

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ADUBAÇÃO NITROGENADA NO FEIJOEIRO EM SISTEMAS
DE CULTIVO COM MILHO E BRAQUIÁRIA NO PLANTIO
DIRETO**

Antonio Carlos de Almeida Carmeis Filho

Engenheiro Agrônomo

2013

Carmeis Filho, Antonio Carlos de Almeida
C287a Adubação nitrogenada no feijoeiro em sistemas de cultivo
com milho e braquiária no plantio direto / Antonio Carlos de
Almeida Carmeis Filho. -- Jaboticabal, 2013. lii, 54 f.: Il. ; 28cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2013.

Orientador: Leandro Borges Lemos

Banca examinadora: Sandro Roberto Brancalião; Tiago
Roque Benetoli da Silva.

Bibliografia

1. Componentes de produção. 2. *Phaseolus vulgaris*. 3.
Produtividade. 4. Tecnologia de grãos 5. *Urochloa ruziziensis*. 6.
Zea mays. I. Título. II. Jaboticabal - Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.84:635.652

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ADUBAÇÃO NITROGENADA NO FEIJOEIRO EM SISTEMAS
DE CULTIVO COM MILHO E BRAQUIÁRIA NO PLANTIO
DIRETO**

Antonio Carlos de Almeida Carmeis Filho

Orientador: Prof. Dr. Leandro Borges Lemos

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal).

2013

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

ANTONIO CARLOS DE ALMEIDA CARMEIS FILHO - filho de Antonio Carlos de Almeida Carmeis e Vera Lúcia Rizzo Carmeis, nascido no dia 31 de julho de 1984, natural de Araraquara, estado de São Paulo, Brasil. Iniciou o ciclo básico na Escola Municipal “Prof^a Verônica Dropelo”. Ingressou no ensino fundamental em 1992 na Escola Estadual “José Inocêncio da Costa”. Concluiu o ensino médio no colégio COC Matão. Em março de 2005 ingressou no curso de Agronomia na Universidade Estadual de Londrina (UEL). Como aluno de graduação participou como colaborador no projeto de pesquisa intitulado “*Efeito das Rotações de Culturas de Inverno em Diferentes Sucessões de Culturas*” sob orientação do *Professor Dr. Claudemir Zucareli*. Em 2010, como Engenheiro Agrônomo recém-formado, foi bolsista do projeto de extensão intitulado “*Sistema Cooperativo de Cultivo de Plantas Medicinais e Produção Industrial de Fitoterápicos*”, sob coordenação do *Professor Dr. Adilson Luiz Seifert*. Ingressou no curso de Pós-graduação em Agronomia – Mestrado em Produção Vegetal – em março de 2011, pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP/Campus de Jaboticabal, sendo bolsista da CAPES (Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) por catorze meses, tendo como orientador o *Professor Dr. Leandro Borges Lemos*.

AGRADEÇO

Primeiramente a Deus, pelas conquistas e por estar presente em todos os momentos da minha vida, me apoiando, me abençoando e me transmitindo forças para superar todas as adversidades.

DEDICO

Aos meus pais Antonio Carlos de Almeida Carmeis e Vera Lúcia Rizzo Carmeis pelo amor, dedicação e apoio durante todos os momentos da minha vida. A minha irmã Luciana Rizzo Carmeis e minha tia Maria José Rizzo por todo carinho e incentivo.

**“Grandes realizações não são feitas por impulso,
mas por uma soma de pequenas realizações”**

Van Gogh

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

A todos os meus familiares, por todo o auxílio e apoio, os quais foram essenciais para a realização desta conquista ;

Ao Professor Dr. Leandro Borges Lemos pelo incentivo, orientação, amizade e principalmente pelos ensinamentos transmitidos, os quais foram imprescindíveis para o meu crescimento e desenvolvimento profissional.

Ao Professor e amigo Dr. Domingos Fornasieri Filho, pelas contribuições, sugestões e ensinamentos que foram fundamentais para o desenvolvimento desse trabalho.

Ao Professor e amigo Dr. Roberval Daiton Vieira pelos conselhos, sugestões e principalmente por me acolher junto a sua família.

A minha namorada Taís Mendes Vieira pelo apoio, força e companheirismo.

Aos docentes Dr. José Carlos Barbosa, Dr. Edson Luiz Mendes Coutinho, Dr. Renato de Mello Prado, Dr. José Fernando Durigan e Dr. Joaquim Gonçalves Machado Neto pela importante contribuição em meu crescimento científico.

Ao Prof. Paulo Eduardo Carnier, que contribuiu para a condução e desenvolvimento do trabalho experimental, em especial no manejo da irrigação.

Aos funcionários da Fazenda de Ensino e Pesquisa da FCAV, Câmpus de Jaboticabal, Marcelo Scatolin, “Sr. João”, Vagner Colovatti, Fernando e Paulo, pelo apoio e auxílio na condução dos trabalhos de campo.

A Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, pela oportunidade e por disponibilizar toda a infraestrutura necessária à realização desse trabalho.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Aos membros da Comissão Examinadora do Exame Geral de Qualificação e da Banca Examinadora do Programa de Mestrado, pelas sugestões e contribuições que me auxiliaram no aprimoramento do artigo científico e da finalização da Dissertação de Mestrado.

Aos colegas de Pós-Graduação, Tatiana Pagan Loeiro da Cunha, Fernando Marcelo Chiamolera, Isaac Silva Martins, Fábio Luiz Checchio Mingotte, Silviane Santiago e Camila Amaral; assim como aos colegas estagiários, Juciléia dos Santos, Julio Bronzi, Tales Neves, Sérgio Moriga Júnior e Mateus (“Matão”) pela paciência, amizade e pela importante colaboração que foi fundamental para realização deste trabalho.

Aos funcionários Sebastião Nicoline, Mauro Augusto Volpe, “Faro Fino”, “Mônica”, “Gabi” e “Geraldo”, pela amizade e imensa contribuição para o desenvolvimento do trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO.....	viii
SUMMARY	ix
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE FIGURAS	xii
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	03
3. MATERIAL E MÉTODOS	13
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
5. CONCLUSÕES	40
6. REFERÊNCIAS.....	41

ADUBAÇÃO NITROGENADA NO FEIJOEIRO EM SISTEMAS DE CULTIVO COM MILHO E BRAQUIÁRIA NO PLANTIO DIRETO

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agrônômico e tecnológico do feijoeiro cultivado em sucessão a três sistemas de cultivo (milho exclusivo, milho consorciado com *Urochloa ruziziensis* e *U. ruziziensis* exclusiva) e da adubação nitrogenada (0; 40; 80; 120 e 160 kg ha⁻¹ de N) em cobertura no quarto ano após a implantação do sistema plantio direto. O delineamento experimental foi blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, com três repetições. O consórcio com *U. ruziziensis* não influenciou a produtividade de grãos de milho. A adoção do consórcio *U. ruziziensis* + milho permitiu formação de palhada e adequado recobrimento da superfície do solo visando o cultivo do feijoeiro em sucessão. A adubação nitrogenada em cobertura influenciou na produtividade do feijoeiro em sucessão a *U. ruziziensis* exclusiva e milho consorciado com *U. ruziziensis*. O feijoeiro em sucessão ao sistema de cultivo com *U. ruziziensis* exclusiva permitiu a obtenção de maior massa de grãos e rendimento de peneira maior e igual a 12. O tempo de cozimento dos grãos diminuiu em função das doses de N empregadas no feijoeiro em sucessão a milho exclusivo. O feijoeiro semeado em agosto, em Jaboticabal (SP), foi viável agronomicamente em condições irrigadas e adequadas práticas de manejo, como o cultivo em plantio direto na palha.

Palavras-chave: componentes de produção, *Phaseolus vulgaris*, produtividade, tecnologia de grãos, *Urochloa ruziziensis*, *Zea mays*.

NITROGEN FERTILIZATION ON COMMON-BEAN IN SUCCESSION TO MAIZE AND BRACHIARIA IN NO-TILLAGE

ABSTRACT - The present study was carried out to evaluate the agronomic and technological performance of common-bean crop following three crop system (sole corn, corn-*Urochloa ruziziensis* intercrop and sole *U. ruziziensis*) and topdressing nitrogen fertilization (0, 40, 80, 120 and 160 kg ha⁻¹ of N) in the fourth year after the no-tillage system implementation. A randomized block design, in a splitplot array, with three replications was used. The maize yield was not affected with *U. ruziziensis* consortium. The use of *U. ruziziensis* consortium + maize allowed a greater straw mulch formation and a more adequate coverage of the soil surface aiming the common-bean cultivation in succession. The nitrogen application influenced the common bean productivity in succession to *U. ruziziensis* unique and maize intercropped with *U. ruziziensis*. The common-bean crop in succession to the straw mulch production system with *U. ruziziensis* allowed higher grain production and sieve yield. The grain cooking time decreased due to the doses of N used in the common-bean crop in succession of maize exclusive. The common-bean crop seeded in August in Jaboticabal (SP), was agronomically feasible due to the appropriate use and irrigation management practices, such as cultivation in no-tillage system.

Key words: grains technology, *Phaseolus vulgaris*, production components, *Urochloa ruziziensis*, *Zea mays*, yield.

LISTA DE TABELAS

- TABELA 1. Altura de planta, altura de inserção da espiga principal, diâmetro do colmo, peso da espiga com e sem palha de milho exclusivo e consorciado com *U. ruziziensis* cultivados em Jaboticabal – SP, 2012.22
- TABELA 2. Diâmetro da espiga, comprimento da espiga, peso do sabugo, número de grãos por fileira e número de fileiras por espiga de milho exclusivo e consorciado com *U. ruziziensis* cultivados em Jaboticabal – SP, 2012.23
- TABELA 3. Diâmetro do sabugo, massa de grãos por espiga, massa de mil grãos, produtividade de grãos e proteína bruta de milho exclusivo e consorciado com *U. ruziziensis* cultivados em Jaboticabal – SP, 2012.24
- TABELA 4. Recobrimento do solo, quantidade de palhada e acúmulo de nitrogênio (N) na palhada das culturas de milho exclusivo, consórcio milho + *U. ruziziensis* e *U. ruziziensis* exclusiva, realizado dois dias antes da semeadura do feijoeiro, cultivar IAC Formoso, em Jaboticabal – SP, 2012.25
- TABELA 5. Matéria seca de planta, número de trifólios e massa de cem grãos do feijoeiro, cultivar IAC Formoso, conduzido com aplicação de doses de N em sucessão a milho exclusivo, consórcio milho + *U. ruziziensis* e *U. ruziziensis* exclusiva em Jaboticabal – SP, 2012.27

- TABELA 6. Rendimento de peneira (RP) 10, 11, 12, 13, 14, 15 e maior e igual a 12 do feijoeiro, cultivar IAC Formoso, conduzido com aplicação de doses de nitrogênio em cobertura em sucessão a milho exclusivo, consórcio de milho + *U. ruziziensis* e *U. ruziziensis* exclusiva, em Jaboticabal – SP, 2012.33
- TABELA 7. Proteína bruta e relação de hidratação do feijoeiro, cultivar IAC Formoso, conduzido com aplicação de doses de N em sucessão a milho exclusivo, consórcio milho + *U. ruziziensis* e *U. ruziziensis* exclusiva em Jaboticabal – SP,201237
- TABELA 8. Tempo para máxima hidratação (TH em hora:minuto) dos grãos do feijoeiro, cultivar IAC Formoso, conduzido com aplicação de doses de N em sucessão a milho exclusivo, consórcio milho + *U. ruziziensis* e *U. ruziziensis* exclusiva em Jaboticabal – SP,201238

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1. Precipitação pluvial (mm), temperatura máxima e mínima (°C), a cada cinco dias, nos meses de janeiro a junho de 2012, referente ao desenvolvimento da braquiária e ao ciclo do milho: a = emergência - 26/01/12; b = florescimento - 28/03/12; c = colheita - 04/06/12. Fonte: Estação Agroclimatológica do Campus da FCAV/UNESP - Jaboticabal, SP 14
- FIGURA 2. Precipitação pluvial (mm), temperatura máxima e mínima (°C), a cada cinco dias, nos meses de agosto a novembro de 2012, referente ao ciclo do feijoeiro: a = emergência - 10/08/12; b = florescimento pleno - 01/10/12; c = colheita - 06/11/12. Fonte: Estação Agroclimatológica do Campus da FCAV/UNESP - Jaboticabal, SP 16
- FIGURA 3. Teor de nitrogênio (N) nas folhas do feijoeiro, cultivar IAC Formoso, conduzido com aplicação de doses de nitrogênio (N) em sucessão a milho exclusivo, consórcio milho + *U. ruziziensis* e *U. ruziziensis* exclusiva em Jaboticabal-SP, 2012.....26
- FIGURA 4. Número de vagens por planta do feijoeiro, cultivar IAC Formoso, conduzido com aplicação de doses de nitrogênio (N) em sucessão a milho exclusivo (◆), consórcio milho + *U. ruziziensis* (■) e *U. ruziziensis* exclusiva (▲) em Jaboticabal-SP, 2012.....29

- FIGURA 5. Número de grãos por vagem do feijoeiro, cultivar IAC Formoso, conduzido com aplicação de doses de nitrogênio (N) em sucessão a milho exclusivo (◆), consórcio milho + *U. ruziziensis* (■) e *U. ruziziensis* exclusiva (▲) em Jaboticabal-SP, 2012.....29
- FIGURA 6. Produtividade de grãos do feijoeiro, cultivar IAC Formoso, conduzido com aplicação de doses de nitrogênio (N) em sucessão a milho exclusivo (◆), consórcio milho + *U. ruziziensis* (■) e *U. ruziziensis* exclusiva (▲) em Jaboticabal-SP, 2012.....30
- FIGURA 7. Eficiência agronômica do feijoeiro, cultivar IAC Formoso, conduzido com aplicação de doses de nitrogênio (N) em sucessão a milho exclusivo (◆), consórcio milho + *U. ruziziensis* (■) e *U. ruziziensis* exclusiva (▲) em Jaboticabal-SP, 2012.....32
- FIGURA 8. Efeito da adubação nitrogenada no rendimento de peneira número 11 no feijoeiro, cultivar IAC Formoso, conduzido com aplicação de doses de nitrogênio (N) em sucessão a milho exclusivo (◆), consórcio milho + *U. ruziziensis* (■) e *U. ruziziensis* exclusiva (▲) em Jaboticabal-SP, 201234
- FIGURA 9. Efeito da adubação nitrogenada no rendimento de peneira número 12 no feijoeiro, cultivar IAC Formoso, conduzido com aplicação de doses de nitrogênio (N) em sucessão a milho exclusivo (◆), consórcio milho + *U. ruziziensis* (■) e *U. ruziziensis* exclusiva (▲) em Jaboticabal-SP, 201235

- FIGURA 10. Efeito da adubação nitrogenada no rendimento de peneira número 14 no feijoeiro, cultivar IAC Formoso, conduzido com aplicação de doses de nitrogênio (N) em sucessão a milho exclusivo (◆), consórcio milho + *U. ruziziensis* (■) e *U. ruziziensis* exclusiva (▲) em Jaboticabal-SP, 201235
- FIGURA 11. Efeito da adubação nitrogenada no rendimento de peneira número 15 no feijoeiro, cultivar IAC Formoso, conduzido com aplicação de doses de nitrogênio (N) em sucessão a milho exclusivo (◆), consórcio milho + *U. ruziziensis* (■) e *U. ruziziensis* exclusiva (▲) em Jaboticabal-SP, 201236
- FIGURA 12. Tempo de cozimento de grãos do feijoeiro, cultivar IAC Formoso, conduzido com aplicação de doses de nitrogênio (N) em sucessão a milho exclusivo (◆), consórcio milho + *U. ruziziensis* (■) e *U. ruziziensis* exclusiva (▲) em Jaboticabal-SP, 2012.....39

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, principalmente na região Sudeste, o feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) apresenta-se como excelente alternativa de renda para o agricultor, principalmente durante a entressafra do milho, ou durante o período de inverno-primavera com uso de irrigação. No Estado de São Paulo, o cultivo dessa Fabacea destaca-se com maior intensidade principalmente na região Sudoeste, com seu cultivo em grande parte iniciado a partir de julho-agosto, sendo denominado de feijão das águas antecipado com uso de irrigação ou feijão de inverno-primavera.

Por ser uma Fabacea de ampla adaptação, o feijoeiro se estabelece em diversos sistemas de produção agrícola com os mais variados níveis tecnológicos. Resultados científicos demonstraram que dentre os vários sistemas de produção, o feijão tem-se destacado no sistema de plantio direto (SPD) por apresentar características agronômicas e comerciais interessantes como ciclo curto, fotoperíodo neutro, grande potencial produtivo, sendo ainda, uma planta fixadora de nitrogênio (N), obtendo preço competitivo no cultivo de inverno-primavera.

O sucesso da exploração do feijoeiro em SPD está intimamente relacionado com o estabelecimento do sistema de rotação ou sucessão de culturas, para que haja produção e manutenção permanente de resíduos vegetais no solo durante todo o ano. Em algumas regiões do Cerrado, assim como o Norte do Estado de São Paulo, as altas temperaturas ambientais associadas às precipitações elevadas no período da primavera-verão influenciam diretamente na decomposição dos resíduos acelerando esse processo.

Nessa situação deve-se optar pelo cultivo de Poaceas, de alta relação C/N, para acelerar a formação da camada de palhada sobre o solo, onde o milho (*Zea mays* L.) e as braquiárias, principalmente a *Urochloa ruziziensis* veem apresentando como as melhores opções, podendo ser exploradas em cultivos exclusivos ou consorciadas, promovendo novas alternativas de sistemas de produção, podendo citar a Integração Lavoura-Pecuária (ILP).

Dentre as vantagens, destaca-se a elevada quantidade de resíduos vegetais, que possibilita um aumento gradativo no teor de matéria orgânica que

consequentemente, promove alteração nos atributos físicos, biológicos e químicos do solo. Sendo o nitrogênio o nutriente que mais limita o crescimento e desenvolvimento do milho e do feijoeiro, é de grande importância enfatizar que com o incremento da matéria orgânica o aporte de nitrogênio no solo é alterado, sendo que durante os primeiros anos de adoção do SPD, em razão do processo de imobilização, poderá ocorrer menor disponibilidade desse elemento no solo.

