

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**PARCELAMENTO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA EM
COBERTURA NO FEIJOEIRO EM SUCESSÃO AO MILHO E
Urochloa ruziziensis EM SISTEMA PLANTIO DIRETO**

Celso Antônio Jardim

Engenheiro Agrônomo

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

2013

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**PARCELAMENTO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA EM
COBERTURA NO FEIJOEIRO EM SUCESSÃO AO MILHO E
Urochloa ruziziensis EM SISTEMA PLANTIO DIRETO**

Celso Antônio Jardim

Orientador: Prof. Dr. Leandro Borges Lemos

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

JABOTICABAL - SÃO PAULO - BRASIL

Fevereiro – 2013

FICHA CATALOGRÁFICA

J37p Jardim, Celso Antônio
Parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro
em sucessão ao milho e *Urochloa ruziziensis* em sistema plantio direto /
Celso Antônio Jardim. – – Jaboticabal, 2013
xvi, 57 f. : il. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2013

Orientador: Leandro Borges Lemos

Banca examinadora: Domingos Fornasier Filho, Itamar Andrioli,
Orivaldo Arf, Rogério Farinelli

Bibliografia

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

CDU 631.84:635.652

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Campus de Jaboticabal.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

CELSO ANTÔNIO JARDIM - filho de *Celso Soriano Jardim* e *Matilde da Silva Jardim*, natural de Araraquara estado de São Paulo, nasceu aos 18 de setembro de 1962. Iniciou o ensino fundamental e médio em Araraquara na Escola Estadual Bento de Abreu (E.E.B.A.). Graduado em Agronomia em janeiro de 1987 pela Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, campus de Jaboticabal (UNESP/FCAV). Trabalhou nas empresas Herbitécnica, Mitsui e Takenaka Ouro Verde até 1999.

Foi docente do Colégio Técnico em Agropecuária “José Bonifácio” - UNESP/FCAV entre 1999 e 2008, ministrando as disciplinas denominadas “culturas anuais, culturas perenes, mecanização agrícola, floricultura e horticultura”.

Obteve o título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal) em 2005, pela UNESP/FCAV, tendo como orientador o Professor Dr. *João Carlos Oliveira* e co-orientador o Professor Dr. *Paulo Afonso Belingieri (In memoriam)*. Ingressou no curso de Pós-graduação em Agronomia – Doutorado em Produção Vegetal – em março de 2009, pela mesma instituição, tendo como orientador o Professor Dr. *Leandro Borges Lemos*.

Desde 1989 desenvolve atividades como Perito Judicial no Fórum de Jaboticabal pela 1ª, 2ª e 3ª Vara Cível; e Assistente Técnico da área de meio ambiente, pela promotoria pública - Poder Judiciário do Estado de São Paulo, Comarca de Jaboticabal. Atualmente é docente na função de Professor Associado II na Faculdade de Tecnologia - Centro Paula Souza (FATEC) sendo titular das disciplinas “Produção Vegetal I e II e Gestão Ambiental”, em Jaboticabal e Taquaritinga – SP.

*“Herdarás o solo sagrado e a fertilidade será
transmitida de geração em geração;
Protegerás teus campos contra a erosão e tuas
florestas contra a desolação;
Impedirás que tuas fontes sequem e que teus
campos sejam devastados pelo gado;
Para que teus descendentes tenham abundância
para sempre...”*

“Oração do Agrônomo”

AGRADEÇO

Primeiramente a *Deus*, por meus sonhos realizados, e pela luz mesmo nos momentos mais difíceis de minha vida, me deu força para vencer as dificuldades...

DEDICO

À meus avós paternos (*In memoriam*) Antonio Jardim e Jophesa Jardim e a meus avós maternos Antonio Feliciano da Silva (*In memoriam*) e *Maria Aparecida Silva*, pela própria existência e perseverança, além de transmitirem a dignidade de nossos antepassados...

OFEREÇO

A minha família, em especial a minha esposa Marilda Biscola e minhas filhas Carolina e Gabriela por me apoiarem nos momentos difíceis. Aos meus pais Celso e *Matilde*, pelos valiosos ensinamentos e princípios de vida e por sempre estarem ao meu lado em minhas decisões. À minha irmã Selma Regina Jardim, pelos incentivos que me auxiliaram na busca de meus sonhos. Ao meu amigo e companheiro Fábio Luíz Checchio Mingotte, pelo apoio e importantes momentos compartilhados. Aos meus estimados amigos Ciro Franco Fiorentin, Paulo Eduardo Carnier, Mauro, Mineiro, “Faro Fino”, Sebastião que foram acima de tudo, companheiros nessa jornada, dispostos a ajudar no que fosse preciso...

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

À Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal – FCAV/UNESP, pelos ensinamentos oferecidos;

Ao Professor Dr. Leandro Borges Lemos, pelos importantes ensinamentos, orientação e amizade, e por sempre estar disposto a esclarecer minhas dúvidas;

Aos membros da Comissão Examinadora do Exame Geral de Qualificação, Prof. Dr. Domingos Fornasieri Filho, Prof. Dr. Jairo Osvaldo Cazetta, Prof. Dr. Gustavo Vitti Moro e Prof. Dr. Itamar Andrioli pelas sugestões que ajudaram na melhoria do artigo científico e do projeto; assim como ao Prof. Dr. Orivaldo Arf e Prof. Dr. Rogério Farinelli, pelas oportunas observações e sugestões que resultaram no aperfeiçoamento da presente tese;

Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal) da FCAV/UNESP pela importante contribuição em meu crescimento científico;

Ao Prof. Paulo Eduardo Carnier, que gentilmente cedeu parte da área do Colégio Técnico Agrícola “José Bonifácio” para o desenvolvimento do trabalho experimental;

