejo antecipado do nitrogênio nas principais culturas anuais**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 63 p. – (Documentos / Embrapa Arroz e Feijão, 188).

LEMONS, L.B.; FERNASIERI FILHO, D.; CAMARGO, M.B.; SILVA, T.R.B.; SORATTO, R.P. Inoculação de rizóbio e adubação nitrogenada em genótipos de feijoeiro. **Agronomia**, v.37, p.26-31, 2003.

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

LOVATO, P.E.; PEREIRA, J.C.; VIDOR, C. Flutuação populacional de estirpes de *Rhizobium phaseoli* na rizosfera de feijão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v.9, p.211-218, 1985.

LUSTOSA, J.; ROCHA, A. **Integração lavoura-pecuária**. Brasília: MAPA/ABEAS, 2007. 38 p. (Boletim Técnico)

MALAVOLTA, E., VITTI, G.C., OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. 308p.

MALAVOLTA, E. Adubos nitrogenados. In: _____. **ABC da adubação**. 4.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. p.26-39.

MARTINEZ-ROMERO, E.; SEGOVIA, L.; MERCANTE, F.M.; FRANCO, A. A.; GRAHAM, P.; PARDO, M. A. *Rhizobium tropici*, a novel species nodulating *Phaseolus vulgaris* L. beans and *Leucaena sp.* trees. **International Journal of Systematic Bacteriological**, Washington, v.41, p.417-426, 1991.

MERCANTE, F.M. **Uso de *Leucaena leucocephala* na obtenção de *Rhizobium* tolerante a temperatura elevada para inoculação do feijoeiro**. Seropédica, 1993. 149f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 1993.

MOSTASSO, L.; MOSTASSO, F.L.; DIAS, B.G.; VARGAS, M.A.T.; HUNGRIA, M. Selection of bean (*Phaseolous vulgaris* L.) rhizobial strains for the Brazilian Cerrados. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.73, p.121-132, 2002.

OLIVEIRA, I.P.; ARAUJO, R.S.; DUTRA, L.G. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. In: ARAUJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J. de O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996. p.169-221.

PELEGRIN, R.; MERCANTE, F.M.; OTSUBO, I.M.N.; OTSUBO, A.A. Resposta da cultura do feijoeiro à adubação nitrogenada e à inoculação com rizóbio. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa, v.33, p.219-226, 2009.

PEREIRA, A.A.; BRAIDOTTI, W. Comparação de métodos de melhoramento de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) para o incremento da fixação simbiótica de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.31, p.15-21, 2001.

PEREIRA, P.A.A. Fixação biológica de nitrogênio do feijoeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.8, p.41-46, 1982.

PERES, J.R.R.; SUHET, A.R.; MENDES, I.C.; VARGAS, M.A.T. Efeito da inoculação com rizóbio e da adubação nitrogenada em sete cultivares de Feijão em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.18, p. 415-420, 1994.

PIMENTEL, M.S. Integração com a lucratividade. **Panorama Rural**, Ribeirão Preto, n.3, p.36-38, 1999.

PORTES, T.A. Ecofisiologia. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. (Coords.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p.101-137.

RIBEIRO, M. F. S.; SKÓRA NETO, F.; SANTOS, J. A. B. dos. Plantio direto na pequena propriedade. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.22, p.100-108, 2001.

ROMANINI JUNIOR, A.; ARF, O.; BINOTTI, F. F. S.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S.; FERNANDES, F. A. Avaliação da inoculação de rizóbio e adubação nitrogenada no desenvolvimento do feijoeiro, sob sistema plantio direto. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.23, p.74-82, 2007.

RUSCHEL, A.P.; SAITO, S.M.T. Efeito da inoculação de *Rhizobium*, nitrogênio e matéria orgânica na fixação simbiótica de nitrogênio em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.1, p.21-24, 1977.

RYLE, G.J.A.; HESKETH, J.D. Carbon dioxide uptake in nitrogendeficient plants. **Crop Science**, Madison, v.9, p.451-454, 1969.

SANTOS, A.B.; FAGERIA, N.K.; SILVA, O.F.; MELO, M.L.B. Resposta do feijoeiro ao manejo de nitrogênio em várzeas tropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, p.1265-1271, 2003.

SANTOS, T.E.B. **Comunidade microbiana do solo e produtividade do feijoeiro com e sem inoculação com rizóbio, associado a fontes e épocas de aplicação de nitrogênio**. 2009. 98f. Tese (Doutorado em Agronomia / Sistemas de Produção) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2009.