Devido às espécies vegetais produtoras de grãos, no caso específico do milho e do feijoeiro, serem grandes extratoras de N, e da recomendação de adubação para o estado de São Paulo ser baseada apenas no sistema de preparo convencional do solo, são necessários maiores conhecimentos sobre a dinâmica deste nutriente no novo ambiente agrícola. Além disso, em razão do alto custo e da baixa eficiência dos adubos nitrogenados a busca de técnicas que possibilitam a otimização no uso de fertilizantes são de extrema importância.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agrônomo e tecnológico do feijoeiro cultivado em sucessão a três sistemas de cultivo (milho exclusivo, milho consorciado com *Urochloa ruziziensis* e *U. ruziziensis* exclusiva) e da adubação nitrogenada (0; 40; 80; 120 e 160 kg ha⁻¹ de N) em cobertura no quarto ano após a implantação do SPD. Especificamente, esse trabalho visa à obtenção de informações técnicas que possibilitem divulgar e ampliar o uso do plantio direto em regiões de verão quente e inverno seco, bem como da integração lavoura-pecuária. Buscou-se também a obtenção de informações técnicas quanto ao desempenho produtivo do feijoeiro semeado em agosto, muito difundido na região Sudoeste do estado, porém sem informações técnicas para a região Norte, podendo tornar-se uma alternativa de cultivo nessa região.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O feijoeiro comum é a espécie de feijão mais cultivada no Brasil e no mundo, produzindo cerca de 20 milhões de toneladas de grãos anualmente. Entre os principais países produtores de feijões, que juntos respondem por cerca de 61% da produção mundial, estão: Brasil, Índia, Mianmar, China, EUA e México. Dentre eles, o Brasil é o maior produtor mundial de feijão, respondendo por aproximadamente 17% da produção mundial (FAO, 2009). Na safra 2011/2012, a área total cultivada com o feijoeiro no Brasil foi de aproximadamente 3,3 milhões de hectares, 13,5%, menor que a safra anterior. A região Sudeste se destacou como a maior produtora brasileira, atingindo níveis superiores a 1.000 mil toneladas do grão, respondendo por aproximadamente 35% da produção nacional (CONAB, 2012).

A região Sudeste do Brasil explora o feijoeiro em três safras bem definidas dentro do mesmo ano agrícola. Essas safras são denominadas de safras das águas, seca (conhecido também como safrinha ou segunda safra) e a de inverno (terceira safra). A semeadura da safra das águas ocorre durante o período de agosto a novembro com colheita entre novembro e fevereiro. Em relação à segunda safra a semeadura ocorre entre os meses de dezembro e março e período de colheita de março até junho, já a safra de inverno é semeada de abril a julho com colheita de julho a outubro (WANDER, 2007).

Dependendo do genótipo e das condições ambientais, o feijoeiro pode apresentar ciclos variando de 65 a 100 dias, o que torna essa espécie uma ótima alternativa para compor, desde sistemas agrícolas com baixo nível tecnológico até aqueles intensivos irrigados, altamente tecnificados (AIDAR, 2012), obtendo-se nesses casos produtividades superiores a 3.000 kg ha⁻¹ (FARINELLI et al., 2006; SANT'ANA; SILVEIRA, 2008; CUNHA et al., 2011; PACHECO et al., 2012).

Apesar de haver zonas agrícolas que atinjam estes altos níveis no rendimento de grãos, a produtividade média do feijoeiro comum no Brasil é baixa, sendo que na grande maioria dos casos, principalmente nos cultivos de subsistência, essa cultura é cultivada em solos desprotegidos, em sistemas de produção com baixa reciclagem de nutrientes (AIDAR; KLUTHCOUSKI, 2009).

Ante a importância social e econômica da cultura do feijão, os estudos científicos dos sistemas de cultivo e o avanço tecnológico para aumentar sua produtividade, competitividade e rentabilidade, são imprescindíveis (CARVALHO et al., 2006).

Dentre os sistemas de produção adotados para o cultivo do feijoeiro, o SPD é o mais eficiente na otimização dos recursos naturais, pois atende os principais conceitos de sustentabilidade (SILVA et al., 2008). Este sistema fundamenta-se no cultivo em solo não revolvido e protegido por resíduos vegetais de culturas semeadas para este fim (FIDELIS et al., 2003). Essa prática pressupõe a alternância de espécies vegetais ao longo dos anos, em uma mesma gleba ou talhão, dentre as quais, favorece a infiltração de água no solo (ANDRADE; STONE; SILVEIRA, 2009), promove melhor controle de plantas daninhas (DAN et al., 2012) e aumento nos teores de matéria orgânica (PEREIRA et al., 2010). Portanto, a manutenção de resíduos vegetais na superfície do solo é um meio de promover a estabilidade do sistema, pois os recursos disponíveis, como água (FARIA, 2006) e nutrientes (MUZILLI, 2006) são utilizados de forma mais eficiente.

Para a implantação e condução do SPD, é indispensável à prática da rotação ou sucessão de culturas de forma a proporcionar a formação e a manutenção permanente de resíduos vegetais sob a superfície do solo (MENEZES et al., 2009). Em regiões de Cerrado, bem como no Norte e Noroeste do Estado de São Paulo, a maior dificuldade para se obter sucesso nesse sistema de produção, está na formação e manutenção da palhada sobre o solo, em razão da alta taxa de decomposição desses resíduos vegetais devido às condições climáticas predominantes na estação primavera-verão, ou seja, temperaturas elevadas associadas com períodos de grande precipitação pluvial (TORRES; PEREIRA; FABIAN, 2008; CRUSCIOL et al., 2009; FIORENTIN et al., 2011; PACHECO et al., 2011).

Recentemente, através de levantamento realizado nas principais zonas agrícolas do Brasil, mostrou-se que o volume de resíduos formado está muito aquém do desejado (CARDOSO, 2009). Nessas condições, a avaliação da produtividade de massa seca de palha é fundamental para optar por sistemas de cultivos que promovam maior formação de palha, uma vez que a quantidade de matéria seca

produzida é uma variável importante a ser analisada, pois representa a condição inicial para semeadura da cultura em sucessão (CHIODEROLI et al., 2012).

Para as condições climáticas predominantes no Norte do Estado de São Paulo, preconiza-se que acima de $7 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de matéria seca propicia a quantidade e qualidade suficiente de cobertura morta para a adoção do SPD nessa região (SARAIVA; TORRES, 1993). Como existe uma ampla diversidade de plantas de cobertura para as diferentes regiões edafoclimáticas do Brasil, a experiência local é fundamental na seleção de espécies específicas para essa finalidade (ALVARENGA et al., 2001).

Entre os indicadores da qualidade de uma cultura de cobertura estão a porcentagem de cobertura do solo, no transcorrer do desenvolvimento, a persistência do resíduo sobre o solo e a capacidade de reciclar nutrientes, liberando-os gradativamente para a cultura subsequente (CRUSCIOL et al., 2008).

Nesse contexto, destacamos as espécies do gênero *Urochloa*, como antecedente cultural, essas Poaceas forrageiras caracterizam-se por apresentar alta capacidade de produção de massa seca, além disso, são consideradas ótimas restauradoras da matéria orgânica do solo, pois essas espécies influenciam diretamente na ciclagem de nutrientes (KLUTHCOUSKI; OLIVEIRA; AIDAR, 2009). Torres et al. (2005) estudando a taxa de decomposição e de liberação de N de resíduos culturais, constataram que dentre as forrageiras avaliadas, a braquiária apresentou os maiores valores de N acumulado, sendo que a maior parte do N mineralizado ocorre aos 42 dias após a dessecação da forrageira. Esse resultado demonstra o potencial de utilização dessas espécies como plantas de cobertura para a Região do Norte do estado de São Paulo, já que além de acumularem biomassa, promovem a reciclagem de nutrientes com liberação gradativa (BOER et al., 2007).

Por serem consideradas espécies rústicas, de ampla adaptação, as espécies do gênero *Urochloa*, podem ser cultivadas em sistema singular (exclusivo), após a colheita da cultura principal ou associadas ao cultivo de espécies de maior interesse comercial (FANCELLI, 2009). O sistema “Santa Fé” consiste no cultivo consorciado de espécies graníferas como, milho, sorgo, soja e arroz com Poaceas forrageiras, sobretudo as do gênero *Urochloa* (Syn. *Brachiaria*) (KLUTHCOUSKI et al., 2000; RICHART et al., 2010; MATEUS et al., 2011). O cultivo consorciado do milho com

espécies do gênero *Urochloa* tem refletido positivamente nos atributos químicos do solo reduzindo a acidez e aumentando os teores de matéria orgânica e macronutrientes, quando comparado às áreas sob sistema plantio direto com monocultivo milho (CRUSCIOL; BORGHI; GUARAGNA, 2006). Além da melhoria nas propriedades químicas, Silveira et al. (2011) constataram alterações nos atributos físicos do solo. Os autores verificaram que sucessões anuais que incluem braquiária – pastagem/feijão irrigado e milho/pastagem/feijão irrigado – aumentam os agregados do solo da classe maior que 2 mm, na camada 0–20 cm, ou seja, onde se encontra a grande maioria das raízes do feijoeiro, sendo aproximadamente 77% nos 20 cm superficiais (STONE; SILVEIRA, 1999).

Os resultados obtidos pela pesquisa, especificamente envolvendo as espécies do gênero *Urochloa* como fonte de cobertura morta para o feijoeiro em plantio direto, vem motivando sua adoção e disseminação pelos produtores altamente tecnificados em função dos benefícios do sistema conservacionista, além de favorecer a sustentabilidade da exploração agrícola (KLUTHCOUSKI; AIDAR, 2003; MEIRELES et al., 2003).

Dentre as espécies do gênero *Urochloa*, a *U. ruziziensis* demonstra ótimas características quando cultivada para formação de cobertura do solo, pois apresenta disponibilidade de sementes, rusticidade, não forma touceiras, ampla adaptação, fácil controle com herbicidas, baixa incidência de insetos-praga e doenças, baixa exigência nutricional e hídrica, alta relação C/N e elevada produção de massa verde, que permite a persistência da palhada por um período mais longo (MAROCHI, 2006; TSUMANUMA, 2009b).

O consórcio de milho com linha intercalar de *U. ruziziensis* vem sendo adotado para produção de palha em SPD, tendo em vista que a braquiária produz massa até a semeadura da cultura subsequente (CECCON et al., 2009). Aidar et al. (2000) e Souza, Soratto e Pagani (2011) demonstraram que a palhada de *U. ruziziensis*, associada aos restos culturais do milho, pode ultrapassar 12 t ha⁻¹ de matéria seca antes da semeadura do feijão, conferindo proteção plena da superfície do solo durante o período suficiente para o feijoeiro comum completar o seu ciclo. Além disso, alguns autores constataram que a produtividade do milho consorciado com braquiária, concomitantemente à semeadura, não sofre interferência

significativa em relação ao cultivo exclusivo, o que demonstra a viabilidade deste sistema de produção (LARA CABEZAS, 2011; BATISTA et al., 2011; CHIODEROLI et al., 2012). Chioderoli et al. (2010), avaliando o desempenho do milho consorciado com espécies forrageiras, verificaram que a maior produtividade do cereal foi obtida no consórcio de milho com *U. ruziziensis*. Porém, para obtenção de resultados satisfatórios, a forrageira deve ser semeada na entrelinha do milho devido à menor competição proporcionada pela espécie granífera, permitindo assim rápido desenvolvimento inicial da forrageira e maior eficiência fotossintética, convertendo em maior crescimento final, ou seja, maior quantidade de matéria seca produzida (CHIODEROLI et al., 2012).

Esse sistema de produção agrícola, em princípio, adapta-se a qualquer propriedade, desde que as condições edafoclimáticas não sejam limitantes ao desenvolvimento das plantas. Nas regiões dos Cerrados muitos produtores têm ampliado suas áreas com esse tipo de consórcio, em virtude dos benefícios para a produtividade das espécies vegetais em sucessão (VILELA et al., 2011). Além dos benefícios observados, estudos demonstram que estas espécies tem contribuído para a redução considerável da população de *Fusarium* e de nematoides de galha (*Meloidogyne* sp.), além de minimizar a ocorrência de mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) durante o cultivo do feijão (FANCELLI, 2009).

Entre as técnicas de manejo necessárias para atingir o máximo potencial produtivo no feijoeiro, está à adubação nitrogenada (SANT'ANA; SANTOS; SILVEIRA, 2011). O N é o principal elemento responsável pelo incremento da área foliar do feijoeiro, ou seja, é o nutriente de maior influência na taxa fotossintética, e consequentemente, de maior interferência na produtividade de grãos (FAGERIA; BALIGAR, 2005). Porém, a utilização de doses inadequadas de N favorece o crescimento vegetativo excessivo, que pode propiciar autosombreamento, interferindo de modo negativo na taxa fotossintética e na produção de fotoassimilados (CARDOSO, 2011). Além disso, o manejo inadequado desse elemento como o uso de doses excessivas pode agravar o problema da matocompetição nessa cultura (PROCÓPIO et al., 2004).

Considerando que o N é o elemento mais extraído e exportado pelo feijoeiro, é imprescindível a condução de trabalhos de pesquisa a fim de otimizar a utilização

dos fertilizantes nitrogenados (FRANCISCO, 2008). Como os sistemas agrícolas empregados na agricultura influenciam diretamente a resposta do feijoeiro à fertilização nitrogenada, sugere-se que esta adubação deve ser feita utilizando quantidades diferentes do nutriente, conforme o sistema adotado (SILVA; SILVEIRA, 2000). Fiorentin et al. (2011) avaliando o desempenho do feijoeiro em sucessão à cultura do milho e braquiária, verificaram que as plantas de feijoeiro conduzidas sobre área com *U. ruziziensis* exclusiva produziram, em média, mais vagens por planta e grãos por vagem em relação à área com milho exclusivo. Nesse contexto, a palhada de *U. ruziziensis* pode ter liberado ao solo maior quantidade de N e outros nutrientes presentes em sua composição em relação aos resíduos de milho (FIORENTIN et al., 2012). Weber e Mielniczuk (2009) demonstraram a influência e o efeito da adoção de diferentes sistemas de cultivo sobre a disponibilidade e nos estoques de N total do solo, porém, para a observação do impacto de práticas de manejo sobre a disponibilidade de N no solo são necessários experimentos de longa duração.

Souza, Soratto e Pagani (2011) avaliando o efeito de espécies cultivadas anteriormente ao feijoeiro constataram que a quantidade de nitrogênio acumulado na fitomassa de milho consorciado com *U. ruziziensis* pode superar 130 kg de N ha⁻¹. Fiorentin et al. (2012) verificaram que a adoção do consórcio de milho e *U. ruziziensis* é a melhor opção quando o feijoeiro é semeado em sucessão, visando a adoção do sistema de semeadura direta em regiões com inverno seco.

Como em SPD, grandes quantidades de resíduos vegetais com elevada relação C/N, como no caso de Poaceas, podem imobilizar quantidades significativas de nitrogênio disponíveis no solo para a espécie sucessora, em razão disso, durante a fase de implantação, ou seja, durante os primeiros quatro a cinco anos de adoção do sistema, a dose de fertilizante nitrogenado deve ser da ordem de 20 a 30% superior à comumente recomendada para o feijoeiro (BAYER, 1993).

Soratto, Carvalho e Arf (2006) verificaram que o feijoeiro cultivado em plantio direto, em sucessão a milho, o N aplicado em cobertura, na forma de ureia, aumenta de forma quadrática a produtividade até a dose estimada de 140 kg ha⁻¹. Esse fato reforça a idéia da necessidade de doses maiores de N durante a implantação do SPD, o que está intimamente relacionado com a decomposição dos restos culturais

do cultivo antecessor, com alta relação C/N, provocando maior imobilização do N pelos microorganismos, competindo com o feijoeiro (CARVALHO et al., 2003). Silveira et al. (2005) em área sob SPD a cinco anos, avaliaram o desempenho do feijoeiro de inverno, cultivar Pérola, quanto a adubação nitrogenada em sucessão as palhadas de braquiária, milho + braquiária, mombaça, sorgo e estilosantes. Os autores verificaram efeito significativo do N sobre a produtividade do feijoeiro em todas as palhadas das espécies estudadas e que a dose de 120 kg ha⁻¹ em cobertura não foi suficiente para atingir a produtividade máxima.

Por outro lado, em SPD estabilizado, Sá (1995) e Cantarella (2007) constataram que há uma maior disponibilidade de N no solo, em razão da maior atividade microbiana e da intermediação dos microorganismos do solo no processo de fornecimento de N as plantas. Arf et al. (2011) ao avaliarem o efeito do N sobre a produtividade do feijoeiro de inverno cultivado em sucessão a Poaceas, sob plantio direto, implantado há aproximadamente 7 anos, ressaltaram que mesmo na ausência do fertilizante nitrogenado, o feijoeiro obteve um alto nível de produtividade; esse resultado pode ser atribuído ao N oriundo da decomposição da palhada do milho + braquiária. Soratto et al. (2008), avaliando o desempenho do feijoeiro em área onde anteriormente havia sido cultivado milho solteiro e milho consorciado com *U. brizantha*, constataram que a palhada de milho consorciado com *U. brizantha* proporciona maior teor de N nas folhas das plantas de feijão em relação a palhada de milho solteiro, o que possivelmente pode estar relacionado à maior reciclagem desse nutriente.

Para obtenção de elevados índices de produtividade o fornecimento de N ao feijoeiro é de fundamental importância, principalmente durante os primeiros anos de condução do SPD. Farinelli e Lemos (2010) e Kaneko et al. (2010) constataram efeito positivo na resposta do feijoeiro à adubação nitrogenada em cobertura, demonstrando desempenho linear e positivo, indicando haver grande potencial de resposta às doses maiores que as empregadas para o plantio convencional. Por outro lado, Pacheco et al. (2012) demonstraram que no quinto ano de condução do SPD, também em sucessão a Poaceas, as doses de nitrogênio em cobertura não influenciaram a produtividade de grãos e os componentes de produção (massa de cem grãos, número de vagens por planta e número de grãos por vagem. A

variabilidade no desempenho do feijoeiro em função das doses de N, nos experimentos, tem sido verificada especialmente em razão dos níveis de fertilidade do solo e de outras técnicas de manejo empregadas nos sistemas produtivos (PELEGRIN et al., 2009).