Aos Professores Dr. João Carlos Oliveira e Dr. Paulo Afonso Belingieri (*In memorium*) pela amizade e ensinamentos de vida e ao companheiro e amigo Engenheiro Agrônomo, MSc. Fábio Luíz Checchio Mingotte pela amizade e apoio;

Aos amigos do Departamento de Zootecnia da FCAV-UNESP, em especial a Professora Dra. Jane Bertocco e Dr. Antonio Carlos Homem Junior, que permitiram a utilização dos equipamentos para a realização das análises químicas de tecido vegetal;

Aos funcionários da Fazenda de Ensino e Pesquisa e Extensão (FEPE) da FCAV, Campus de Jaboticabal, Marcelo Scatolin, “Sr. João”, Vagner Colovatti, Claudiney, Toninho e Paulo, pelo apoio na condução dos trabalhos de campo;

Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal da UNESP/FCAV (Sebastião Nicole, Mauro A. Volpe, “Faro-Fino”, Geraldo, “Tito”, Mônica, “Gabi” e Osmar), pelo apoio e amizade nesses anos de convivência e imensa contribuição nas atividades dos experimentos;

Aos colegas de Pós-Graduação, em especial a Fábio Luíz Checchio Mingotte, Marcela Midori Yada, Ciro Franco Fiorentin, Antônio Carlos de Almeida Carmeis Filho e Tatiana Pagan Loeiro da Cunha, assim como aos colegas estagiários, graduandos em agronomia, Gabriel, Mucuna, Aline Mungo, Guilherme Pozzato Francisco de Souza e Marcela Bonafim Marconatto, pelo admirável convívio e pelas importantes contribuições neste trabalho;

Aos queridos amigos, que estão ao meu lado em todos os momentos, Rita Macri, Claudemir Franco, Gilberto Rodrigues, Simone Scatolin, Janaina e Clodoaldo Cruz;

Aos meus estimados sobrinhos Junior, Wanderson, Camila, Rafael, Gustavo, Daniel, Danilo, Paloma, Patrícia, Priscilla, Roger, Sara e Leonardo;

Aos companheiros de infância José Benedito Marcomini, Jarbas Cesar de Mattos, Luis Claudio Pipoli, Camacho entre outros colegas do E.E.B.A. de Araraquara-SP.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	ix
SUMMARY	xi
LISTA DE TABELAS	xiii
LISTA DE FIGURAS	xvi
1. INTRODUÇÃO	1
2.REVISÃO DE LITERATURA	3
3.MATERIAL E MÉTODOS	13
4.RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5.CONCLUSÕES	46
6.REFERÊNCIAS.....	47

PARCELAMENTO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA NO FEIJOEIRO EM SUCESSÃO AO MILHO E *Urochloa ruziziensis* EM SISTEMA PLANTIO DIRETO

RESUMO – Em regiões de clima quente e chuvoso no verão e seco no inverno a principal dificuldade na implantação do sistema plantio direto é a formação e manutenção de palhada, sendo amplamente difundido o uso de gramíneas como milho e braquiárias. Nessas mesmas regiões, o cultivo do feijoeiro com uso de irrigação torna-se vantajoso devido ao ciclo relativamente curto e elevada rentabilidade na entressafra. No entanto, a formação de palhada pode influenciar na dinâmica do nitrogênio, podendo afetar o desempenho agrônomo da cultura em sucessão. O objetivo do trabalho foi avaliar a influência do parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro cultivado em sucessão a palhadas de milho exclusivo, milho consorciado com *Urochloa ruziziensis* e *U. ruziziensis* exclusiva, no sistema plantio direto. Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados, em parcelas subdivididas, com quatro repetições. As subparcelas foram compostas por dez modos de aplicação do nitrogênio na dose 90 kg ha⁻¹, fornecida em diferentes estádios fenológicos do feijoeiro: V₃ (formação do primeiro trifólio), V₄ (presença da terceira folha trifoliolada) e R₅ (pré-florescimento). O uso de *U. ruziziensis* permite a viabilização do SPD por possibilitar elevada produção de palhada e total recobrimento da superfície do solo, sem influenciar a produtividade do milho quando este é consorciado. Na implantação do sistema plantio direto o desempenho agrônomo do feijoeiro foi similar quando em sucessão ao milho exclusivo, milho consorciado com *Urochloa ruziziensis* ou *U. ruziziensis* exclusiva, mas o parcelamento da adubação nitrogenada influenciou na a produtividade de grãos, com destaque para 30+60+00, 60+30+00, 00+60+30, 45+45+00, 00+45+45 e 45+00+45 no primeiro ano de cultivo e 45+45+00 e 45+00+45 no segundo ano de cultivo, respectivamente. Quanto as características tecnológicas dos grãos do feijoeiro ocorreu influência do sistema de cultivo e do parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura na porcentagem de grãos retidos na peneira 12 e no tempo para cozimento

dos grãos, sendo o menor tempo verificado em sucessão ao milho exclusivo, destacando-se os parcelamentos 60+00+30, 00+90+00 e 45+00+45. O cultivo do feijoeiro semeado em agosto foi viável agronomicamente em função da formação e manutenção de palhada e do recobrimento da superfície do solo promovidos pelo cultivo de milho e *Urochloa ruziziensis* cultivados exclusivamente ou consorciados, com uso de sistema de irrigação por aspersão convencional, promovendo produtividades em torno de 3.000 kg ha⁻¹.