SHONNARD, G.C.; GEPTS, P. Genetic of heat tolerance during reproductive development in common bean. **Crop Science**, Madison, v.34, p.1168-1175, 1994.

SILVA, C.C.; SILVEIRA, P.M. Influência de sistemas agrícolas na resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) irrigado à adubação nitrogenada de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.30, p.86-96, 2000.

SILVA, E. F.; MARCHETTI, M. E.; SOUZA, L. C. F.; MERCANTE, F. M.; RODRIGUES, E. T.; VITORINO, A. C. T. Inoculação do feijoeiro com *Rhizobium tropici* associada à exsudato de *Mimosa flocculosa* com diferentes doses de nitrogênio. **Bragantia**, Campinas, v.68, p. 443-451, 2009.

SILVA, M.P. **Espaçamentos entrelinhas e doses de nitrogênio em dois cultivares de feijoeiro irrigado no sistema plantio direto**. 2010. 64f. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista. Ilha Solteira, 2010.

SILVA, T.R.B. **Adubação nitrogenada e resíduos vegetais no desenvolvimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em sistema de plantio direto**. 2002. 56p. Dissertação (Mestrado / Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista. Ilha Solteira, 2002.

SILVA, T.R.B.; LEMOS, L.B.; TAVARES, C.A. Produtividade e característica tecnológica de grãos em feijoeiro adubado com nitrogênio e molibdênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, p.739-745, 2006.

SILVEIRA, P.M.; DAMASCENO, M.A. Doses e parcelamento de K e de N na cultura do feijoeiro irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, p.1269-1276, 1993.

SIQUEIRA J.O.; FRANCO, A.A. **Biotechnologia do solo: fundamentos e perspectivas**. Brasília: MEC-ESAL-FAEPE-ABEAS, 1988. 235 p.

SOARES, A.L.L.; FERREIRA, P.A.A.; PEREIRA, J.P. Eficiência agronômica de rizóbios selecionados e diversidade de populações nativas nodulíferas em Perdões (MG): II - feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, Viçosa, v.30, p.750-758, 2006.

SORATTO, R. P.; CARVALHO, R. L. T.; PILON, C.; GIORGETTI, A. A.; SOUZA, G. D. Épocas de antecipação do nitrogênio para feijoeiro no sistema plantio direto após milho solteiro ou consorciado com *Brachiaria brizantha*. In: FERTBIO 2008. Londrina, 2008. **Resumos...** Londrina: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2008. (CD-ROM). Londrina-PR: SBCS, 2008. 4p.

SORATTO, R.P.; CARVALHO, M.A.C.; ARF, O. Nitrogênio em cobertura no feijoeiro cultivado em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.30, p.259-265, 2006.

SORATTO, R.P.; CARVALHO, M.A.C.; ARF, O. Teor de clorofila e produtividade do feijoeiro em razão da adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, p.895-901, 2004.

SORATTO, R.P.; CRUSCIOL, C.A.C.; SILVA, L.M.; LEMOS, L.B. Aplicação tardia de nitrogênio no feijoeiro em plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v.64, p.211-218, 2005.

SORATTO, R.P.; SILVA, T.R.B.; ARF, O.; CARVALHO, M.A.C. Níveis e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura no feijoeiro irrigado em plantio direto. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v.10, p.89-99, 2001.

STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A. Resposta do feijoeiro ao nitrogênio em cobertura, sob diferentes lâminas de irrigação e preparos do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, p.473-481, 2001.

STONE, L.F.; SILVEIRA, P.M. Efeitos do sistema de preparo na compactação do solo, disponibilidade hídrica e comportamento do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, p.83-91, 1999.

STRALIOTTO, R.A. importância da inoculação com rizóbio na cultura do feijoeiro. Disponível em: http://www.cnpab.embrapa.br/pesquisa/fbnlinocula_feijoeiro.html#. Acesso em: 10 abr. 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed. 2009. 848p.

TSAI, S.M.; BONETTI, R.; AGBALA, S.M.; ROSSETTO, R. Minimizing the effect of mineral nitrogen on biological nitrogen fixation in common bean by increasing nutrient levels. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.152, p.131-138, 1993.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p. (Boletim Técnico de Solos/UFRGS, 5)

VENTURINI, S.F.; ANTONIOLLI, Z.I.; VENTURINI, E.F.; GIRACCA, E.M.N. **Efeito da Inoculação com *Rhizobium* e aplicação de nitrogênio na cultura do feijoeiro**. UFSM, CCR, Departamento de solos, Santa Maria-RS, p.01, 2002.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.