Apesar da maioria dos casos ocorrerem efeito positivo no rendimento de grãos, a eficiência de uso das fontes de N pelo feijoeiro, é baixa, ao redor de 50% (FAGERIA; BALIGAR, 2005). Furtini et al. (2006) avaliaram o desempenho de 100 linhagens de feijão, e dentre aquelas que responderam positivamente a aplicação de N em cobertura, a eficiência na utilização do nutriente variou de 11,3 a 18,3 kg de grãos por kg de N aplicado, isso demonstra que existe grande potencial no aumento da produtividade de grãos de feijão, através da seleção de genótipos mais eficientes na utilização de N. Além da variação em função do genótipo, a eficiência de uso varia em relação às doses de N aplicadas, sendo que as eficiências agrônômica e fisiológica diminuem com o incremento das doses (SANT'ANA; SANTOS; SILVEIRA, 2011). Além disso, o manejo inadequado do fertilizante nitrogenado, associados com os processos de volatilização, lixiviação, desnitrificação, imobilização e a erosão do solo são as principais causas para esse baixo índice de aproveitamento do adubo (FAGERIA; BALIGAR, 2005). Portanto, em virtude do alto custo dos fertilizantes nitrogenados, e das perdas desse nutriente no solo, que contribui para a poluição ambiental, torna-se de grande interesse a busca de técnicas que possam maximizar sua eficiência (SILVA; LEMOS; TAVARES, 2006).

Como as informações na literatura a respeito de doses dos fertilizantes nitrogenados empregados no cultivo do feijoeiro, em SPD, são controversas e generalizadas, é de extrema importância o desenvolvimento de trabalhos de experimentação com o intuito de se determinar a dose de N que otimiza a produtividade econômica (BINOTTI et al., 2010).

Além de ganhos na eficiência de utilização de fertilizantes nitrogenados e no rendimento de grãos, também é de fundamental importância o emprego de técnicas agrônômicas com o objetivo de se obter um produto com características nutricionais e culinárias desejáveis (SILVA; LEMOS; TAVARES, 2006). Segundo Farinelli e Lemos (2010) e Carbonell et al. (2010b) dentre as principais características

tecnológicas é importante enfatizar: o tamanho do grãos, o teor de proteína, a relação de hidratação e o tempo de cozimento (cocção).

Um dos fatores nutricionais de maior importância no feijão é o teor de proteína. O nitrogênio desempenha efeito direto no teor de proteínas dos grãos, pois após absorvido pelo feijoeiro o elemento combina com esqueletos carbônicos para a produção de aminoácidos, os quais resultam nas proteínas (MARSCHNER, 1995). Nesse contexto é de fundamental importância avaliar a interferência deste nutriente na qualidade nutricional dos grãos.

Gomes Júnior et al. (2005) relataram que o aumento da dose de nitrogênio de 40 para 80 kg ha⁻¹ em cobertura promove incremento significativo no teor de proteína bruta e solúvel em grãos de feijão. A aplicação de 80 kg ha⁻¹ proporcionou um incremento de 6,0% a 12,4% em relação à dose de 40 kg ha⁻¹. Soratto et al. (2005) e Farinelli e Lemos (2010) também constataram relação positiva entre a adubação nitrogenada e o acúmulo de proteínas. Esse fato demonstra que o conteúdo proteico nos grãos de feijão é influenciado pelas condições ambientais no local de cultivo (LAJOLO et al., 1996)

Além das características nutricionais, as características comerciais como o tamanho dos grãos é de grande importância para o tipo de grão carioca (CARBONELL et al., 2010b). No entanto, também é observado influência do ambiente e da interação genótipo e ambiente nos caracteres relacionados com a porcentagem de grãos graúdos, definido por rendimento de peneira. Fiorentin et al. (2012) constataram que a palhada de *U. ruziziensis* promove elevação na porcentagem de grãos de feijão com classificação em peneira maior que 12. As peneiras de número 12 e 13 são as consideradas padrão pelas empacotadoras de grãos de feijão, uma vez que o mercado consumidor atual tem preferência para grãos graúdos, com alto rendimento de peneira (CARBONELL et al., 2010b).

Em relação à capacidade de hidratação dos grãos, alternativamente, esta pode ser um parâmetro para a seleção precoce de genótipos, desde que o fator “menor tempo” para o grão atingir a sua máxima hidratação seja um indicativo do menor tempo de cocção (BORDIN et al., 2010). Dalla Corte et al. (2003) constataram correlação positiva entre a capacidade de absorção da água pelos grãos e o tempo de cozimento. Resultados contraditórios foram relatados por Coelho et al. (2008).

Avaliando cinco genótipos de feijão, os autores verificaram que não há uma relação direta entre a capacidade de hidratação dos grãos com o tempo de cozimento. Segundo os mesmos, as divergências encontradas na literatura, entre a relação hidratação e o tempo de cozimento, é justificada em vista da falta de padronização no uso de temperaturas de hidratação ou do ambiente em que o grão foi hidratado e cozido. Rios, Abreu e Correa (2003) relataram que além da falta de padronização, a taxa de hidratação dos grãos é fortemente influenciada pelo genótipo, nível de umidade, condições ambientais durante o cultivo, entre outros fatores.

O tempo de cocção dos grãos é uma característica fortemente influenciada pelas condições de cultivo, Fiorentin et al. (2011) verificaram que a aplicação de doses de N, em cobertura, no feijoeiro, interfere de modo significativo no tempo de cozimento dos grãos, ou seja, iniciando com 35,4 minutos para o tratamento sem aplicação de N, reduzindo quadraticamente até 29,9 minutos, referente a dose de 105 kg ha⁻¹ de N. Resultados semelhantes foram constatados por Farinelli e Lemos (2010). Os autores verificaram que o tempo de cozimento dos grãos é diminuído em função das doses de N empregadas no sistema de plantio direto. Bordin et al. (2010) também constataram que as condições ambientais durante o cultivo, influenciam diretamente a capacidade de hidratação e o tempo de cozimento dos grãos. Esses resultados demonstram a necessidade de maior investigação científica nessa linha de pesquisa.

A diversidade das condições de manejo onde o feijoeiro é cultivado requer que as pesquisas sejam conduzidas em diversos ambientes, para que se tenha uma boa estimativa da interação genótipo e ambiente, o que proporciona maior segurança na recomendação de semeadura (MELO et al., 2007). De acordo com Dalla Corte et al. (2003), Lemos et al. (2004), Ribeiro et al. (2007), Perina et al. (2010) e Silva, Lemos e Crusciol (2011) as qualidades tecnológicas, assim como as características agronômicas dos grãos de feijão, são determinadas pelo genótipo e influenciadas diretamente pelas condições ambientais de cultivo durante o crescimento e desenvolvimento da planta.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em Jaboticabal (SP), situado na latitude de 21°14'33''S e longitude de 48°17'10''W, a altitude média de 565 metros, com clima Aw (tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca de inverno).

A área experimental é de Latossolo Vermelho eutroférico, textura argilosa (EMBRAPA, 2006), com 533 g kg⁻¹ de argila, 193 g kg⁻¹ de silte e 274 g kg⁻¹ de areia, relevo suave ondulado, em que nos anos agrícolas de 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011 foi cultivada com milho e *U. ruziziensis* no verão em sucessão ao feijoeiro de inverno-primavera em SPD.

Antes da instalação do experimento procedeu-se à retirada de amostras de terra para fins de análise da fertilidade do solo na camada 0-20 cm, obtendo-se valores de pH (CaCl₂): 5,4; M.O. (g dm⁻³): 22; P resina (mg dm⁻³): 82; H + Al; K; Ca; Mg; SB; CTC (mmol_c dm⁻³): 25; 5,7; 28; 13; 46; 71 e V: 65%.

Em 21/01/12, realizou-se a semeadura do milho cultivado exclusivamente, milho consorciado com *U. ruziziensis* e *U. ruziziensis* cultivada exclusivamente. Foi utilizado o híbrido simples DKB 390 PRO2 para o cultivo do milho exclusivo, na densidade populacional estimada de 60.000 plantas ha⁻¹, com linhas espaçadas de 0,80 m. A adubação de semeadura foi constituída de 330 kg ha⁻¹ do formulado 04-14-08 (N-P₂O₅-K₂O); em cobertura foram utilizados 80 kg ha⁻¹ de N e 80 kg ha⁻¹ de K₂O por meio do formulado 20-00-20 no estágio fenológico V₄ (quarta folha totalmente expandida) e 100 kg ha⁻¹ de N via ureia em V₆ (50% das plantas com seis folhas completamente expandidas), conforme recomendação de Rajj e Cantarella (1997) e Fornasier Filho (2007), com aplicação de 15 mm de água logo após a adubação de cobertura (HANGROVE, 1988).

No consórcio com *U. ruziziensis*, o milho foi conduzido nos mesmos procedimentos do cultivo exclusivo, realizando a semeadura da *U. ruziziensis* na densidade de 400 pontos de valor cultural ha⁻¹ (7,5 kg de sementes ha⁻¹), no momento da semeadura do milho, na proporção de duas linhas entre as linhas de milho. A *U. ruziziensis* exclusiva foi semeada mecanicamente, em linhas espaçadas de 0,22 m entre si, com 400 pontos de valor cultural ha⁻¹, sem a aplicação de fer-

tilizantes minerais. A colheita do milho, exclusivo e consorciado, foi realizada mecanicamente em 06/06/12 e a área mantida em repouso até o momento das operações de manejo para dessecação, com herbicida não seletivo glifosato (1.800 g ha^{-1} de equivalente ácido), efetuada aos 30 dias antes da semeadura do feijoeiro.

Os dados climáticos registrados durante a condução da cultura do milho e da *U. ruziziensis* encontram-se na Figura 1.

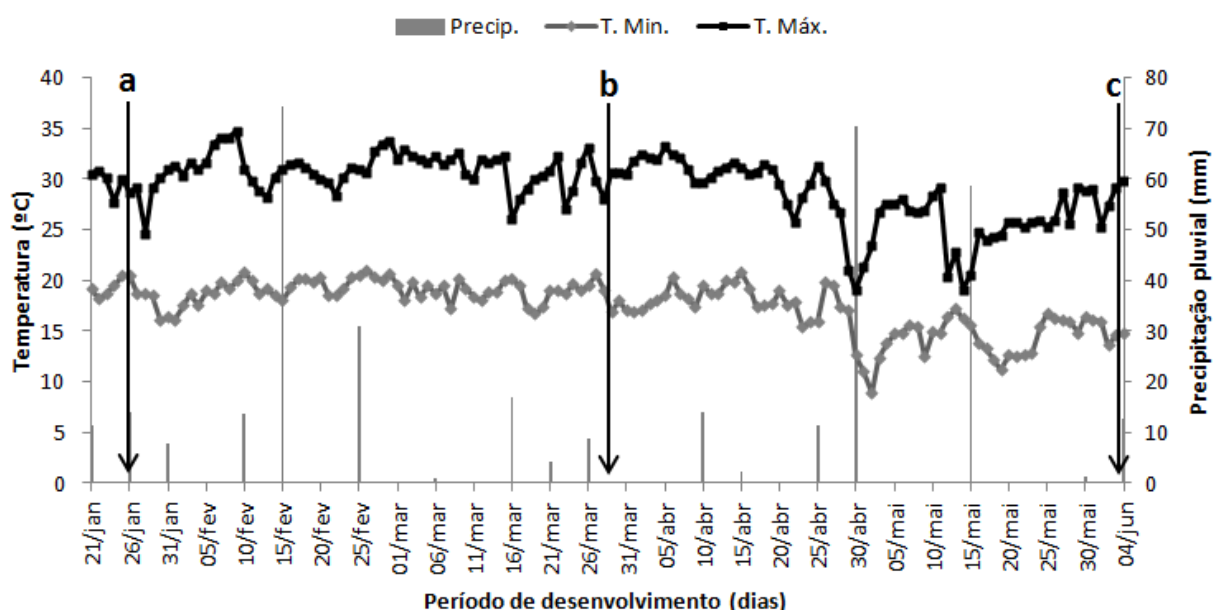


Figura 1. Precipitação pluvial (mm), temperatura máxima e mínima (°C), a cada cinco dias, nos meses de janeiro a junho de 2012, referente ao desenvolvimento da braquiária e ao ciclo do milho: a = emergência - 26/01/12; b = florescimento - 28/03/12; c = colheita - 04/06/12. Fonte: Estação Agroclimatológica do Câmpus da FCAV/UNESP - Jaboticabal, SP.

O delineamento experimental foi blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, com 15 tratamentos constituídos pela combinação de três sistemas de cultivo (milho exclusivo, milho consorciado com *U. ruziziensis* e *U. ruziziensis* exclusiva) nas parcelas, tendo como cultivo subsequente o feijoeiro adubado em cobertura por cinco doses de nitrogênio (0; 40; 80; 120 e 160 kg ha^{-1} de N), no estágio de desenvolvimento $V_{4.4}$ (50% das plantas com quatro trifólios completamente expandidos) (FERNÁNDEZ; GEPTS; LÓPEZ, 1985), nas subparcelas, utilizando-se a ureia, colocando-a 10 cm da linha de cultivo em filete

continuo, sendo que em seguida realizou-se a aplicação de 15 mm de água para incorporação do fertilizante nitrogenado (HANGROVE, 1988). Cada subparcela foi composta por dez linhas de feijoeiro espaçadas de 0,45 m e com 5 m de comprimento. Foi considerada como área útil de cada subparcela as oito linhas centrais, desprezando-se 0,5 m em cada extremidade.

A cultivar de feijoeiro utilizada foi a IAC Formoso, pertencente ao grupo comercial carioca, hábito de crescimento indeterminado tipo II, porte semi-ereto, com ciclo de 85 dias, tolerante ao vírus do mosaico e à murcha de fusarium (*Fusarium solani*), resistente à antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*), e com excelentes características culinárias (CARBONELL et al., 2010a). A semeadura foi realizada mecanicamente em 03/08/12, obtendo-se população média final de 222.000 plantas ha⁻¹. As sementes foram tratadas com inseticida (fipronil) e fungicida (carbendazim + tiran) nas doses de 50 g i.a. 100 kg sementes⁻¹ e 45 + 105 g i.a. 100 kg sementes⁻¹, respectivamente.

Na adubação de semeadura foram utilizados 13 kg ha⁻¹ de N, 52 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 30 kg ha⁻¹ de K₂O, tendo como fontes a ureia, o superfosfato simples e o cloreto de potássio, respectivamente, conforme recomendações de Ambrosano et al. (1997). A irrigação foi realizada com sistema tipo aspersão convencional, mantendo-se turno de rega de 4 a 5 dias dependendo das necessidades da cultura em função do estágio fenológico. Aos 22 dias após a emergência (DAE) das plântulas de feijoeiro, foi aplicado os herbicidas pós-emergentes, fluazifope-p-butílico, bentazona + imazamoxi e óleo mineral na dose de 188 g i.a. ha⁻¹, 500 + 24 g i.a. ha⁻¹ e 1L ha⁻¹, respectivamente.

O controle de insetos-pragas foi realizado com aplicações de tiametoxam + lambda-cialotrina (14,1 + 10,6 g i.a. ha⁻¹) nos dias 23/08/2012 e 11/10/2012, abamectina (5,4 g i.a. ha⁻¹) dia 23/08/2012, tiametoxan (37,5 g i.a. ha⁻¹) dia 14/09/2012, clorfenapir (180 g i.a. ha⁻¹) dia 28/09/2012 e clorpirifós (240 g i.a. ha⁻¹) dia 31/10/2012. Para o controle de doenças, foram realizadas pulverizações com os fungicidas piraclostrobina (75 g i.a. ha⁻¹), nos dias 23/08/2012, 14/09/2012 e 24/10/2012, tebuconazol (140 g i.a. ha⁻¹) dia 28/09/2012, hidróxido de fentina (320 g i.a. ha⁻¹) dia 11/10/2012 e metconazol (54 g i.a. ha⁻¹) nos dias 11/10/2012 e 31/10/2012.

A colheita do feijoeiro foi realizada com arranquio manual, seguida de trilha mecanizada (06/11/2012), utilizando colhedora automotriz de parcela, quando as plantas estavam com as hastes desfolhadas e 90% das vagens secas.

Os dados climáticos registrados durante a condução da cultura do feijoeiro se encontram na Figura 2.

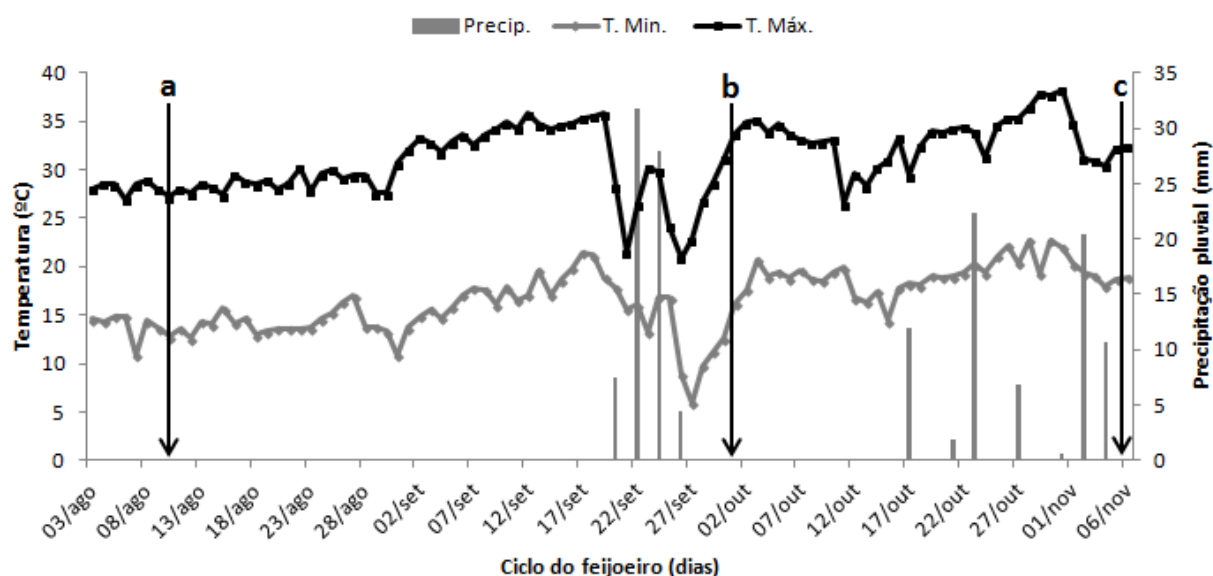


Figura 2. Precipitação pluvial (mm), temperatura máxima e mínima (°C), a cada cinco dias, nos meses de agosto a novembro de 2012, referente ao ciclo do feijoeiro: a = emergência - 10/08/12; b = florescimento pleno - 01/10/12; c = colheita - 06/11/12. Fonte: Estação Agroclimatológica do Campus da FCAV/UNESP - Jaboticabal, SP.