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

NITROGEN SPLIT TOPDRESSING FERTILIZATION IN THE COMMON-BEAN IN SUCCESSION TO MAIZE AND *Urochloa ruziziensis* IN NO-TILLAGE SYSTEM

SUMMARY – The harder difficult to no-tillage system implantation's in regions with warm and humid summer and dry winter is the production and the maintenance of the cover grass. For this reason the maize and brachiaria have been cultivated intercropped with success. In this regions the common-bean crop with sprinkler irrigation becomes interesting because the short cycle and the higher profitability in the inter-harvest period. However, the production of cover grass can make influences in the nitrogen dynamics, and in the agronomic performance of the crop succession. The objective of this study was to evaluate the influence of nitrogen split application in the common-bean in succession to maize exclusive, maize intercropped with *Urochloa ruziziensis* and *U.ruziziensis* exclusive, in no-tillage system implantation. The split plot design was used with four replications, in randomized block. The subplots had been constituted for teen nitrogen split, rate 90 kg ha^{-1} , applied as sidedressing at V_3 , V_4 and R_5 in irrigated common-bean cultivated in the winter-spring season. The *U. ruziziensis* make success in the no-till system implantation, therefore the total cover-grass and recovery production, without unimproved the maize agronomic performance when intercropped. In the no-tillage implantation's the agronomic performance of the common-bean is similar in succession to maize and *U. ruziziensis* exclusives or intercropped, but the nitrogen split make influences in the grain yield, with emphasis for 30+60+00, 60+30+00, 00+60+30, 45+45+00, 00+45+45 and 45+00+45 in the first year and for 45+45+00 and 45+00+45 in the second, respectively. About the grain technologic characteristics of common-bean the crop systems and the nitrogen split topdressing fertilization make influence in the sieve yield and in the grain cooking time with detaches for 60+00+30, 00+90+00 and 45+00+45. This work show the agronomical viability of the common-bean cultivated in the august, provided there was production and maintenance of cover crop and superficial recover of the soil, like as improved by the maize and *U. ruziziensis*, with sprinkler irrigation, improving grain yield around to $3,000 \text{ kg ha}^{-1}$.

Keywords: *Phaseolus vulgaris*, *Zea mays*, *Urochloa ruziziensis*, yield components, grain yield, grain technology.

LISTA DE TABELAS

Página

Tabela 1 - Descrição da adubação nitrogenada em cobertura na dose de 90 kg ha ⁻¹ no feijoeiro em sucessão às culturas de milho e <i>Urochloa ruziziensis</i> , Jaboticabal-SP, 2009 e 2010 ...	16
Tabela 2 - Características agronômicas e produtividade de grãos de milho, quantidade de palhada produzida, teor de nitrogênio (N) na palhada e percentual de recobrimento da superfície do solo pelos cultivos de milho exclusivo, consórcio milho + <i>Urochloa ruziziensis</i> e <i>U. ruziziensis</i> exclusiva, na implantação do sistema de plantio direto, Jaboticabal-SP, 2008/09 .	23
Tabela 3 - Altura de plantas e de inserção da espiga principal, diâmetro do colmo e da ráquis, teor de nitrogênio (N) foliar, comprimento da espiga, número de fileiras de grãos por espiga, massa de mil grãos, teor de proteína bruta nos grãos e produtividade de grãos do milho, em função do cultivo exclusivo e consorciado com <i>Urochloa ruziziensis</i> e do efeito residual do parcelamento da adubação nitrogenada aplicada na cultura antecessora (feijoeiro, 2009), Jaboticabal-SP, 2009/2010..	24
Tabela 4 - Desdobramento da interação sistemas de cultivo x parcelamento do nitrogênio para o teor de nitrogênio (N) foliar na cultura do milho, em função do cultivo exclusivo e consorciado com <i>Urochloa ruziziensis</i> e do efeito residual do parcelamento da adubação nitrogenada aplicada na cultura antecessora (feijoeiro, 2009), Jaboticabal-SP, 2009/2010.....	25
Tabela 5 - Quantidade de palhada produzida, teor de nitrogênio na palhada e percentual de recobrimento da superfície do solo pelos cultivos de milho exclusivo, consórcio milho + <i>Urochloa ruziziensis</i> e <i>U. ruziziensis</i> exclusiva, Jaboticabal-SP, 2009/2010.....	27
Tabela 6 - Desdobramento da interação sistemas de cultivo x parcelamento do nitrogênio para a quantidade de palhada produzida e porcentagem de recobrimento da superfície do solo pelos cultivos de verão contendo milho exclusivo, consórcio milho	

<i>Urochloa ruziziensis</i> e <i>U. ruziziensis</i> exclusiva após a colheita do feijoeiro, Jaboticabal-SP, 2009/2010.....	28
--	-----------

Tabela 7 - Teor de nitrogênio (N) foliar, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de 100 grãos no feijoeiro em dois anos agrícolas, cultivares Pérola (2009) e IPR 139 (2010), em função do parcelamento da adubação nitrogenada, em sucessão a milho exclusivo, consórcio milho + <i>Urochloa ruziziensis</i> e <i>U. ruziziensis</i> exclusiva, Jaboticabal-SP	30
--	-----------

Tabela 8 - Desdobramento da interação sistemas de cultivo x parcelamento do nitrogênio para os componentes de produção número de vagens por planta e número de grãos por vagem do feijoeiro, cultivar Pérola, em função do parcelamento da adubação nitrogenada, em sucessão a milho exclusivo, consórcio milho + <i>Urochloa ruziziensis</i> e <i>U. ruziziensis</i> exclusiva, Jaboticabal-SP, 2009.....	31
---	-----------

Tabela 9 - Produtividade de grãos, eficiência agrônômica (EA), ganho (kg ha^{-1}) e ganho relativo (%) com a aplicação do N no feijoeiro em dois anos agrícolas, cultivares Pérola (2009) e IPR 139 (2010), em função do parcelamento da adubação nitrogenada, em sucessão a milho exclusivo, consórcio milho + <i>Urochloa ruziziensis</i> e <i>U. ruziziensis</i> exclusiva, Jaboticabal-SP.....	32
--	-----------

Tabela 10 - Rendimento de peneira (RP), determinada pela porcentagem de grãos do feijoeiro retidos em peneiras de furo oblongo, em dois anos agrícolas, cultivares Pérola (safra 2009) e IPR 139 (safra 2010), em função do parcelamento da adubação nitrogenada, em sucessão a milho exclusivo, consórcio milho + <i>Urochloa ruziziensis</i> e <i>U. ruziziensis</i> exclusiva, Jaboticabal-SP	36
--	-----------

Tabela 11 - Desdobramento da interação sistema de cultivo x parcelamento do nitrogênio para o rendimento de peneira 12 (RP12) do feijoeiro, cultivar Pérola (safra 2009), em Jaboticabal-SP.	37
--	-----------

Tabela 12 - Teor de proteína bruta, tempo para cozimento e relação de hidratação de grãos do feijoeiro em dois anos agrícolas, cultivares Pérola (safra 2009) e IPR 139 (safra 2010), em função do parcelamento da adubação nitrogenada, em sucessão a milho exclusivo, consórcio milho + <i>Urochloa ruziziensis</i> e <i>U. ruziziensis</i> exclusiva, Jaboticabal-SP	38
---	-----------

Tabela 13 - Desdobramento da interação sistema de cultivo x parcelamento do nitrogênio do tempo para cozimento dos grãos do feijoeiro em dois anos agrícolas, cultivares Pérola (safra 2009) e IPR 139 (safra 2010), em Jaboticabal-SP**39**

Tabela 14 - Desdobramento da interação sistemas de cultivo x parcelamento do nitrogênio para a relação de hidratação dos grãos do feijoeiro, cultivar Pérola (safra 2009), em Jaboticabal-SP.**40**

Tabela 15 - Tempo para máxima hidratação dos grãos (TH) do feijoeiro, cultivar Pérola, em função do parcelamento da adubação nitrogenada, em sucessão a milho exclusivo, consórcio milho + *Urochloa ruziziensis* e *U. ruziziensis* exclusiva, Jaboticabal-SP, 2009
.....**42**

Tabela 16 - Tempo para máxima hidratação dos grãos (TH) do feijoeiro, cultivar IPR 139, em função do parcelamento da adubação nitrogenada, em sucessão a milho exclusivo, consórcio milho + *Urochloa ruziziensis* e *U. ruziziensis* exclusiva, Jaboticabal-SP, 2010.....**43**

LISTA DE FIGURAS

Página

FIGURA 1 - Precipitação pluvial, temperatura máxima e mínima, média de cada cinco dias, durante os cultivos de verão contendo milho exclusivo, milho + *Urochloa ruziziensis* e *U. ruziziensis* exclusiva. Semeadura em 17 de dezembro de 2009 e colheita em 05 de maio de 2010. a) Indica o florescimento do milho. Fonte: Estação Agroclimatológica do Campus da FCAV/UNESP – Jaboticabal, SP. **15**

Figura 2 - Precipitação pluvial, temperatura máxima e mínima, média de cada cinco dias, durante o período de desenvolvimento do feijoeiro. a) semeadura em 3 de agosto, florescimento (R_6) em 15 de setembro e colheita em 6 de novembro de 2009. b) semeadura em 19 de agosto, florescimento (R_6) em 19 de outubro e colheita em 26 de novembro de 2010. Fonte: Estação Agroclimatológica do Campus da FCAV/UNESP – Jaboticabal, SP. **18**

1. INTRODUÇÃO

Em regiões de Cerrado, bem como no Norte e Noroeste do Estado de São Paulo, a maior dificuldade para obter sucesso no sistema plantio direto, está na formação e manutenção da palhada em razão da alta taxa de decomposição dos resíduos vegetais e da dificuldade de geração da palhada na entressafra. A quantidade e a qualidade da palhada sobre a superfície do solo dependem do sistema de sucessão de culturas adotado e em grande parte, do tipo de planta de cobertura e do manejo que lhe é dado.

Nessas condições deve-se dar preferência ao cultivo de gramíneas de alta relação C/N, para acelerar a formação da camada de palhada no solo, onde o milho (*Zea mays* L.) e as braquiárias, dentre elas a *Urochloa ruziziensis* vêm apresentando-se como uma das melhores alternativas, podendo ser exploradas em cultivos exclusivos ou consorciadas, permitindo a composição de sistemas de produção, podendo citar a Integração Lavoura-Pecuária (ILP).

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) destaca-se entre os principais cultivos anuais no SPD em especial, nos cultivos irrigados por aspersão no período de entressafra, devido a adequada rentabilidade financeira, pelo ciclo curto e adaptação ao clima.

Apesar da posição de destaque do Brasil no cenário mundial como maior produtor de feijão e da elevação da produtividade de grãos no país, esta última é considerada baixa, em torno de 900 kg ha⁻¹, frente ao potencial produtivo desta leguminosa, o que se deve, a grande variação de tecnologia empregada nas lavouras.

Resultados encontrados na literatura indicam que a produtividade do feijoeiro aumenta com o decorrer do tempo de adoção do SPD, desde que a técnica da rotação e/ou sucessão de culturas seja empregada corretamente, principalmente devido à dinâmica do N no solo sob influência de palhadas de diferentes relações C/N. dos custos de produção como consequência da racionalização no uso de insumos.

Atenção deve ser observada à adubação nitrogenada, devido às culturas produtoras de grãos, no caso específico do milho e do feijoeiro, por serem grandes extratoras de N, mesmo sabendo que essa leguminosa apresenta capacidade de fixar N

atmosférico, por simbiose com bactérias do gênero *Rizobium*, porém a quantidade suprida por esse processo é, em geral, insuficiente para a cultura atingir elevadas produtividades. A recomendação oficial de adubação para o estado de São Paulo, é baseada apenas no manejo de solo convencional, ficando evidente a necessidade de trabalhos envolvendo sistemas de cultivo antecessores ao feijoeiro submetido à adubação nitrogenada em SPD.