Durante o cultivo do milho, exclusivo e consorciado com *U. ruziziensis*, foram avaliadas as seguintes características:

Altura de plantas e de inserção da espiga principal (m) - ao final do ciclo da cultura realizou-se a mensuração da altura das plantas e da altura de inserção da espiga principal de dez plantas da linha central de cada parcela, desde o nível do solo à folha bandeira e desde o nível do solo à inserção da espiga principal da planta, respectivamente, com auxílio de uma régua graduada;

Diâmetro do colmo (mm) - considerou-se o diâmetro do segundo entrenó, a partir da base de dez plantas por parcela, dentro da área útil, por ocasião da colheita, o qual foi mensurado com uso de paquímetro digital;

Massa da espiga com e sem palha (g) - foi determinado por meio da pesagem de dez espigas, coletadas aleatoriamente de dez plantas por parcela, calculando-se a massa média da espiga com palha. Em seguida, as espigas foram despalhadas manualmente para determinação do peso médio da espiga sem palha;

Diâmetro da espiga (mm) - considerou-se o diâmetro da parte mediana de dez espigas despalhadas, de cada parcela, o qual foi mensurado com uso de paquímetro digital;

Comprimento da espiga (cm) - com o auxílio de uma régua graduada em centímetros, o comprimento da espiga foi calculado por meio da média de dez espigas por parcela;

Massa do sabugo (g) - após a trilhagem dos grãos, dez sabugos de cada parcela foram submetidos à pesagem para a determinação da massa média do sabugo;

Número de grãos por fileira e de fileiras por espiga - no momento da colheita foram coletadas dez espigas representativas de cada parcela, para a contagem do número de grãos em cada fileira e do número de fileiras em cada espiga;

Diâmetro do sabugo (mm) - considerou-se o diâmetro da parte mediana de dez sabugos por parcela, o qual foi mensurado com uso de paquímetro digital;

Massa de grãos por espiga (g) - no momento da colheita foram retiradas dez espigas representativas de cada parcela, para serem debulhadas e seus grãos pesados, determinando-se assim a massa de grãos por espiga com grau de umidade corrigido para 13% (base úmida – b.u.);

Massa de 1000 grãos (g) - determinada pela coleta ao acaso e pesagem de quatro amostras de 1000 grãos de milho, representando a área útil de cada parcela, realizando-se sua pesagem e corrigindo para 13% de umidade (b.u.);

Produtividade de grãos (kg ha⁻¹) - foi estimada coletando-se todas as espigas presentes em duas linhas de cada parcela. Os valores foram corrigidos a 0,13 kg kg⁻¹, considerando-se umidade em base úmida, determinado por meio do método da estufa a 105 °C ± 3 °C por 24 horas (BRASIL, 2009);

Proteína bruta (g kg⁻¹) - determinada por meio do cálculo : PB = N total x 6,25 onde: PB = teor de proteína bruta nos grãos (%) e N total = teor de nitrogênio

nos grãos, obtido de acordo com a metodologia proposta por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

Dois dias antes da semeadura do feijoeiro foram determinados:

Recobrimento do solo (%) - determinado por meio da metodologia descrita por Laflen, Amemiya e Hintz (1981). O método consiste em quantificar a porcentagem de recobrimento do solo pela fitomassa ou palhada;

Quantidade de palhada ($t\ ha^{-1}$) - determinada por meio da coleta de duas amostras de $0,25\ m^2$ da área útil de cada parcela. O resíduo vegetal foi cortado rente à superfície do solo, acondicionado em sacos de papel e submetidos à lavagem e secagem em estufa de circulação forçada de ar, à temperatura de $65\ ^\circ C$ até atingir massa constante. Em seguida, o material foi pesado em balança digital, com precisão de $0,01$ gramas;

Acúmulo de N na palhada ($kg\ ha^{-1}$) - foram utilizadas as amostras coletadas para determinação da quantidade de palhada produzida. Posteriormente a secagem e pesagem, o material foi moído em moinho tipo Willey, para em seguida proceder à digestão sulfúrica, seguindo a metodologia de Malavolta, Vitti e Oliveira (1997). Com os resultados da produção de matéria seca e do teor de nitrogênio na palhada, foi determinado o acúmulo de nitrogênio.

No cultivo do feijoeiro foram avaliadas características agronômicas e a eficiência de uso de N descritas a seguir:

Teor de N foliar ($g\ kg^{-1}$) - na área útil de cada subparcela foram retiradas a terceira folha trifoliolada do terço médio de trinta plantas no florescimento pleno (R_6) (AMBROSANO et al., 1997), acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa com circulação forçada de ar a $65\ ^\circ C$, por 72 horas, moídas e submetidas à análises laboratoriais para a obtenção do teor de N, de acordo com metodologia de Malavolta, Vitti e Oliveira (1997);

Matéria seca de planta (g) - no florescimento pleno (R_6) foram coletadas dez plantas ao acaso na área útil de cada subparcela, sendo posteriormente submetidas à lavagem com água destilada e colocadas para secagem em estufa de ventilação

forçada de ar a 65 °C até atingir a massa constante. Em seguida, o material foi pesado em balança digital, com precisão de 0,01 gramas;

Número de trifólios - durante o estágio R₆ retirou-se cinco plantas em uma linha de cultivo em cada subparcela e determinou-se o número de trifólios completamente desenvolvidos;

Massa de 100 grãos (g) - determinada pela coleta e contagem de quatro amostras de 100 grãos por subparcela experimental, seguida por pesagens com transformação dos resultados a 0,13 kg kg⁻¹ (b.u.) de acordo com Brasil (2009);

Número de vagens por planta - determinado a partir da coleta de dez plantas consecutivas na linha central da área útil de cada subparcela por ocasião da maturidade fisiológica (R₉). Este componente foi obtido por meio da relação entre número total de vagens e o número total de plantas coletadas (10 plantas);

Número de grãos por vagem - determinado a partir da coleta de dez plantas consecutivas na linha central da área útil de cada subparcela por ocasião da maturidade fisiológica (R₉). Este componente foi obtido por meio da relação entre número total de grãos e o número total de vagens coletadas (10 plantas);

Produtividade de grãos (kg ha⁻¹) - obtida pelo arranquio manual das plantas de quatro linhas centrais de cada subparcela e posterior trilha mecânica, corrigindo-se a umidade para 0,13 kg kg⁻¹ (b.u.) de acordo com Brasil (2009);

Eficiência agrônômica (kg kg⁻¹) - foi determinada seguindo método de Fageria e Baligar (2005), por meio do cálculo da eficiência agrônômica (EA), utilizando-se a fórmula $EA = (PG_{cf} - PG_{sf}) / (QNa)$, em que PG_{cf} é a produção de grãos com fertilizante nitrogenado; PG_{sf} é a produção de grãos sem fertilizante nitrogenado; e QNa é a quantidade de N aplicado em kg.

Após a colheita do feijoeiro, amostras de grãos de cada subparcela foram acondicionadas em sacos de papel e armazenadas por 30 dias em câmara seca a temperatura de 25 °C e umidade relativa de 40%. Após esse período foram realizadas as avaliações referentes às características tecnológicas dos grãos de feijão:

Rendimento de peneira (%) - os grãos colhidos foram classificados em tamanho pela passagem em conjunto de peneiras de crivos oblongos 10/64" x 3/4

(3,97 x 19,05 mm), 11/64" x 3/4 (4,37 x 19,05 mm), 12/64" x 3/4 (4,76 x 19,05 mm), 13/64" x 3/4 (5,16 x 19,05 mm), 14/64" x 3/4 (5,56 x 19,05 mm) e 15/64" x 3/4 (5,96 x 19,05 mm) em agitação por um minuto. O percentual de grãos foi calculado através da relação entre o peso dos grãos retidos em cada peneira e o peso da amostra total de cada repetição. Após a determinação da renda de benefício as amostras de grãos de feijão da peneira de furos oblongos 12/64 x 3/4" (4,76 x 19,05 mm) foram utilizadas para a determinação dos demais componentes tecnológicos;

Proteína bruta (g kg⁻¹) - determinada por meio do cálculo : $PB = N \text{ total} \times 6,25$ onde: PB = teor de proteína bruta nos grãos (%) e N total = teor de nitrogênio nos grãos, obtido de acordo com a metodologia proposta por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997);

Capacidade de hidratação - determinada por meio da metodologia descrita por Durigan (1979), que consiste na utilização de uma proveta graduada com capacidade de 500 mL e precisão de 5 mL, béqueres com capacidade de 250 mL. Em cada béquer foi colocada uma amostra de 50 gramas de grãos previamente escolhidos, de cada subparcela, adicionando-se 200 mL de água destilada. De hora em hora num intervalo de 12 horas foram feitas avaliações do volume de água não absorvido pelos grãos, vertendo-a do béquer para a proveta. Ao final do tempo previsto para a hidratação a água em excesso foi drenada e os grãos pesados. Não foram detectados grãos com casca dura. A relação de hidratação foi determinada pela razão entre a massa final e a massa inicial dos grãos. Foi aplicado o estudo de regressão polinomial entre o tempo (horas) e a capacidade de hidratação (mL), visando determinar o tempo necessário à máxima hidratação dos grãos de feijão. Durante a condução do teste a temperatura da água foi de 25 °C;

Tempo de cozimento (segundos) - foi realizado com o auxílio do cozedor de Mattson, descrito por Durigan (1979), que consta basicamente de 25 estiletos verticais terminados em ponta de 1/16". A ponta fica apoiada no grão de feijão durante o cozimento e quando o grão encontra-se cozido a ponta penetra-o deslocando o estilete. O tempo final para cozimento da amostra foi obtido quando 50% + 1, ou seja, 13 estiletos forem deslocados. Para essa determinação os grãos foram hidratados em água destilada durante um período de 12 horas. Durante a condução do teste a temperatura da água foi mantida a 96 °C. Em função do tempo

para cozimento foi verificado o nível de resistência dos grãos ao cozimento, adotando-se a escala de Proctor e Watts (1987).

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o teste F e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5%. Os efeitos significativos para doses de N e da interação sistemas de cultivo × dose de N foram avaliados por meio de regressão polinomial.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise dos resultados referente às características fitotécnicas e produtivas do milho, demonstra que dentre os sistemas de cultivo, a maioria das variáveis estudadas, não demonstraram diferenças entre os tratamentos avaliados, ocorrendo somente diferença para a variável diâmetro de colmo (Tabela 1).

Tabela 1. Altura de planta, altura de inserção da espiga principal, diâmetro do colmo, peso da espiga com e sem palha de milho exclusivo e consorciado com *U. ruziziensis* cultivados em Jaboticabal – SP, 2012⁽¹⁾.

Tratamentos	Altura de planta (m)	Altura de inserção da espiga principal (m)	Diâmetro do colmo (mm)	Peso da espiga com palha (g)	Peso da espiga sem palha (g)
Sistemas de cultivo (S)					
Milho	2,3	1,3	21,64 b	240,0	225,0
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	2,4	1,3	21,98 a	235,4	220,8
CV (%)	2,96	1,81	0,81	6,79	5,30
Teste F	4,00 ^{ns}	8,89 ^{ns}	28,28 ^{**}	0,59 ^{ns}	0,94 ^{ns}

⁽¹⁾ Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

** significativo a 1% e ^{ns} - não significativo pelo teste F.

Cultivos consorciados conferem maior proporção de raízes no ambiente solo, nessas condições há maior liberação de exsudados radiculares no sistema de cultivo. A quantidade dessas substâncias excretadas pelos sistemas radiculares dos vegetais favorece a manutenção e o aumento da população de microrganismos na região da rizosfera. As alterações nos atributos biológicos refletem em modificações nas características químicas do solo, ou seja, interfere na disponibilidade de nutrientes para os vegetais (RICHARDSON et al., 2009), favorecendo o crescimento e desenvolvimento das plantas. Avaliando o desempenho de cultivares de milho sob monocultivo e consorciado com espécies forrageiras, Jakelaitis et al. (2010) constataram que a cultivar AL Bandeirantes consorciada com Poaceas, também apresenta, em média, colmos mais grossos, em relação ao sistema de monocultivo. Resultados contraditórios foram observados por Tsumanuma (2009a), o autor

relatou a inexistência da influência de forrageiras do gênero *Urochloa* em diversos componentes fitotécnicos, dentre eles, o diâmetro do colmo.

Em relação aos componentes de produção, nenhuma diferença significativa foi observada entre os sistemas de cultivo (Tabela 2 e 3). Os resultados são semelhantes aos obtidos por Tsumanuma (2009a), o autor também não constatou interferência da forrageira nos componentes de produção: número de fileiras por espiga; número de grãos por fileira e peso de mil grãos. Resultados apresentados por Pariz et al. (2009) demonstram que a presença de *U. ruziziensis*, semeada simultaneamente ao milho, não interfere nos componentes de rendimento de grãos, em relação ao cultivo de milho exclusivo. Os resultados apresentados demonstram que sistema de cultivo consorciado (milho + *U. ruziziensis*) consiste numa alternativa viável, visto que agrega valor através da produção de duas culturas (PEREIRA et al, 2009).

Tabela 2. Diâmetro da espiga, comprimento da espiga, peso do sabugo, número de grãos por fileira e número de fileiras por espiga de milho exclusivo e consorciado com *U. ruziziensis* cultivados em Jaboticabal – SP, 2012⁽¹⁾.

Tratamentos	Diâmetro da espiga (mm)	Comprimento da espiga (cm)	Peso do sabugo (g)	Número de grãos fileira ⁻¹ (nº)	Número de fileiras espiga ⁻¹ (nº)
Sistemas de cultivo (S)					
Milho	52,0	15,9	40,0	27,4	18,0
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	51,7	16,0	41,7	27,4	18,4
CV (%)	1,24	5,16	13,04	2,43	7,52
Teste F	2,18 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,76 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,64 ^{ns}

⁽¹⁾ ns – não significativo pelo teste F.

A não interferência da forrageira nos componentes de produção refletiu na produtividade de grãos de milho, ou seja, não foi observado diferença estatística significativa entre o sistema de monocultivo e o consorciado com *U. ruziziensis* (Tabela 3). Resultados obtidos por Chioderoli et al. (2012) também demonstram que o consórcio com *U. ruziziensis* não altera a produtividade do milho, além disso, promove o incremento do aporte de massa seca no sistema de produção sob plantio direto. Richart et al. (2010) evidenciaram a viabilidade técnica do consórcio (milho + *U. ruziziensis*) desde que as duas espécies sejam implantadas simultaneamente,

pois, desta forma, o cultivo consorciado permitiria a produção de grãos de milho, sem interferência no estabelecimento da forrageira.

Destaca-se que em ambas as modalidades de cultivo (exclusivo ou consorciado), o milho obteve alto rendimento de grãos (superior a 6.800 kg ha⁻¹), enquanto que a produtividade média registrada para o Estado de São Paulo foi de 4.490 kg ha⁻¹, no mesmo ano agrícola (CONAB, 2012). Apesar da distribuição de chuvas durante o ciclo de cultivo ter sido irregular, com déficit hídrico no período crítico de desenvolvimento da planta, ou seja, entre o início da floração e o início do enchimento de grãos (Figura 1), houve suprimento hídrico adequado durante o estágio de grão pastoso (R₄), fase que ocorre translocação dos fotoassimilados para os grãos (FORNASIERI FILHO, 2007). Assim, a produtividade média superou a média nacional em aproximadamente 2.300 kg ha⁻¹.

Tabela 3. Diâmetro do sabugo, massa de grãos por espiga, massa de mil grãos, produtividade de grãos e proteína bruta de milho exclusivo e consorciado com *U. ruziziensis* cultivados em Jaboticabal – SP, 2012⁽¹⁾.

Tratamentos	Diâmetro do sabugo (mm)	Massa de grãos espiga ⁻¹ (g)	Massa de 1000 grãos (g)	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)	Proteína bruta (g kg ⁻¹)
Sistemas de cultivo (S)					
Milho	29,6	184,9	322,1	6.878	79,8
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	29,7	179,0	315,2	6.865	83,7
CV (%)	1,77	4,37	5,67	11,39	3,99
Teste F	0,87 ^{ns}	4,08 ^{ns}	1,10 ^{ns}	0,01 ^{ns}	10,89 ^{ns}

⁽¹⁾ ns – não significativo pelo teste F.

A quantidade de proteína bruta nos grãos de milho, também não foi influenciada pelos diferentes sistemas de cultivo (Tabela 3). Apesar de não ter sido observado diferença significativa, o teor de proteína do genótipo DKB390 esta próximo ao valor encontrado por Carvalho, Pinho e Davide (2011).

Em relação à produção de palhada, o sistema de cultivo de milho + *U. ruziziensis* (consórcio) apresentou a maior quantidade de fitomassa formada, sendo superior a 8 t ha⁻¹, suficiente para conferir 100% de recobrimento do solo antes da semeadura do feijoeiro (Tabela 4). Apesar da diferença apresentada, os sistemas de cultivo com *U. ruziziensis* e milho exclusivos também demonstraram ótima alternativa para uso no SPD, pois a quantidade de palhada obtida foi superior a 7 t

ha⁻¹ (SARAIVA; TORRES, 1993), com destaque para *U. ruziziensis* exclusiva, que também conferiu o máximo recobrimento do solo. Deve-se destacar que a quantidade de palhada obtida nos três sistemas de produção é considerada adequada para a condução do SPD em Jaboticabal (SP). Souza, Soratto e Pagani (2011) em Botucatu (SP), obtiveram valores de 13,7 e 16,4 t ha⁻¹ para o consórcio milho + *U. ruziziensis*, em dois anos de experimentação. Nas condições de Jaboticabal (SP) e Selvíria (MS), Fiorentin et al. (2011) e Costa et al. (2012) verificaram valores de 6,3 e 5,6 t ha⁻¹ para o consórcio. Os resultados na literatura são contraditórios em razão das diferentes modalidades de consórcio (BORGHI; CRUSCIOL, 2007), bem como ao fator climático em cada região produtora.