Devido às perdas de N que ocorrem no sistema solo-planta-atmosfera, o manejo da adubação nitrogenada é tido como um dos mais complexos. Quando aplicado ao solo, o N pode ser perdido por lixiviação, por desnitrificação e por volatilização, especialmente quando a aplicação é feita sobre a palhada. No sistema PD, a época de aplicação de N em cobertura mais adequada ao feijoeiro também pode não ser aquela recomendada no manejo convencional do solo, fazendo-se necessária a antecipação e/ou mesmo o parcelamento, principalmente quando cultivado em sucessão a gramíneas.

O trabalho teve como objetivo avaliar a influência do parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro cultivado em sucessão a milho exclusivo, milho consorciado com *Urochloa ruziziensis* e *U. ruziziensis* exclusiva, na implantação do sistema plantio direto.

Para isso foram avaliados:

- o desempenho agrônômico do feijoeiro inserido nas três formas de produção de palhada e do parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura;
- o desempenho do feijoeiro quanto às características tecnológicas dos grãos, para o segmento *in natura* quanto para o industrial;
- obter informações técnicas quanto ao desempenho agrônômico do feijoeiro semeado em agosto, sendo atualmente definido para as condições edafoclimáticas do Estado de São Paulo como sendo época de semeadura das águas antecipada com uso de irrigação ou, feijão de inverno-primavera, 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

Para a viabilidade de um agroecossistema equilibrado faz-se necessário o emprego de um sistema de produção que contribua para a melhoria da capacidade produtora do solo, conservando ou melhorando o ambiente. Entre os vários sistemas de produção destaca-se o sistema de plantio direto (SPD) que se fundamenta na eliminação das operações de preparo do solo, uso de semeadoras específicas, controle de plantas daninhas com adoção de herbicidas, formação de cobertura morta no solo e na rotação de culturas. No Brasil a área ocupada com culturas produtoras de grãos é de 52 milhões de hectares, onde 32 milhões de hectares estão sendo cultivados no SPD, ou seja, existem ainda 20 milhões de hectares submetidos ao manejo do solo na forma convencional por meio do uso de arações e gradagens (CONAB, 2012; FEBRAPDP, 2010).

Trabalhos realizados com a cultura do feijoeiro confrontando os diversos sistemas de manejo de solo, em especial ao preparo convencional e o plantio direto, visando obter informações quanto ao ganho de produtividade possibilitam observar que as diferenças quanto à produtividade são pequenas entre os dois sistemas, (KLUTHCOUSKI et al., 2000; STONE e MOREIRA, 2001; ARF et al., 2004; SANTOS et al., 2004; FARINELLI et al., 2006; BINOTTI et al., 2007; SILVA et al., 2008).

A produção de matéria seca ou palhada para o plantio direto em quase totalidade das regiões brasileiras está condicionada a fatores ambientais, que por sua vez promovem uma decomposição mais acentuada dos restos vegetais na superfície do solo. Por estes motivos, espécies de alta relação C/N, especificamente as gramíneas são mais empregadas em virtude da taxa de mineralização ser mais lenta e gradual (CHAVES; CALEGARI, 2001). Nos cerrados, a produção e manutenção de altas quantidades de palhada sobre a superfície tornam-se difíceis, devido ao fato dessas regiões possuírem duas estações bem definidas, com seis meses de chuva e muito calor na primavera/verão e seis meses de estiagem no outono/inverno. Nesse caso a

produção de palhada fica restrita aos cultivos de safrinha, aproveitando as últimas chuvas do mês de março após a cultura de verão, associados a culturas com grande quantidade de restos culturais como o milho. Nessas condições, as altas temperaturas do verão restringem o uso de leguminosas para a produção de palhada devido à rápida decomposição, tornando-se uma opção viável a utilização de consórcios entre gramíneas e leguminosas (TEIXEIRA et al., 2005).

Em relação à produtividade do feijoeiro no SPD em sucessão a gramíneas, AIDAR et al. (2000) obtiveram melhores rendimentos na cultivar Pérola após cultivos de arroz, *Urochloa brizantha* e *U. ruziziensis* cujas palhadas foram produzidas em consórcio com milho, obtendo 3.577 e 3.899 kg ha⁻¹ no feijoeiro em sucessão a milho exclusivo e consorciado com *U. ruziziensis*, respectivamente.

Em outro trabalho, Kluthcouski et al. (2003) verificaram o maior desempenho do feijoeiro, cultivar Peróla, nas palhadas de braquiária no SPD, em estudo conduzido em Santa Helena de Goiás, no inverno com irrigação, apresentando rendimento superior a 3.200 kg ha⁻¹.

Deve-se destacar o emprego de braquiárias como cobertura morta no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro, proveniente de tecnologia e caracterizada como Sistema Santa Fé. Esse sistema fundamenta-se na produção consorciada com culturas de grãos (milho, sorgo, arroz de terras altas e soja) com forrageiras, principalmente as do gênero *Urochloa*. Assim, cultivam-se sequencialmente uma ou duas culturas solteiras por ano e uma última, a safrinha, que consiste em consórcio de uma cultura de ciclo precoce com uma gramínea forrageira (KLUTHCOUSKI et al., 2003).