Tabela 4. Recobrimento do solo, quantidade de palhada e acúmulo de nitrogênio (N) na palhada das culturas de milho exclusivo, consórcio milho + *U. ruziziensis* e *U. ruziziensis* exclusiva, dois dias antes da semeadura do feijoeiro, cultivar IAC Formoso, em Jaboticabal - SP, 2012⁽¹⁾.

Tratamentos	Recobrimento do solo (%)	Quantidade de palhada (t ha ⁻¹)	Acúmulo de N na palhada (kg ha ⁻¹)
Sistema de cultivo (S)			
Milho	62b	7,2b	57,3b
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	100a	8,6a	93,0a
<i>U. ruziziensis</i>	100a	7,3b	83,1a
CV(%)	2,78	7,11	11,65
Teste F	1182,7**	29,4**	61,6**

⁽¹⁾ Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

** significativo a 1% pelo teste F.

Os sistemas de cultivo com milho + *U. ruziziensis* e *U. ruziziensis* exclusiva obtiveram o maior acúmulo de N, sendo de 93 e 83 kg ha⁻¹, respectivamente. Palhadas de espécies do gênero *Urochloa* cultivadas de maneira exclusiva ou consorciada com milho, apresentam acúmulo de N variando de 90 a 34 kg ha⁻¹ de N (PACHECO et al., 2011; BATISTA et al., 2011). Esses resultados apontam que durante o ciclo do feijoeiro foram liberados N e outros nutrientes pelas palhadas de milho exclusivo, milho consorciado com *U. ruziziensis* e *U. ruziziensis* exclusiva.

Em relação ao teor de N foliar no feijoeiro, verificou-se crescimento linear em função das doses de N aplicadas (Figura 3), corroborando com os resultados obtidos por Kaneko et al. (2010), Sant'ana, Silveira e Santos (2010) e Fiorentin et al. (2011).

Observou-se que mesmo na ausência de adubação nitrogenada, os teores de N foliar ficaram dentro da faixa considerada adequada ao feijoeiro (30 a 50 g kg^{-1}) de acordo com Ambrosano et al. (1997). Os resultados obtidos demonstram os benefícios obtidos pelo SPD promovendo aumento no teor de matéria orgânica e conseqüentemente, nas quantidades de N-inorgânico e nas taxas de mineralização e nitrificação do N, aumentando a disponibilidade do nutriente no solo (SIQUEIRA NETO et al., 2010).

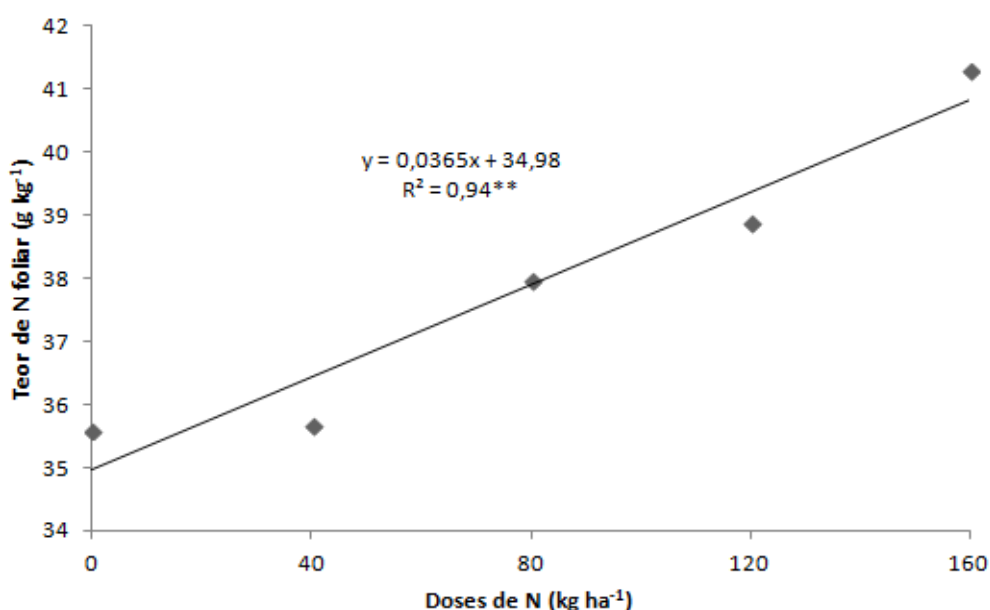


Figura 3. Teor de nitrogênio (N) nas folhas do feijoeiro, cultivar IAC Formoso, conduzido com aplicação de doses de nitrogênio (N) em sucessão a milho exclusivo, consórcio milho + *U. ruziziensis* e *U. ruziziensis* exclusiva em Jaboticabal-SP, 2012.

Os resultados obtidos não demonstraram efeito dos tratamentos estudados na matéria seca total do feijoeiro (Tabela 5). Também avaliando o efeito da aplicação de nitrogênio em cobertura, na cv. Pérola, em plantio direto, Alvarez et al. (2005) relataram que no segundo ano de condução do experimento, a matéria seca de plantas não foi influenciada pelas doses de N aplicadas. Romanini Júnior et al. (2005) e Costa et al. (2009) também não verificaram efeito do fertilizante nesta variável, quando comparado à testemunha (sem aplicação de N), contrastando com o resultados apresentados por Sant'ana e Silveira (2008), Binotti et al. (2009) e Binotti et al. (2010) onde verificaram efeito positivo na massa seca de planta em

função de doses crescentes de N aplicadas em cobertura, sob sistema de plantio direto.

Tabela 5. Matéria seca de planta, número de trifólios e massa de cem grãos do feijoeiro, cultivar IAC Formoso, conduzido com aplicação de doses de N em sucessão a milho exclusivo, consórcio milho + *U. ruziziensis* e *U. ruziziensis* exclusiva em Jaboticabal - SP, 2012⁽¹⁾.

Tratamentos	Matéria seca de planta (g)	Número de trifólios (nº)	Massa de 100 grãos (g)
Sistema de cultivo (S)			
Milho	11,5	12 b	25,8 b
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	12,0	17 a	26,8 b
<i>U. ruziziensis</i>	10,9	19 a	28,4 a
CV (%)	11,79	11,40	3,71
Dose de N (kg ha ⁻¹) (D)			
0	10,9	16	26,4
40	10,9	15	27,2
80	12,0	17	27,2
120	11,6	16	26,9
160	11,9	16	27,4
CV (%)	9,04	7,73	4,85
Teste F			
S	2,24 ^{ns}	56,01 ^{**}	26,09 ^{**}
D	2,44 ^{ns}	1,54 ^{ns}	0,89 ^{ns}
S x D	2,11 ^{ns}	1,07 ^{ns}	0,29 ^{ns}

⁽¹⁾ Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

** significativo a 1% pelo teste F e ^{ns} – não significativo pelo teste F

O número de trifólios foi influenciado exclusivamente pelos sistemas de cultivo avaliados (Tabela 5). A palhada remanescente referente aos sistemas de cultivo com milho + *U. ruziziensis* e *U. ruziziensis* exclusiva proporcionou incremento no número de trifólios das plantas, sendo 17 e 19 respectivamente. A área foliar é um parâmetro de fundamental importância para a produção de fotoassimilados pela planta (MARSCHNER, 1995), ou seja, é um importante componente que irá refletir na produtividade dos grãos. Portanto, o resultado obtido demonstra efeitos positivos no crescimento vegetativo do feijoeiro pela inclusão *U. ruziziensis* dentro do sistema de produção agrícola. Torres et al., 2008 também relataram efeitos benéficos de Poaceas forrageiras nas propriedades do solo, decorrentes da produção de matéria seca, que confere proteção a superfície do solo, e da maior ciclagem de nutrientes, através do processo de decomposição dos resíduos culturais.

Observou-se que o sistema de cultivo com *U. ruziziensis* exclusiva se destacou em relação à massa de 100 grãos (Tabela 5). Os resultados demonstram que a composição da palhada proporciona efeito significativo no peso de grãos, porém as doses de N aplicadas em cobertura, não promoveram variações neste parâmetro, demonstrando que não houve restrições quanto a esse nutriente às plantas para a adequada formação e enchimento dos grãos. Resultados semelhantes foram relatados por Binotti et al. (2010) e Pacheco et al. (2012), os autores demonstraram não haver interferência do fertilizante nitrogenado neste parâmetro do feijoeiro.

Houve efeito da interação entre sistemas de cultivo e doses de N para o número de vagens por planta, número de grãos por vagem e a produtividade de grãos (Figura 4, 5 e 6, respectivamente). Para as três variáveis o feijoeiro apresentou comportamento linear crescente com o aumento das doses de N no sistema de cultivo com *U. ruziziensis* exclusiva. Nesse sistema de cultivo, os valores mais elevados dos componentes de produção massa de cem grãos, número de vagens por planta e número de grãos por vagem, refletiram para a obtenção da maior produtividade de grãos e evidenciaram que a dose de 160 kg ha⁻¹ de N em cobertura não foi suficiente para o feijoeiro expressar todo seu potencial produtivo. Destaca-se também que o feijoeiro em sucessão a palhada de milho obteve a menor produtividade, não sendo responsiva a aplicação de N em cobertura e produzindo em média 1.931 kg ha⁻¹. Resultado semelhante foi obtido por Fiorentin et al. (2011) onde o feijoeiro em sucessão à milho exclusivo, apresentou produtividade de grãos de 1.636 kg ha⁻¹, no primeiro ano após a implantação do SPD. A variabilidade no desempenho dessa Fabacea em função das doses de N, nos experimentos, tem sido verificada especialmente em razão dos níveis de fertilidade do solo e de outras técnicas de manejo empregadas nos sistemas produtivos (PELEGRIN et al., 2009). Resultados obtidos por Oliveira, Carvalho e Moraes (2002) também evidenciaram influencia dos diferentes sistemas de cultivo no rendimento de grãos do feijoeiro, em SPD.

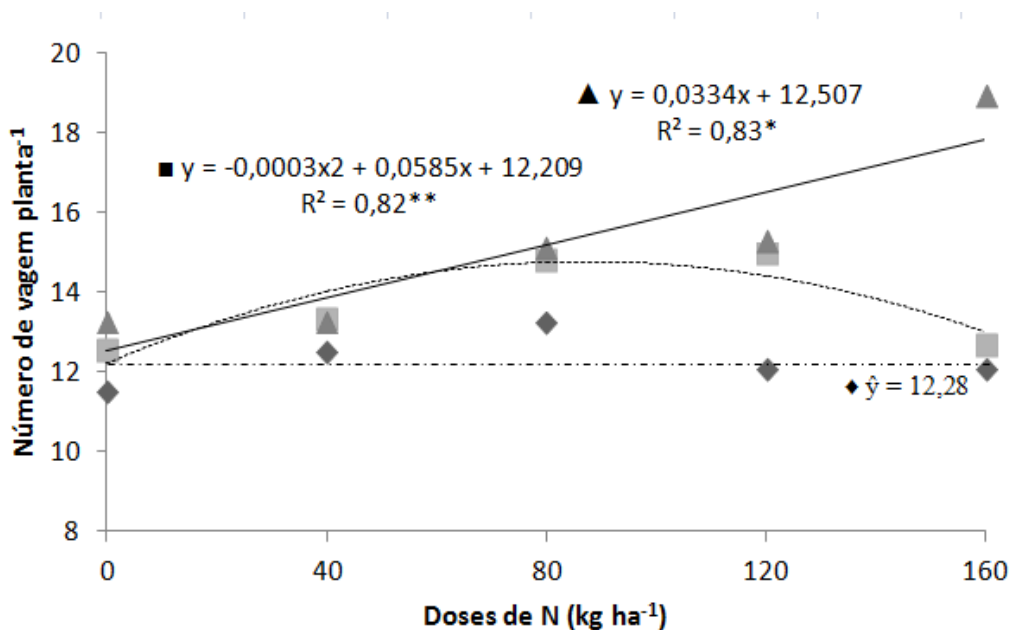


Figura 4. Número de vagens por planta do feijoeiro, cultivar IAC Formoso, conduzido com aplicação de doses de nitrogênio (N) em sucessão a milho exclusivo (◆), consórcio milho + *U. ruziziensis* (■) e *U. ruziziensis* exclusiva (▲) em Jaboticabal-SP, 2012.

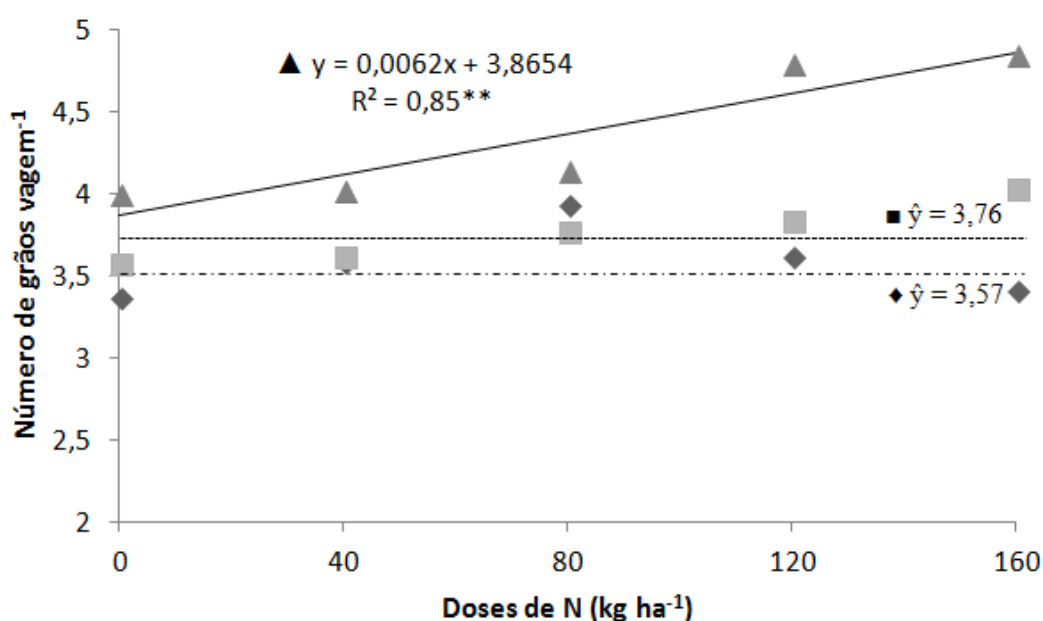


Figura 5. Número de grãos por vagem do feijoeiro, cultivar IAC Formoso, conduzido com aplicação de doses de nitrogênio (N) em sucessão a milho exclusivo (◆), consórcio milho + *U. ruziziensis* (■) e *U. ruziziensis* exclusiva (▲) em Jaboticabal-SP, 2012.

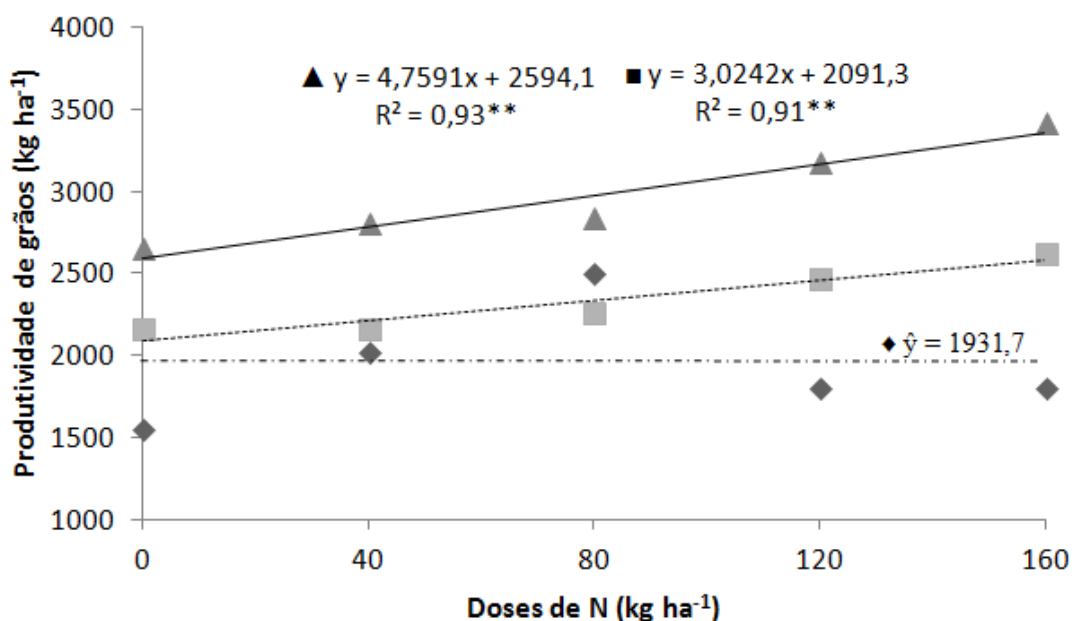


Figura 6. Produtividade de grãos do feijoeiro, cultivar IAC Formoso, conduzido com aplicação de doses de nitrogênio (N) em sucessão a milho exclusivo (◆), consórcio milho + *U. ruziziensis* (■) e *U. ruziziensis* exclusiva (▲) em Jaboticabal-SP, 2012.

Em relação à produtividade de grãos do feijoeiro, a diferença observada entre os sistemas de cultivo pode ser justificada em razão do potencial da liberação de N pela mineralização da palhada ao feijoeiro. Nesse sentido, a *U. ruziziensis* pode ter liberado ao solo maior quantidade de N e outros nutrientes presentes em sua composição, em relação à palhada de milho, por apresentar menor relação C/N, possibilitando maior ciclagem de nutrientes. Poaceas forrageiras com características perenes apresentam alta densidade de raízes, renovações periódicas do sistema radicular e distribuição uniforme dos exsudatos no solo (CUNHA et al., 2011), melhorando a biologia do solo, permitindo que estirpes de rizóbios nativos presentes no solo realizem a fixação biológica de N₂ atmosférico (CARNEIRO et al., 2008). O emprego destas espécies, principalmente braquiárias, na rotação de culturas, contribui para melhorar a estruturação do solo, adicionar matéria orgânica e na supressão de patógenos, bem como o aporte de N ao sistema de produção, de até 45 kg ha⁻¹, em função da presença de fixadores livres na rizosfera, como bactérias do gênero *Azospirillum* (FANCELLI, 2009).

Outro fator que pode influenciar a produtividade de grãos no feijoeiro é a ocorrência de altas temperaturas na fase reprodutiva. Temperaturas diurnas acima

de 30 °C e noturnas superiores a 20 °C provocam abortamento de órgãos reprodutivos como flores e vagens em formação (DIDONET; VITÓRIA, 2006). O feijoeiro teve seu desenvolvimento reprodutivo num período com temperatura diurna inferior a 30 °C em apenas um curto espaço de tempo, entre 11 e 14 de outubro, atingindo o máximo de 38 °C em 31 de outubro. No entanto, a temperatura noturna foi superior a 20 °C apenas no período de 25 de outubro a 01 de novembro, já no final do ciclo da cultura (Figura 2).

No sistema de cultivo com *U. ruziziensis* exclusiva, a produtividade de grãos do feijoeiro ultrapassou 3.000 kg ha⁻¹, podendo inferir que essa variável pode não ter sido influenciada tão drasticamente pela condição climática em razão dos benefícios adquiridos pela adoção do SPD, devido a formação de palhada e do total recobrimento da superfície do solo, promovendo a redução da variação térmica e a maior taxa de infiltração de água no solo (SILVA; REICHERT; REINERT, 2006), associado ao uso de irrigação e tratos culturais adequados, permitindo que o feijoeiro semeado em agosto possa tornar-se uma alternativa de cultivo em regiões quentes.

Em relação à eficiência agrônômica, no sistema de cultivo em que a cultura do milho exclusivo foi antecedente ao feijoeiro, foi obtido o valor de 11,74 kg de feijão por kg de N aplicado referente à dose de 40 kg ha⁻¹ de N, ocorrendo desempenho decrescente em função de doses crescentes de N (Figura 7). Por outro lado, no feijoeiro cultivado em sucessão a braquiária exclusiva, a eficiência agrônômica manteve-se constante, apresentando incremento médio de 3,8 kg de grãos por kg de N aplicado. Para o sistema consorciado, foram obtidos os valores de 0,04 e 2,85 kg de feijão por kg de N aplicado mediante a dose de 40 e 160 kg ha⁻¹ de N, respectivamente, demonstrando desempenho crescente em função das doses de N aplicadas. Os resultados demonstram que a eficiência de uso de nitrogênio pelo feijoeiro variou com as doses de N empregadas e com o sistema de cultivo adotado. Avaliando a resposta de cultivares de feijoeiro comum em função da adubação nitrogenada em cobertura, no sistema de plantio direto, Fornasieri Filho et al. (2007) relataram que a eficiência agrônômica diminuiu à medida que ocorreu incremento das doses de nitrogênio, sendo que, na dose de 50 kg ha⁻¹ em cobertura, o incremento de kg de grãos de feijão por kg de nitrogênio aplicado foi maior para

ambas as cultivares de feijoeiro (IAC Una e Pérola), avaliadas em dois anos de experimentação.

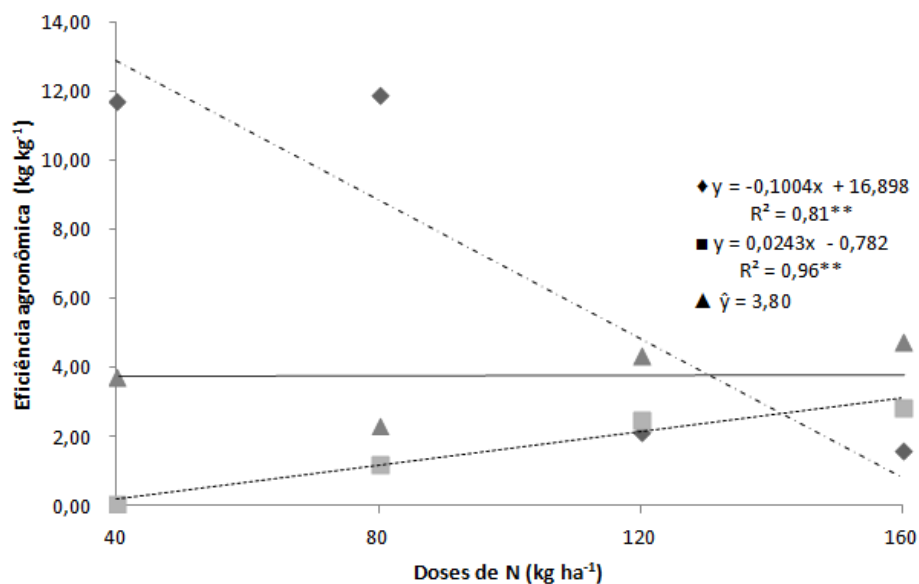


Figura 7. Eficiência agrônômica do feijoeiro, cultivar IAC Formoso, conduzido com aplicação de doses de nitrogênio (N) em sucessão a milho exclusivo (◆), consórcio milho + *U. ruziziensis* (■) e *U. ruziziensis* exclusiva (▲) em Jaboticabal-SP, 2012.

Dentre os atributos tecnológicos do grão de feijão, o elevado rendimento de peneira associado à alta massa de grãos são características de grande importância para o feijão tipo carioca, uma vez que o mercado consumidor tem preferência por grãos graúdos com rendimento de peneira, maior e igual a 12, superior a 70%, sendo a cultivar Pérola considerada o padrão de comercialização no Brasil. Até o final da década de 90, o tamanho de grão considerado padrão era o que apresentava a maior porcentagem de grãos retidos entre as peneiras 11 e 12. Com o surgimento da cultivar Pérola, o consumidor passou a exigir grãos maiores, com rendimento peneira acima de 12 (CARBONELL et al., 2010b).

Foi observado efeito significativo pelo Teste F no sistema de cultivo antecedente para grãos retidos nas peneiras: 10, 11, 13 e maior e igual 12 (Tabela 6). Devido à massa de grãos ser uma característica de grande influência no rendimento de peneira (FARINELLI; LEMOS, 2010), o sistema de cultivo com *U. ruziziensis* exclusiva também se destacou em relação a porcentagem de grãos

grãos, ou seja, para o feijoeiro cultivado em sucessão a forrageira exclusiva houve maior rendimento nas peneiras 13, 14 e maior e igual a 12. Os efeitos benéficos da palhada de Poaceas forrageiras na ciclagem de nutrientes (KLUTHCOUSKI; OLIVEIRA; AIDAR, 2009) e na formação e estabilização dos agregados do solo (STONE; SILVEIRA, 1999) favoreceram o desenvolvimento dos grãos do feijoeiro cultivado em sucessão a *U. ruziziensis* exclusiva.

Tabela 6. Rendimento de peneira (RP) 10, 11, 12, 13, 14, 15 e maior e igual a 12 do feijoeiro, cultivar IAC Formoso, conduzido com aplicação de doses de nitrogênio em cobertura em sucessão à milho exclusivo, consórcio de milho + *U. ruziziensis* e *U. ruziziensis* exclusiva, em Jaboticabal – SP, 2012⁽¹⁾.

Tratamentos	RP10	RP11	RP12	RP13	RP14	RP15	RP≥12
Sistema de cultivo (S)							
Milho	4,6a	15,9a	23,8	33,2c	14,9b	3,7	75,6c
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	3,6b	14,6a	24,7	36,4b	15,0b	3,0	79,1b
<i>U. ruziziensis</i>	2,7c	11,6b	21,9	38,8a	18,9a	4,2	83,8a
CV (%)	9,49	10,38	12,23	3,34	21,63	38,43	2,32
Dose de N (kg ha ⁻¹) (D)							
0	3,6	15,7	26,1	36,5	12,9	2,3	77,9
40	3,4	15,6	26,5	36,1	13,5	2,5	78,6
80	3,2	12,8	23,7	38,8	16,2	3,0	81,6
120	3,6	12,7	21,5	35,8	18,7	4,8	80,8
160	4,3	13,1	19,6	33,5	20,0	5,4	78,6
CV (%)	25,80	19,49	13,32	9,63	22,04	42,11	5,28
Teste F							
S	119,4**	34,88**	3,82 ^{ns}	81,53**	6,32 ^{ns}	2,93 ^{ns}	73,32**
D	1,81 ^{ns}	2,91*	7,93**	2,68 ^{ns}	6,82**	7,73**	1,33 ^{ns}
S x D	0,70 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,44 ^{ns}	0,73 ^{ns}	0,77 ^{ns}	0,77 ^{ns}	0,42 ^{ns}

⁽¹⁾ Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

*, ** significativo a 5 e 1% de probabilidade e ^{ns} - não significativo pelo teste F.

Sob sistema de semeadura direta em implantação, Fiorentin et al. (2012) avaliando a influência da palhada de cultivos antecessores no feijoeiro verificaram que maior rendimento de peneira também foi obtido no feijoeiro colhido sobre a sucessão com *U. ruziziensis* não consorciada em relação ao do colhido na sucessão com milho exclusivo, contribuindo para a obtenção de 68,8% de rendimento no somatório das peneiras acima e igual a de número 12.

Em relação às doses de N foram observadas diferença, por meio do teste F, somente no rendimento das peneiras 11, 12, 14 e 15. Observa-se que a aplicação

de doses elevadas de N, em cobertura, também favoreceu o desenvolvimento de grãos graúdos. Os resultados demonstram que a porcentagem dos grãos nas peneiras de tamanho 11 e 12 diminuiu em função da aplicação de doses crescentes de fertilizante nitrogenado, demonstrando um comportamento linear decrescente com o incremento do N aplicado em cobertura (Figura 8 e 9). Por outro lado, destaca-se que o rendimento nas peneiras 14 e 15 aumentou linearmente, demonstrando influencia positiva do N no tamanho de grãos (Figuras 10 e 11), ou seja, maior suprimento de N ao feijoeiro, por meio da adubação, favorece maior translocação de fotoassimilados para o enchimento das vagens. Resultados semelhantes foram obtidos por Mingotte (2011). O autor demonstrou que o emprego de doses elevadas de nitrogênio no feijoeiro, em sucessão *U. ruziziensis*, proporciona o desenvolvimento de grãos maiores. Crusciol et al. (2003) também demonstraram haver efeito significativo do adubo nitrogenado no tamanho de grãos. Os autores observaram aumento na proporção de grãos retidos nas peneiras 17 e 18, ou seja, aumentou a proporção de grãos maiores. Coelho et al. (2007) relataram que o tamanho dos grãos pode ser utilizado como parâmetro para definir a capacidade do grão absorver água.

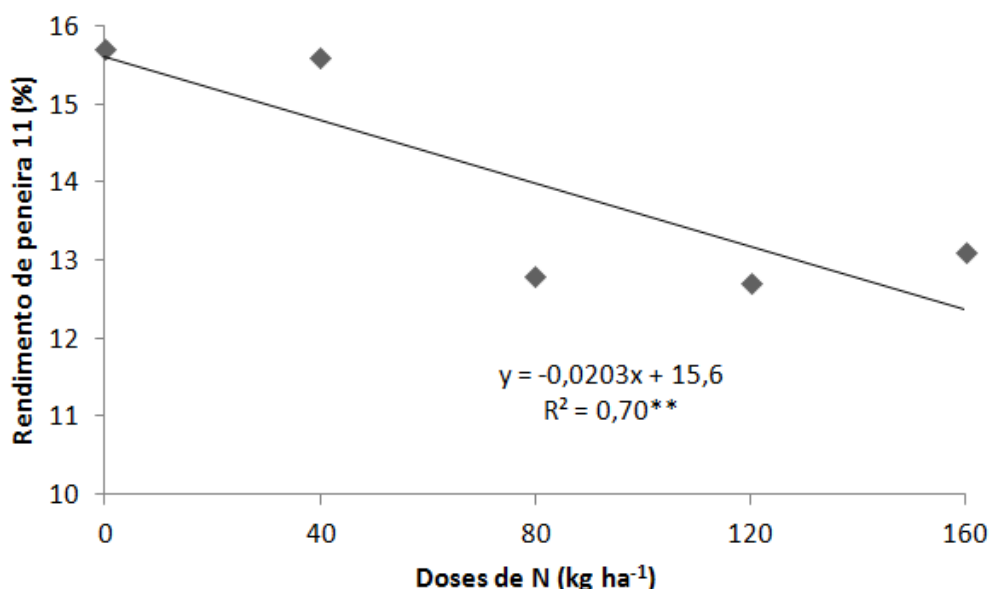


Figura 8. Efeito da adubação nitrogenada no rendimento de peneira número 11 no feijoeiro, cultivar IAC Formoso, conduzido com aplicação de doses de nitrogênio em cobertura, em sucessão milho e *U. ruziziensis* em Jaboticabal – SP, 2012.

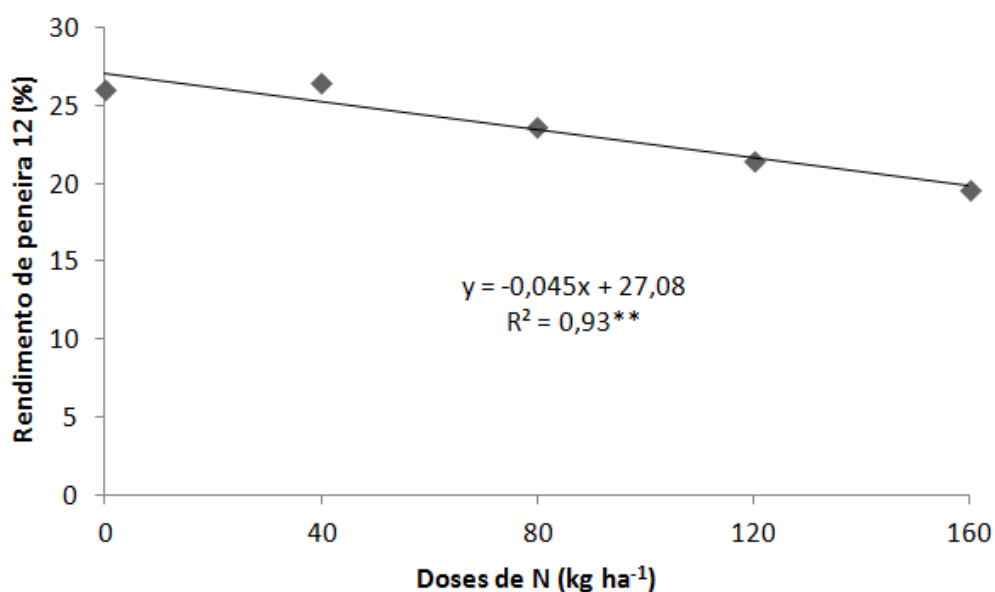


Figura 9. Efeito da adubação nitrogenada no rendimento de peneira número 12 no feijoeiro, cultivar IAC Formoso, conduzido com aplicação de doses de nitrogênio em cobertura, em sucessão milho e *U. ruziziensis* em Jaboticabal – SP, 2012.

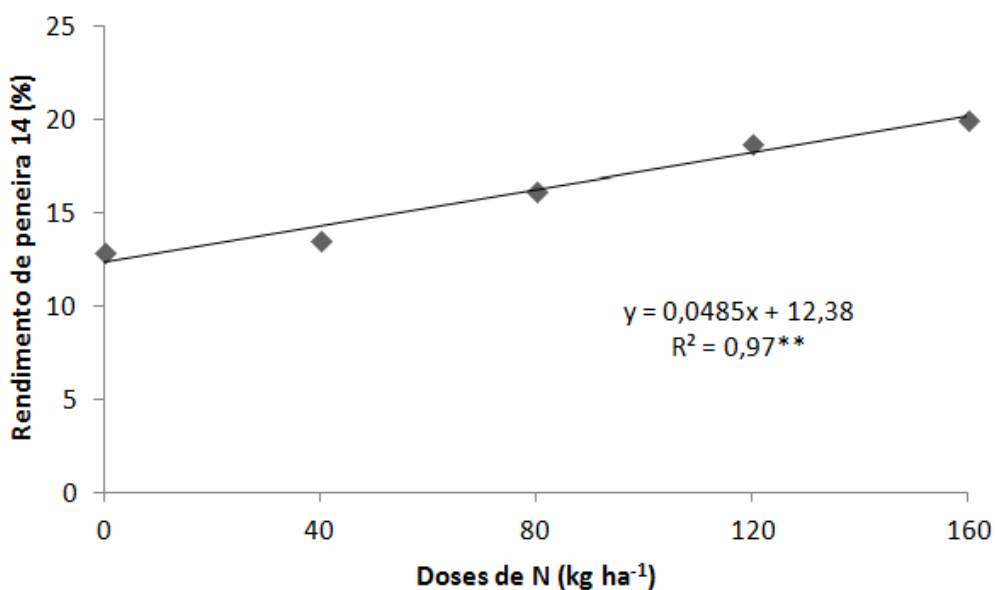


Figura 10. Efeito da adubação nitrogenada no rendimento de peneira número 14 no feijoeiro, cultivar IAC Formoso, conduzido com aplicação de doses de nitrogênio em cobertura, em sucessão milho e *U. ruziziensis* em Jaboticabal – SP, 2012.

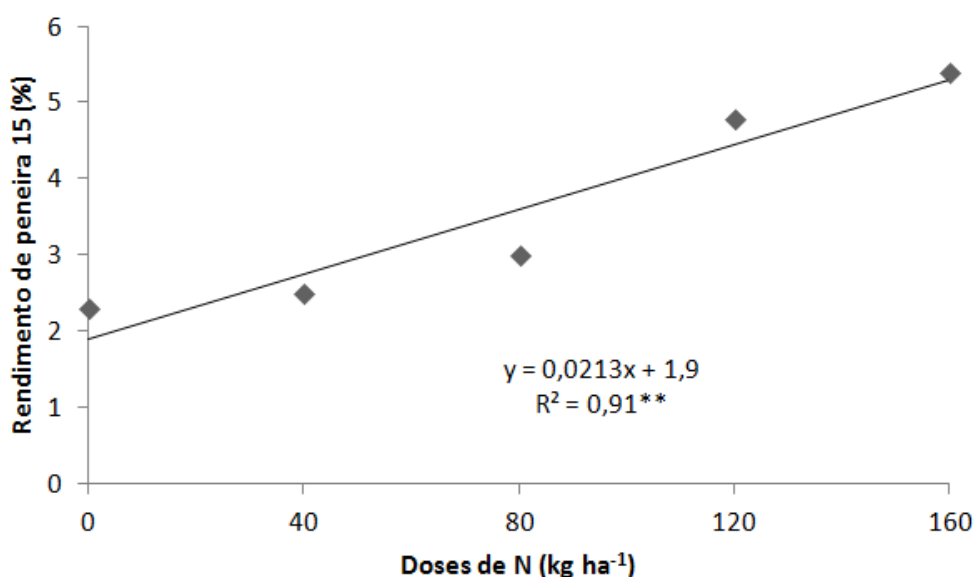


Figura 11. Efeito da adubação nitrogenada no rendimento de peneira número 15 no feijoeiro, cultivar IAC Formoso, conduzido com aplicação de doses de nitrogênio em cobertura, em sucessão milho e *U. ruziziensis* em Jaboticabal – SP, 2012.