Os principais objetivos do Sistema Santa Fé são a produção de forrageira para a entressafra e palhada em quantidade e qualidade para o SPD. Pode-se destacar como as principais vantagens da palhada da braquiária para o plantio direto as seguintes considerações: maior eficiência na cobertura da superfície do solo, resultando em melhor conservação de água e menor variação na temperatura; maior longevidade na cobertura do solo em razão da lenta decomposição de seus resíduos; controle e minimização das doenças, como o mofo branco, podridão radicular seca ou podridão

por *Fusarium* e podridão por *Rhizoctonia*, por ação isolante ou alelopática causada pela microflora do solo sobre os patógenos e maior capacidade de supressão física das plantas daninhas, podendo reduzir ou até mesmo tornar desnecessário o uso de herbicidas pós-emergentes (KLUTHCOUSKI et al., 2003).

Os resultados obtidos pela pesquisa, especificamente envolvendo as braquiárias como fonte de cobertura morta para o feijoeiro em plantio direto, vem motivando sua adoção pelos produtores irrigantes em função da produtividade obtida, redução de algumas doenças do solo e conseqüentemente menor custo de produção por meio da diminuição no uso de fungicidas seja para o tratamento de sementes quanto nas pulverizações foliares (KLUTHCOUSKI et al., 2003).

Timossi, Durigan e Leite (2007) avaliaram o potencial agrônomo das espécies forrageiras *U. decumbens* e *U. brizantha* na formação de palhada para a adoção do SPD em Jaboticabal (SP) e concluíram que as braquiárias foram eficientes na formação de palhadas produzindo valores acima de 11 t ha^{-1} , além de densa cobertura no solo e com a supressão do desenvolvimento de plantas daninhas.

De acordo com Marochi (2006) a *U. ruziziensis* preenche os requisitos como cobertura morta para o SPD, pois pode ser consorciada com milho para obtenção de palhada (a alta relação C/N permite a presença da palhada de *U. ruziziensis* por período mais longo), também com milho safrinha respeitando-se a melhor época de semeadura, e pode ser utilizada na Integração Lavoura-Pecuária (ILP). Além disso, a *U. ruziziensis* apresenta hábito de crescimento cespitoso o que resulta em 100% de cobertura do solo facilitando a semeadura, pode ser semeada a lanço ou incorporada ao solo e auxilia na redução de patógenos nas culturas da soja/feijão/algodão (*Rizoctonia* e *Fusarium*) e milho (*Cercospora*, *Diplodia* e *Antracnose*). Devido a disponibilidade de sementes, rusticidade, ampla adaptação, fácil controle com herbicidas, baixa incidência de pragas e doenças, baixa exigência nutricional e hídrica e elevada produção de massa verde (média de 40 t ha^{-1}), vem sendo empregada com sucesso no Brasil.

Aidar et al. (2005) avaliaram a produtividade do feijoeiro, cultivar Pérola, após o cultivo de soja, arroz e milho + braquiária (consórcio), em Santa Helena de Goiás (GO),

em área no SPD por mais de 15 anos, por meio do Sistema Santa Fé. Verificaram que a produtividade do feijoeiro foi maior quando cultivado sob palhada de milho + braquiária, sendo esta superioridade da ordem de 664 e 381 kg ha⁻¹ em comparação às palhadas de arroz e soja, respectivamente, proporcionando também elevado número de vagens por planta.

No que diz respeito à fertilidade do solo, o nitrogênio (N) é um dos principais limitantes ao aumento ou mesmo à manutenção da produtividade das culturas nos solos tropicais. A acentuada dinâmica apresentada por esse nutriente, seu potencial poluidor e o elevado custo dos fertilizantes nitrogenados fazem com que sejam necessárias alternativas viáveis que minimizam a aplicação desse insumo e prolonguem ao mesmo tempo a sua disponibilidade no solo para as plantas (NÓBREGA; NÓBREGA, 2003).

O N é responsável pelo aumento da área foliar, proporcionando elevação da captação da radiação solar e taxa fotossintética e, conseqüentemente, a produtividade de grãos. No entanto, a eficiência de uso do N pelo feijoeiro é baixa, ao redor de 50%, por o mesmo estar sujeito a perdas por volatilização, lixiviação e desnitrificação no sistema solo-planta-atmosfera (FAGERIA; BALIGAR, 2005). Entre as alternativas de manejo do N para aumentar sua eficiência de uso incluem a antecipação da aplicação de fertilizantes nitrogenados, ou no decorrer do desenvolvimento do ciclo do feijoeiro, em especial até 15 dias após a emergência das plântulas (BARBOSA FILHO; FAGERIA; SILVA, 2005).

Soratto, Carvalho e Arf (2004) em feijoeiro irrigado, relataram que o incremento na dose de N em cobertura (0 a 210 kg ha⁻¹ de N) aumenta o fator de utilização do elemento para a cultivar IAC Carioca tanto no plantio direto quanto no preparo convencional, com o maior incremento observado na produtividade no SPD.

Barbosa Filho, Fageria e Silva (2005) avaliaram os efeitos de fontes (uréia e sulfato de amônio), doses (0, 60, 90, 120 e 150 kg ha⁻¹) e parcelamento (aos 15, 30 e 45 dias após emergência) de N em feijoeiro cultivar Pérola, irrigado no inverno em SPD, em sucessão a soja e a arroz. Observaram produtividades acima de 3.000 kg ha⁻¹ para ambas as fontes de N, sendo que a resposta do feijoeiro ao N foi influenciada pelos resíduos de cultura deixados na superfície pelo cultivo anterior. A dose pode variar de

120 a 150 kg ha⁻¹ de N, com a uréia apresentando maior margem de lucro comparativamente ao sulfato de amônio, quando metade aplicada aos 15 e metade aos 30 dias após a emergência das plântulas.