O teor de proteína bruta nos grãos não sofreu influência dos sistemas de cultivo e das doses de N em cobertura, apresentando pequena variação numérica entre 191,4 e 201,5 g kg⁻¹ (Tabela 7). Como o nitrogênio é o elemento químico essencial para a produção de aminoácidos, os quais resultam na formação das proteínas (MARSCHNER, 1995), destaca-se que mesmo sem aplicação de N em cobertura houve suprimento adequado desse nutriente a cultura. Esses resultados podem ser justificados pela liberação do N acumulado na palhada, decomposta durante o ciclo do feijoeiro, bem como ao processo de inoculação natural de microrganismos presentes no solo, por meio da fixação biológica de N₂ atmosférico, sendo suficiente para a demanda de N por parte dos grãos do feijão (FANCELLI, 2009). Resultados semelhantes foram encontrados por Fiorentin et al. (2011) e Mingotte (2011) trabalhando com sistema de cultivo e dose de N no primeiro e segundo ano após a implantação do SPD.

A relação de hidratação não foi influenciada pelos sistemas de cultivo e doses de N, sendo que após 12 horas de embebição, os valores obtidos foram próximos a dois. Pode-se afirmar que, após o período de embebição, os grãos absorveram massa de água semelhante à sua massa inicial, concordando com os resultados de Silva, Lemos e Tavares (2006) e Farinelli e Lemos (2010).

Tabela 7. Proteína bruta e relação de hidratação do feijoeiro, cultivar IAC Formoso, conduzido com aplicação de doses de N em sucessão a milho exclusivo, consórcio milho + *U. ruziziensis* e *U. ruziziensis* exclusiva em Jaboticabal - SP, 2012⁽¹⁾.

Tratamentos	Proteína bruta (g kg ⁻¹)	Relação de hidratação
Sistema de cultivo (S)		
Milho	199,2	2,04
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	191,4	2,05
<i>U. ruziziensis</i>	201,5	2,06
CV (%)	6,16	0,50
Dose de N (kg ha ⁻¹) (D)		
0	191,5	2,05
40	194,6	2,05
80	200,6	2,04
120	198,7	2,05
160	201,5	2,06
CV (%)	7,64	0,82
Teste F		
S	2,84 ^{ns}	6,88 ^{ns}
D	0,70 ^{ns}	2,29 ^{ns}
S x D	0,70 ^{ns}	1,46 ^{ns}

⁽¹⁾ ns - não significativo pelo teste F.

Em relação ao tempo para máxima hidratação dos grãos de feijão (Tabela 8), para a maioria dos tratamentos, o tempo de embebição dos grãos variou de 6 horas e 37 minutos a 7 horas e 21 minutos. O maior período para máxima hidratação (11 horas e 48 minutos) foi alcançado no sistema em sucessão a milho consorciado com *U. ruziziensis*, utilizando-se a dose de 120 kg de N ha⁻¹. Os respectivos resultados podem ser considerados adequados, uma vez que na culinária brasileira, os grãos de feijão são macerados, através do processo de embebição dos grãos em água na noite anterior ao cozimento (FARINELLI; LEMOS, 2010; FIORENTIN et al., 2011; MINGOTTE, 2011). Nos demais tratamentos não foram alcançados o tempo para a máxima hidratação, ou seja, ocorreu à necessidade de ultrapassar 12 horas para se atingir o período máximo de maceração dos grãos de feijão. Rodrigues et al. (2005) constataram haver uma relação direta entre a capacidade de absorção da água pelos grãos e o tempo de cozimento, ou seja, pode ser um bom indicativo do tempo de cocção. Os resultados ressaltam a necessidade de pesquisas agrícolas nessa linha de investigação, visando diagnosticar a influência de sistemas de cultivo e práticas agrônômicas nas características tecnológicas do produto.

Tabela 8. Tempo para máxima hidratação (TH em hora:minuto) dos grãos do feijoeiro, cultivar IAC Formoso, conduzido com aplicação de doses de N em sucessão a milho exclusivo, consórcio milho + *U. ruziziensis* e *U. ruziziensis* exclusiva em Jaboticabal - SP, 2012.

Tratamentos		Equação de regressão ⁽¹⁾	R ²	TH (h:m)
Sistema de cultivo	Dose de N (kg ha ⁻¹)			
Milho	0	$y = 0,0534x + 20,518$	0,71*	-
	40	$y = -0,0002x^2 + 0,1623x + 9,07$	0,92**	6:46
	80	$y = -0,0002x^2 + 0,1624x + 9,81$	0,92**	6:46
	120	$y = -0,0002x^2 + 0,1746x + 7,52$	0,94**	7:17
	160	$y = -0,0002x^2 + 0,1655x + 9,62$	0,90**	6:54
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	0	$y = -0,0002x^2 + 0,1672x + 9,48$	0,91**	6:58
	40	$y = -0,0002x^2 + 0,1623x + 10,86$	0,88**	6:46
	80	$y = -0,0002x^2 + 0,1617x + 10,46$	0,90**	6:44
	120	$y = -0,0001x^2 + 0,1415x + 8,42$	0,92**	11:48
	160	$y = -0,0002x^2 + 0,1765x + 8,48$	0,93**	7:21
<i>U. ruziziensis</i>	0	$y = -0,0002x^2 + 0,1587x + 11,51$	0,88**	6:37
	40	$y = -0,0002x^2 + 0,1609x + 11,54$	0,88**	6:42
	80	$y = 0,053x + 21,44$	0,70*	-
	120	$y = -0,0002x^2 + 0,1616x + 9,91$	0,90**	6:44
	160	$y = -0,0002x^2 + 0,162x + 9,69$	0,91**	6:45

⁽¹⁾ x = tempo para a hidratação (minutos) e y = quantidade de água absorvida (mL). R² = coeficiente de determinação.

O tempo para cocção foi influenciado pelos sistemas de cultivo e doses de N aplicadas em cobertura (Figura 12). Com o aumento das doses de N houve redução no tempo de cozimento para o feijoeiro em sucessão a milho exclusivo. Nesse sistema de cultivo, pode-se pressupor que a adubação nitrogenada tenha atuado no grau de resistência do tegumento dos grãos, diminuindo a rigidez dessa estrutura. Kikuti et al. (2006) ressaltaram a possibilidade da adubação utilizada no feijoeiro propiciar uma maior quantidade de nutrientes voláteis ou solúveis nos grãos do feijoeiro, que favorecem o processo de cocção. Desempenho semelhante foi observado por Farinelli e Lemos (2010), Fiorentin et al. (2011) e Mingotte (2011), onde verificaram que com o aumento das doses de N aplicadas em cobertura houve redução no tempo para cozimento, variando de 23 a 26 minutos, de 30 a 36 minutos e de 33 a 39 minutos, respectivamente, utilizando as cultivares Pérola nos dois primeiros trabalhos e a IPR Juriti no último. No entanto, o menor tempo de cocção foi observado no sistema de cultivo com *U. ruziziensis* exclusiva, onde os dados não se ajustaram a nenhum modelo matemático, apresentando valor médio de 811

segundos (aproximadamente 14 minutos). Destaca-se que de acordo com a classificação de Proctor e Watts (1987) os grãos apresentaram rápida cocção.

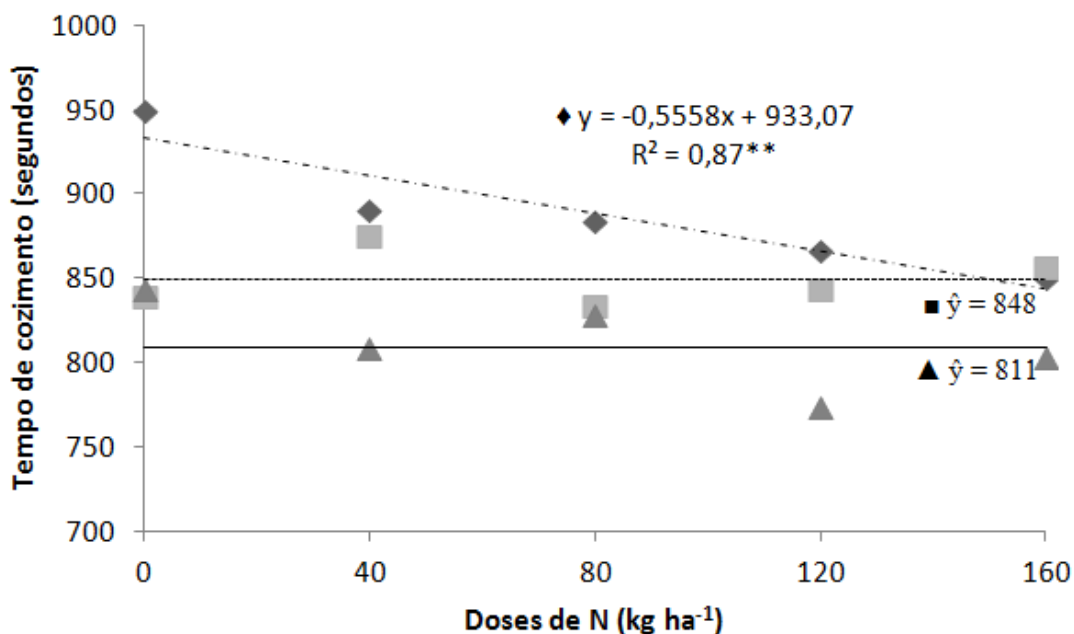


Figura 12. Tempo de cozimento de grãos do feijoeiro, cultivar IAC Formoso, conduzido com aplicação de doses de nitrogênio (N) em sucessão a milho exclusivo (◆), consórcio milho + *U. ruziziensis* (■) e *U. ruziziensis* exclusiva (▲) em Jaboticabal-SP, 2012.

5. CONCLUSÕES

1. O consórcio com *U. ruziziensis* não influencia a produtividade de grãos de milho.

2. A adoção do consórcio *U. ruziziensis* + milho permite formação de palhada e adequado recobrimento da superfície do solo visando o cultivo do feijoeiro em sucessão.

3. A adubação nitrogenada em cobertura influencia na produtividade do feijoeiro em sucessão a *U. ruziziensis* exclusiva e milho consorciado com *U. ruziziensis*.

4. O feijoeiro em sucessão ao sistema de cultivo com *U. ruziziensis* exclusiva permite a obtenção de maior massa de grãos e rendimento de peneira maior e igual a 12.

5. O tempo de cozimento dos grãos é diminuído em função das doses de N empregadas no feijoeiro em sucessão a milho exclusivo.

6. O feijoeiro semeado em agosto em Jaboticabal (SP) é viável agronomicamente em condições irrigadas e adequadas práticas de manejo, como o cultivo em plantio direto na palha.

6. REFERÊNCIAS

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**, New York, v. 43, n. 1, p. 150-151, 2000.

AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J. Realidade versus sustentabilidade na produção do feijoeiro comum. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. **Fundamentos para uma agricultura sustentável, com ênfase na cultura do feijoeiro**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2009. p. 21-33.

AIDAR, H. Características da cultura. In: EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. **Cultivo do feijoeiro comum (Sistema de Produção)**. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 25 jun. 2012.

ALVARENGA, R. C.; CABEZAS, W. A. L.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 25-36, 2001.

ALVAREZ, A.C.; ARF, O.; ALVAREZ, R.C.F.; PEREIRA, J.C.R. Resposta do feijoeiro à aplicação de doses e fontes de nitrogênio em cobertura no sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum Biological**, Maringá, v. 27, n. 1, p. 69-75, 2005.

AMBROSANO, E.J.; WUTKE, E.B.; BULISANI, E.A.; CANTARELLA, H. Feijão. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C.(Ed.). **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, 1997, p.194-195. (Boletim Técnico, 100).

ANDRADE, R.S.; STONE, L.F.; SILVEIRA, P.M. Culturas de cobertura e qualidade física de um Latossolo em plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 4, p. 411-418, 2009.

ARF, M.V.; BUZETTI, S.; ARF, O.; KAPPES, C.; FERREIRA, J.P.; GITTI, D.C.; YAMAMOTO, C.J.T. Fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em feijoeiro de inverno sob sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 3, p. 430-438, 2011.

BATISTA, K.; DUARTE, A.P.; CECCON, G.; DE MARIA, I.C.; CANTARELLA, H. Acúmulo de matéria seca e de nutrientes em forrageiras consorciadas com milho safrinha em função da adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1154-1160, 2011.

BAYER, C. Manejo da fertilidade do solo na cultura do milho. In: BRESOLIN, M., **Contribuições para a cultura do milho para o Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Fundação de Ciência e Tecnologia, 1993. p. 71-93.

BINOTTI, F.F.S.; ARF, O.; CARDOSO, E.D.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S.; NASCIMENTO, V. Fontes e doses de nitrogênio em cobertura no feijoeiro de inverno irrigado no sistema de plantio direto. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 5, p. 770-778, 2010.

BINOTTI, F.F.S.; ARF, O.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S.; ALVAREZ, A.C.C.; KAMIMURA, K.M. Fontes, doses e modo de aplicação de nitrogênio em feijoeiro no sistema plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 2, p. 473-481, 2009.

BOER, C.A.; ASSIS, R.L.; 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, n. 9, p. 1269-1276, 2007.

BORDIN, L.C.; COELHO, C.M.M.; SOUZA, C.A.; ZILIO, M. Diversidade genética para a padronização do tempo e percentual de hidratação preliminar ao teste de cocção de grãos de feijão. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 4, p. 890-896, 2010.

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, n. 2, p. 163-171, 2007.

BRASIL - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária – Brasília: MAPA/ACS, 2009.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Ed.) **Fertilidade do solo**. 1. Ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007, v. 1, p. 375-470.

CARBONELL, S.A.M.; CHIORATO, A.F.; CARVALHO, C.R.L.; RAMOS JUNIOR, E.U.; ITO, M.A.; BORGES, W.L.B.; TICELLI, M.; SANTOS, N.C.B.; GALLO, P.B. IAC Formoso: new carioca common bean cultivar. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 10, n. 4, p. 374-376, 2010a.

CARBONELL, S.A.M.; CHIORATO, A.F.; GONÇALVES, J.G.R.; PERINA, E.F.; CARVALHO, C.R.L. Tamanho de grão comercial em cultivares de feijoeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 10, p. 2067-2073, 2010b.

CARDOSO, F.P. SPD, técnica a serviço da sustentabilidade. **Revista Visão Agrícola**, v.9, Ed. Plantio Direto. Piracicaba: USP/ESALQ, 2009.

CARDOSO, S.M. **Fontes e doses de nitrogênio na nutrição, produção e qualidade do feijoeiro**. 2011. 65 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.

CARNEIRO, M.A.C.; ASSIS, P.C.R.; MELO, L.B.C.; PEREIRA, H.S.; PAULINO, H.B.; SILVEIRA NETO, A.N. Atributos bioquímicos em dois solos de cerrado sob diferentes sistema de manejo e uso. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 38, n. 4, p. 276-283, 2008.

CARVALHO, G.J.; CARVALHO, M.P.; FREDDI, O.S.; MARTINS, M.V. Correlação da produtividade do feijão com a resistência à penetração do solo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 3, p. 765-771, 2006.

CARVALHO, R.P.; PINHO, R.G.V.; DAVIDE, L.M.C. Desempenho de cultivares de milho quanto à eficiência de utilização de nitrogênio. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 10, n. 2, p. 108-120, 2011.

CARVALHO, M.A.C.; FURLANI JUNIOR, E.; ARF, O.; SÁ, M.E.; PAULINO, H.B.; BUZZETTI, 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, n. 3, p. 445-450, 2003.

CECCON, G.; MATOSO, A. O.; PEDROSO, F. F.; NETO NETO, A. L.; FIGUEIREDO, P. G.; PALOMBO, L. Crescimento inicial de forrageiras perenes e milho em dois níveis de fertilidade de um Latossolo Vermelho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2009, Fortaleza-CE. **O solo e a produção de bioenergia: perspectivas e desafios**. Anais... Fortaleza: SBCS: UFC, 2009.

CHIODEROLI, C.A.; MELLO, L.M.M.; GRIGOLLI, P.J.; SILVA, J.O.R.; CESARIN, A.L. Consorciação de braquiárias com milho outonal em plantio direto sob pivô central. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 1101-1109, 2010.

CHIODEROLI, C.A.; MELLO, L.M.M.; HOLANDA, H.V.; FURLANI, C.E.A.; GRIGOLLI, P.J.; SILVA, J.O.R.; CESARIN, A.L. Consórcio de *Urochloas* com milho em sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 10, p. 1804-1810, 2012.

COELHO, C.M.M.; SOUZA, C.A.; DANELLI, A.L.D.; PEREIRA, T.; SANTOS, J.C.P.; PIAZZOLI, D. Capacidade de cocção de grãos de feijão em função do genótipo e da temperatura da água de hidratação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1080-1086, 2008.

COELHO, C.M.M.; ZÍLIO, M.; PIAZZOLI, D.; FARIAS, F.L.; SOUZA, C.A.; BORTOLUZZI, R.L.C. Influência das características morfológicas e físicas dos grãos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) na sua capacidade de hidratação e cocção. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 105-107, 2007.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, terceiro levantamento, dezembro 2012**. Brasília: Conab, 2012.

COSTA, H.J.U.; JANUSCKIEWICZ, E.R.; OLIVEIRA, D.C.; MELO, E.S.; RUGGIERI, A.C. Massa de forragem e características morfológicas do milho e da *Brachiaria brizantha* cv. Piatã cultivados em sistemas de consórcio. **Ars Veterinaria**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 134-143, 2012.

COSTA, R.S.S.; ARF, O.; ORIOLI JÚNIOR, V.; BUZETTI, S. População de plantas e nitrogênio para o feijoeiro cultivado em sistema de plantio direto. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 4, p. 39-45, 2009.

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

CRUSCIOL, C. A. C.; BORGHI, E.; GUARAGNA, J. G.. Alterações na Fertilidade do Solo após Dois Anos de Integração Agricultura – Pecuária. In: XXVII REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO (FERTBIO). Bonito, 2006. **Resumos...** Bonito: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. (CD-ROM).

CRUSCIOL, C.A.C.; LIMA, E.D.; ANDREOTTI, M.; NAKAGAWA, J.; LEMOS, L.B.; MARUBAYASHI, O.M. Efeito do nitrogênio sobre a qualidade fisiológica, produtividade e características de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 25, n. 1, p. 108-115, 2003.

CRUSCIOL, C.A.C.; MORO, E.; LIMA, E.V.; ANDREOTTI, M. Taxas de decomposição e de liberação de macronutrientes da palhada de aveia preta em plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 481-489, 2008.

CUNHA, P.C.R.; SILVEIRA, P.M.; XIMENES, P.A.; SOUZA, R.F.; ALVES JÚNIOR, J.; NASCIMENTO, J.L. Fontes, formas de aplicação e doses de nitrogênio em feijoeiro irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 1, p. 80-86, 2011.

DALLA CORTE, A.; MODA-CIRINO, V.; SCHOLZ, M. B. S.; DESTRO, D. Environment effect on grain quality in early common bean cultivars and lines. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 3, n. 3, p. 193-202, 2003.

DAN, H.A.; OLIVEIRA JÚNIOR, R.S.; CONSTANTIN, J.; DAN, L.G.M.; BRAZ, G.B.P.; BALBINOT, E.; SOUSA, F.G.; REIS, R.H.P. Controle de plantas daninhas em sistemas de cultivo consorciados. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Maringá, v. 11, n. 1, p. 108-118, 2012.

DIDONET, A.D.; VITÓRIA, T.B. Resposta do feijoeiro comum ao estresse térmico aplicado em diferentes estágios fenológicos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 36, n. 3, p. 199-204, 2006.

DURIGAN, J.F. **Influência do tempo e das condições de estocagem sobre as propriedades químicas, físico-mecânicas e nutricionais do feijão mulatinho (*Phaseolus vulgaris* L.)** 1979. 81f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade de Campinas, Campinas, 1979.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2006. 306 p.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. **Advances in Agronomy**, New York, v. 88, n. 1, p. 97-185, 2005.

FANCELLI, A.L. Pesquisas certificam espécies para rotação de culturas. **Revista Visão Agrícola**, Ed. Plantio Direto. Piracicaba: USP/ESALQ, n. 9, p. 17-20, 2009.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT 2009. Disponível em: < <http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 08 mai. de 2011.

FARIA, R.T. Água como fator de produção. In: CASÃO JÚNIOR, R.; SIQUEIRA, R.; MEHTA, Y.R.; PASSINI, J.J. **Sistema de plantio direto com qualidade**. Londrina: IAPAR; Foz do Iguaçu: ITAIPU Binacional, 2006. p. 29-37.

FARINELLI, R.; LEMOS; L.B. Produtividade, eficiência agrônômica, características nutricionais e tecnológicas do feijão adubado com nitrogênio em plantio direto e convencional. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 1, p. 165-172, 2010.

FARINELLI, R.; LEMOS, L. B.; PENARIOL, F. G.; EGÉA, M. M.; GASPAROTO, M. G. Adubação nitrogenada de cobertura no feijoeiro em plantio direto e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 2, p. 307-312, 2006.

FERNÁNDEZ, F.; GEPTS, P.; LÓPEZ, M. Etapas de desarrollo en la planta del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). In: LÓPEZ, M.; FERNÁNDEZ, F.; SCHOONHOVEN, A. van. **Frijol: investigación y producción**. Cali: CIAT, 1985. p. 61-78.

FIDELIS, R.R.; ROCHA, R.N.C.; LEITE, U.T.; TANCREDI, F.D. Alguns aspectos do plantio direto para a cultura da soja. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 19, n. 1, p. 23-31, 2003.

FIORENTIN, C.F. **Influência da adubação nitrogenada no cultivo do feijoeiro em sucessão ao milho e à braquiária em sistema de semeadura direta**. 2011. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2011.

FIorentin, C.F.; LEMOS, L.B.; JARDIM, C.A.; FORNASIERI FILHO, D. Formação e manutenção de palhada de gramíneas concomitante a influencia da adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro irrigado em sistema de semeadura direta. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 4, p. 917-924, 2011.

FIorentin, C.F.; LEMOS, L.B.; JARDIM, C.A.; FORNASIERI FILHO, D. Adubação nitrogenada de cobertura no feijoeiro de inverno-primavera em três sistemas de cultivo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, supl. 1, p. 2825-2836, 2012.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 2007. 576p.

FORNASIERI FILHO, D.; XAVIER, M.A.; LEMOS, L.B.; FARINELLI, R. Resposta de cultivares de feijoeiro comum à adubação nitrogenada em sistema de plantio direto. **Científica**, Jaboticabal, v. 35, n. 2, p. 115-121, 2007.

FRANCISCO, A. D. M. **Eficiência de fontes de nitrogênio e enxofre na composição químico-bromatológica e algumas características agrônômicas da cultura do milho (*Zea mays* L.) em sistema de plantio direto**. 2008. 129 f. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Produtividade Animal), Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2008.

FURTINI, I.V.; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B.; FURTINI NETO, A.E. Resposta diferencial de linhagens de feijoeiro ao nitrogênio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 6, p. 1696-1700, 2006.

GOMES JÚNIOR, F.G.; LIMA, E.R.; LEAL, A.J.F.; MATOS, F.A.; SÁ, M.E.; HAGA, K.I. Teor de proteína em grãos de feijão em diferentes épocas e doses de cobertura nitrogenada. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 3, p. 455-459, 2005.

HANGROVE, W.L. Soil, environmental, and management factors influencing ammonia volatilization under field conductions. In: BOOK, B.R.; KISSEL, D.E. (Eds.). **Ammonia volatilization from urea fertilizers**. Muscle Shoals, National Fertilizers Development Center. Tennessee Valley Authority, 1988. p.17-36.

JAKELAITIS, A.; DANIEL, T.A.D.; ALEXANDRINO, E.; SIMÕES, L.P.; SOUZA, K.V.; LUDTKE, J. Cultivares de milho e de gramíneas forrageiras sob monocultivo e consorciação. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 4, p. 380-387, 2010.

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, n. 1, p. 125-133, 2010.

KIKUTI, H.; ANDRADE, M.J.B.; KIKUTI, A.L.P.; PEREIRA, C.E. Qualidade de sementes de genótipos de feijão em função da adubação. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 37, n. 1, p. 37-43, 2006.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Implantação, condução e resultados obtidos com o Sistema Santa Fé. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.) **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 407-441.

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

KLUTHCOUSKI, J.; OLIVEIRA, P.; AIDAR, H. Rotação com pastagens é alternativa para o sistema plantio direto. **Revista Visão Agrícola**, Ed. Plantio Direto. Piracicaba: USP/ESALQ, n. 9, p. 21-24, 2009.

LAFLEN, J. M.; AMEMIYA, A.; HINTZ, E. A. Measuring crop residues cover. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v. 36, n. 6, p. 341-343, 1981.

LAJOLO, F.M.; GENOVESE, M.I.; MENEZES, E.W. Qualidade nutricional. In: ARAUJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p. 23-56

LARA CABEZAS, W.A.R. Manejo de gramíneas cultivadas em forma exclusiva e consorciada com *Brachiaria ruziziensis* e eficiência do nitrogênio aplicado em cobertura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 10, n. 2, p. 130-145, 2011.

LEMO, L.B.; OLIVEIRA, R.S.; PALOMINO, E.C.; SILVA, T.R.B. Características agronômicas e tecnológicas de genótipos de feijão do grupo comercial Carioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 4, p. 319-326, 2004.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafós, 2 ed., ver. e atual. p. 148-241, 1997.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plant**. 2. ed. New York: Academic Press, 1995. 889 p.

MAROCHI, A. I. Manejo de plantas de cobertura no sistema plantio direto. **Informações Agronômicas**, n. 116, p. 4-5, 2006.

MATEUS, G.P.; CRUSCIOL, C.A.C.; BORGHI, E.; PARIZ, C.M.; COSTA, C.; SILVEIRA, J.P.F. Adubação nitrogenada de sorgo granífero consorciado com capim em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1161-1169, 2011.

MELO, L.C.; MELO, P.G.S.; FARIA, L.C.; DIAZ, J.L.C.; DEL PELOSO, M.J.; RAVA, C.A.; COSTA, J.G.C. Interação com ambientes e estabilidade de genótipos de feijoeiro-comum na Região Centro-Sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 5, p. 715-723, 2007.

MEIRELES, E.J.L.; STONE, L.F.; XAVIER, L.S.; MOREIRA, J.A.A. Risco climático do feijão da seca no Estado de Goiás, sob preparo de solo convencional e plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande v. 7, n. 1, p. 116-120, 2003.

MENEZES, L.A.S.; LEANDRO, W.M.; OLIVEIRA JÚNIOR, J.P.; FERREIRA, A.C.B.; SANTANA, J.G.; BARROS, R.G. Produção de fitomassa de diferentes espécies, isoladas e consorciadas, com potencial de utilização para cobertura do solo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 1, p. 7-12, 2009.

MINGOTTE, F.L.C. **Adubação nitrogenada no feijoeiro de primavera em sucessão à milho e braquiária em plantio direto**. 2011. 62 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2011.

MUZILLI, O. Manejo do solo em sistema plantio direto. In: CASÃO JÚNIOR, R.; SIQUEIRA, R.; MEHTA, Y.R.; PASSINI, J.J. **Sistema de plantio direto com qualidade**. Londrina: IAPAR; Foz do Iguaçu: ITAIPU Binacional, 2006. p. 9-27;

OLIVEIRA, T.K.; CARVALHO, G.J.; MORAES, R.N.S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 8, p. 1079-1087, 2002.

PACHECO, A.; OLIVEIRA, G.Q.; LOPES, A.S.; BARBOSA, A.S. Manejos de irrigação e nitrogênio na produção do feijoeiro sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 3, p. 323-330, 2012.

PACHECO, L.P.; LEANDRO, W.M.; MACHADO, P.L.O.A.; ASSIS, R.L.; COBUCCI, T.; MADARI, B.E.; PETTER, F.A. Produção de fitomassa e acúmulo e liberação de nutrientes por plantas de cobertura na safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 1, p. 17-25, 2011.

PARIZ, C.M.; ANDREOTTI, M.; TARSITANO, M.A.A.; BERGAMASCHINE, A.F.; BUZETTI, S.; CHIORDEROLI, C.A. Desempenhos técnicos e econômicos da consorciação de milho com forrageiras dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria* em sistema de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Brasília, v. 39, n. 1, p. 360-370, 2009.

PELEGRIN, R. de; 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, n. 1, p. 219-226, 2009.

PEREIRA, R.G.; MEDEIROS, P.V.Q.; CAVALCANTE, M.; CRUZ, S.C.S.; BARROS, E.S. Avaliações de espécies forrageiras como plantas de cobertura sobre os componentes de produção do milho cultivado no sistema plantio direto. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 3, p. 01-04, 2009.

PEREIRA, M.G.; LOSS, A.; BEUTLER, S.J.; TORRES, J.L.R. Carbono, matéria orgânica leve e fósforo remanescente em diferentes sistemas de manejo de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 5, p. 508-514, 2010.

PERINA, E.F.; CARVALHO, C.R.L.; CHIORATO, A.F.; GONÇALVES, J.G.R.; CARBONELL, S.A.M. Avaliação da estabilidade e adaptabilidade de genótipos de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) baseada na análise multivariada da "performance" genotípica. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 398-406, 2010.

PROCÓPIO, S.O.; SANTOS, J.B.; PIRES, F.R.; SILVA, A.A.; MENDONÇA, E.S. Absorção e utilização do nitrogênio pelas culturas da soja e do feijão e por plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 3, p. 365-374, 2004.

PROCTOR, J.R.; WATTS, B.M. Development of a modified Mattson bean cooker procedure based on sensory panel cookability evaluation. **Canadian Institute of Food Science and Technology Journal**, Toronto, v. 20, n. 1, p. 9-14, 1987.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H. Milho para grão e silagem. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Org.). **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. n.100, Campinas: IAC, p.56-59, 1997. Boletim Técnico.

RIBEIRO, N.D.; LONDERO, P.M.G.; CARGNELUTTI FILHO, A.; JOST, E.; POERSCH, N.L.; MALLMANN, C.A. Composição de aminoácidos de cultivares de feijão e aplicações para o melhoramento genético. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 10, p. 1393-1399, 2007.

RICHARDSON, A.E.; BAREA, J.M.; MCNEILL, A.M.; PRIGENT-COMBARET, C. Acquisition of phosphorus and nitrogen in the rhizosphere and plant growth promotion by microorganisms. **Plant and Soil**, Wageningen, v. 321, n. 1, p. 305-339, 2009.

RICHART, A.; PASLAUSKI, T.; NOZAKI, M.H.; RODRIGUES, C.M.; FEY, R. Desempenho de milho safrinha e da *Brachiaria ruziziensis* cv. Comum em consórcio. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 5, n. 4, p. 497-502, 2010.

RIOS, A.O.; ABREU, C. M. P.; CORREA, A.D. Efeito da estocagem e das condições de colheita sobre algumas propriedades físicas, químicas e nutricionais de três cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, supl., p. 39-45, 2003.

RODRIGUES, J.A.; RIBEIRO, N.D.; LONDERO, P.M.G.; CARGNELUTTI FILHO, A.; GARCIA, D.C. Correlação entre absorção de água e tempo de cozimento de cultivares de feijão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 1, p. 209-214, 2005.

ROMANINI JÚNIOR, A.; ARF, O.; BINOTTI, F.; BUZETTI, S.; COSTA, R.; AFONSO, R. Mecanismo de abertura de sulco para deposição do fertilizante e aplicação de nitrogênio em cobertura em feijão de inverno sob plantio direto. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO (CONAFE), 2005, Goiânia-GO. **Anais...** Goiânia: Embrapa, 2005. p.831-833.

SÁ, J.C.M. Nitrogênio: Influência da rotação de culturas e resposta da cultura do milho em solos sob plantio direto. In: Curso Sobre Manejo do Solo No Sistema Plantio Direto. **Anais...** Castro, Fundação ABC, p. 213-227, 1995.

SANT'ANA, E.V.P.; SANTOS, A.B.; SILVEIRA, P.M. Eficiência de uso de nitrogênio em cobertura pelo feijoeiro irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 5, p. 458-462, 2011.

SANT'ANA, E.V.P.; SILVEIRA, P.M. Crescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) influenciado por doses de nitrogênio em cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 38, n. 2, p. 134-140, 2008.

SANT'ANA, E.V.P.; SILVEIRA, P.M.; SANTOS, A.B. Adubação nitrogenada na produtividade, leitura spad e teor de nitrogênio em folhas de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 4, p. 491-496, 2010.

SARAIVA, O.F.; TORRES, E. Estimação da cobertura do solo por resíduos culturais. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1993. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. **Fundamentos para uma agricultura sustentável, com ênfase na cultura do feijoeiro**, 2009. p. 119-147.

SILVA, M. G.; ARF, O.; ALVES, M. C.; BUZETTI, S. Sucessão de culturas e sua influência nas propriedades físicas do solo e na produtividade de feijoeiro de inverno irrigado, em diferentes sistemas de manejo do solo. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 335-347, 2008.

SILVA, T.R.B.; LEMOS, L.B.; CRUSCIOL, C.A.C. Produtividade e características tecnológicas de cultivares de feijão em resposta à calagem superficial em plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 1, p. 196-205, 2011.

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, n. 5, p. 739-745, 2006.

SILVA, V.R.; REICHERT, J.M.; REINERT, D.J. Variação na temperatura do solo em três sistemas de manejo na cultura do feijão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, p. 391-399, 2006.

SILVA, C.C.; SILVEIRA, P.M. Influência de sistemas agrícolas na resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) irrigado à adubação nitrogenada em cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.30, n. 1, p.86-96, 2000.

SILVEIRA, P.M.; BRAZ, A.J.B.P.; KLIEMANN, H.J.; ZIMMERMANN, F.J.P. Adubação nitrogenada no feijoeiro cultivado sob plantio direto em sucessão de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 4, p. 377-381, 2005.

SILVEIRA, P.M.; SILVA, J.H.; LOBO JUNIOR, M.; CUNHA, P.C.R. Atributos do solo e produtividade do milho e do feijoeiro irrigado sob sistema integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1170-1175, 2011.

SIQUEIRA NETO, M.; PICCOLO, M.C.; VENZKE FILHO, S.P.; FEIGL, B.J.; CERRI, C.C. Mineralização e desnitrificação do nitrogênio no solo sob sistema plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 4, p. 923-936, 2010.

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.

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, n. 2, p. 259-265, 2006a.

SORATTO, R.P.; CRUSCIOL, C.A.C.; SILVA, L.M.; LEMOS, L.B. Aplicação tardia de nitrogênio no feijoeiro em sistema de plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 2, p. 211-218, 2005.

SOUZA, E.F.C.; SORATTO, R.P.; PAGANI, F.A. Aplicação de nitrogênio e inoculação com rizóbio em feijoeiro cultivado após milho consorciado com braquiária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 2, p. 370-377, 2011.

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, n. 1, p. 83-91, 1999.

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

TORRES, J.L.R.; PEREIRA, M.G.; FABIAN, A.J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 3, p. 421-428, 2008.

TSUMANUMA, G.M. **Desempenho do milho consorciado com diferentes espécies de braquiária, em Piracicaba, SP**. Piracicaba, 2009a. 100 f. (Mestrado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP, Piracicaba, 2009.

TSUMANUMA, G.M. **Diversas espécies de braquiárias podem compor integração**. In: Visão Agrícola. Ed. Plantio Direto v.9, Piracicaba: USP/ESALQ, 2009b. p. 28-29

VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G.B.; MACEDO, M.C.M.; MARCHÃO, R.L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G.A. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1127-1138, 2011.

WEBER, M.A.; MIELNICZUK, J. Estoque e disponibilidade de nitrogênio no solo em experimento de longa duração. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 429-437, 2009.

WANDER, A.E. Produção e consumo de feijão no Brasil, 1975-2005. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 7-21, 2007.