Meira et al. (2005) utilizando a cultivar IAC Carioca, após a cultura do arroz, estudando doses de N em cobertura (0, 40, 80, 120, 160, 200 e 240 kg ha⁻¹ de N) aplicadas nos estádios V₄₋₅, R₅ e R₆, verificaram o máximo rendimento de grãos foi obtido com a dose de 164 kg ha⁻¹ de N em cobertura, independente do estágio de desenvolvimento da cultura do feijoeiro no SPD.

Soratto et al. (2005) observaram que a aplicação de 90 kg ha⁻¹ de N em cobertura no estágio V₄, na cultivar Pérola, foi mais eficiente em relação à aplicação em R₇ (30, 60 e 120 kg ha⁻¹ de N), no SPD. A área foi cultivada sob três anos no SPD, com a sucessão milheto-milho, milheto-arroz-aveia preta e arroz-aveia preta.

Gomes Junior et al. (2005a), objetivando estudar o efeito da aplicação de nitrogênio em cobertura (40 e 80 kg ha⁻¹ de N, onde a fonte de N foi uréia) em diferentes estádios fenológicos do feijoeiro (13 e 11 épocas do desenvolvimento vegetativo a partir do início de V₄) da cultivar IAC Carioca em duas épocas de semeadura (26 de abril e 06 de junho de 2001), verificaram que a época de semeadura afetou a produtividade ocorrendo respostas significativas apenas na aplicação de 80 kg ha⁻¹ de N na semeadura de abril e que a aplicação de N em cobertura deve ser efetuada até o 7º trifólio totalmente aberto na haste principal.

Em trabalho desenvolvido por Soratto, Carvalho e Arf (2006) com a cultivar IAC Carioca, semeada no inverno em SPD, tendo o milho como cultura antecessora, foi verificado que a aplicação de N em cobertura aos 15 dias e aos 15 e 30 dias após a emergência, proporcionaram acréscimos na produtividade nos dois anos de cultivo, onde no primeiro ano a produtividade máxima foi alcançada com dose superior a 140 kg ha⁻¹ de N e no segundo ano, houve efeito linear.

Carvalho et al. (2007) avaliaram a produtividade do feijoeiro, cultivares IAC Carioca e Pérola, semeado na época de inverno em Selvíria (MS) nos anos de 1998 e 1999 em função de plantas de cobertura de primavera (mucuna preta, guandu, milheto, crotalária e pousio) e culturas antecessoras no verão (milho, soja e algodão), tanto no

sistema convencional de manejo do solo quanto no SPD. Verificaram que a melhor sucessão de culturas teve influência na produtividade nos dois anos com os menores valores no cultivo do feijoeiro após o milho.

Em outra situação, Crusciol et al. (2007) avaliaram a influência de fontes de N (nitrocálcio e uréia) e doses de N (0, 30, 60 e 120 kg ha⁻¹) em cobertura, utilizando a cultivar Pérola em área sob três anos no SPD, com a sucessão milheto (primavera)/milho (verão), milheto (primavera)/arroz (verão) e aveia-preta (outono-inverno)/arroz (verão)/aveia-preta (outono-inverno). Verificaram que aplicação de uréia, promoveu aumento linear na massa de matéria seca da parte aérea das plantas e no número de vagens por planta, com incremento na produtividade de grãos até a dose estimada de 95 kg ha⁻¹ de N.

Fornasieri Filho et al. (2007) estudando adubação nitrogenada, nas doses de 0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹, no SPD no feijoeiro irrigado (safra de inverno) em sucessão ao milheto, verificaram que a cultivar Pérola apresentou maior eficiência agrônômica no uso do N em relação a cultivar IAC Una. A eficiência agrônômica diminuiu à medida que as doses de N aumentaram, sendo que, na dose de 50 kg ha⁻¹ em cobertura, o incremento de kg de grãos de feijão por kg de N aplicado foi maior para as cultivares nos dois anos de experimentação.

Arf et al. (2008) em cultivo de feijoeiro irrigado em SPD verificaram no segundo ano de experimentação que houve diferença na produtividade da cultivar Pérola em razão da aplicação de doses de N em cobertura (0, 25, 50, 75, 100 e 125 kg ha⁻¹), onde os dados ajustaram à uma função linear crescente, com aumento de 5,6 kg de grãos para cada kg de N aplicado em cobertura e a dose de 125 kg ha⁻¹ de N proporcionou incremento de 796 kg ha⁻¹ em relação a não aplicação, ou seja, 57% de aumento na produtividade.

Gomes Junior, Sá e Valério Filho (2008) com o objetivo de avaliar cinco doses de N (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹, onde a fonte de N foi uréia) aplicadas em duas épocas da fase vegetativa (3ª e 6ª folha trifoliolada) e duas cultivares (Pérola e IPR Juriti) em SPD sobre palhada de milho, milheto e braquiária, concluíram que não houve diferença na produtividade do feijoeiro quando a aplicação do N em cobertura foi realizada no

estádio de três ou seis folhas trifolioladas, porém a produtividade aumentou linearmente com as doses de N em SPD sobre palhada de milho para as duas cultivares avaliadas.

Arf et al. (2011) ao avaliarem a influência de fontes (ureia, entec - sulfonitrato de amônio com inibidor de nitrificação - dimetilpirazolfosfato; e sulfato de amônio) e épocas de aplicação de N (testemunha sem N; semeadura; estágio de desenvolvimento V_3 - 1ª folha trifoliada aberta; estágio V_{4-5} - 5ª folha trifoliada aberta; 1/3 semeadura + 2/3 estágio V_3 ; e 1/3 semeadura + 2/3 estágio V_{4-5}) na dose de 80 kg ha⁻¹ sobre a produtividade do feijoeiro (cultivar Pérola) de inverno cultivado em sistema plantio direto (em sucessão a milho consorciado com braquiária) em dois anos agrícolas não verificaram efeitos das fontes na produtividade de grãos, mas houve diferença entre os tratamentos com aplicação de N, em relação à testemunha, resultando em incremento médio de 106,5% na produtividade no primeiro ano de cultivo, não ocorrendo diferenças no cultivo seguinte.

Fiorentin et al. (2012), verificaram que, no feijoeiro cultivado em sucessão com milho exclusivo, o aumento da produtividade pela aplicação de N em cobertura foi crescente, e que a única margem bruta positiva de ganho na venda dos grãos de feijão foi alcançada com o uso da dose de 160 kg ha⁻¹ de N. Por sua vez Binotti et al. (2009) indicam que a aplicação de elevadas doses de N (150 e 200 kg ha⁻¹), totalmente em semeadura ou 1/3 na semeadura e 2/3 em cobertura no estágio V_{4-4} do feijoeiro, não foram as que proporcionaram as maiores margens brutas de ganho, mas sim a aplicação de doses menores (50 kg ha⁻¹).

Souza e Soratto (2012) ao avaliarem a influência da adubação nitrogenada (0, 35, 70 e 140 kg ha⁻¹), aplicada de forma parcelada sendo 1/2 aos dois dias após a semeadura e 1/2 em V_{4-4} , fonte nitrato de amônio, no feijoeiro (IAC Alvorada) cultivado no SPD, em sucessão ao milho safrinha consorciado com *U. brizantha* e com *U. ruziziensis*, em dois anos agrícolas, verificaram que a aplicação de N promoveu incremento na produtividade de grãos no feijoeiro cultivado sobre *U. brizantha*, no segundo ano agrícola, com a máxima produtividade sendo obtida com a dose estimada de 113 kg ha⁻¹. Os autores indicaram ainda que a produtividade de grãos do feijoeiro foi semelhante em sucessão ao milho consorciado com *U. brizantha* e *U. ruziziensis*.

Em relação à questão alimentar e nutricional da população brasileira, o feijão apresenta características que tornam seu consumo vantajoso, em virtude de seu alto teor protéico e energético, além dos efeitos benéficos proporcionados pelo seu elevado teor de fibras, ferro e outros minerais, carboidratos e presença de vitaminas do complexo B (LAJOLO; GENOVESE; MENEZES, 1996; BORÉM; CARNEIRO, 2006).

Os principais atributos que norteiam as características tecnológicas dos grãos de feijão são o tamanho, formato e coloração do tegumento, conteúdo protéico e o balanço em aminoácidos de sua proteína, tempo para cozimento e a capacidade de hidratação (MINGOTTE, 2011), sendo determinados pelo genótipo e influenciados pelo ambiente durante o ciclo de desenvolvimento da cultura (CARBONELL; CARVALHO; PEREIRA, 2003; LEMOS et al., 2004; RAMOS JUNIOR; LEMOS; SILVA, 2005; PERINA et al., 2010; CARBONELL et al., 2010).

O manejo da adubação nitrogenada é importante, pois este nutriente é extraído em grande quantidade pelo feijoeiro, sendo necessário cerca de 30 a 45 kg de N para cada 1.000 kg de grãos (OLIVEIRA; THUNG, 1988; VIEIRA, 2006; FANCELLI e TSUMANUMA, 2007) e de grande influência na produtividade (BINOTTI et al., 2009), além de possibilitar melhoria nas características tecnológicas, principalmente no teor protéico dos grãos (BORDIN et al., 2003; GOMES JUNIOR et al., 2005b; SILVA; LEMOS; TAVARES, 2006; FARINELLI; LEMOS, 2010). A obtenção de informações técnicas visando não somente o acréscimo do potencial produtivo, mas sua associação com as características tecnológicas dos grãos de feijão devem ser preconizadas (MINGOTTE, 2011).

De acordo com Carbonell et al. (2010) o rendimento de peneira, caracterizado pela classificação de grãos quanto ao tamanho e formato, é uma característica que vem sendo trabalhada em programas de melhoramento genético do feijoeiro. Por ser influenciada pelo genótipo e sua interação com o ambiente, fica evidente a necessidade de trabalhos que considerem a influência da adubação nitrogenada no feijoeiro cultivado sob diferentes palhadas em plantio direto nesta característica. Nesse sentido, Fiorentin et al. (2012); estudando a influência de doses de N em cobertura (0, 40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹) no feijoeiro (Pérola), em sucessão a milho exclusivo, milho

consorciado com *U. ruziziensis* e *U. ruziziensis* exclusiva; observaram que a dose de nitrogênio não influenciou o rendimento de peneira. No entanto, ocorreram diferenças para esta característica quanto ao sistema de cultivo em que o feijoeiro foi submetido, por obter maior quantidade de grãos retidos na peneira número 13, no feijoeiro cultivado em sucessão a *U. ruziziensis* exclusiva em relação ao cultivado em sucessão com milho exclusivo.

Bordin et al. (2003), estudando o efeito de doses de N (0, 25, 50 e 75 kg ha⁻¹) no feijoeiro (Pérola) cultivado no inverno em sucessão à espécie de cobertura, obtiveram teor de proteína bruta de 24,1% com a aplicação de 75 kg de N ha⁻¹.

Gomes Junior et al. (2005b) verificaram que a aplicação de 40 kg ha⁻¹ de N em cobertura proporcionou maior acúmulo de proteína bruta, quando realizada em estádios fenológicos mais avançados do desenvolvimento vegetativo (a partir de V₄) do feijoeiro (cultivar IAC Carioca).

Silva, Lemos e Tavares (2006) verificaram incremento no teor de proteína bruta, tempo para cozimento e tempo para máxima hidratação dos grãos da cultivar Pérola, em sucessão a milho em SPD, mediante doses de N em cobertura (0, 30, 60 e 120 kg ha⁻¹) e aplicação de molibdênio via foliar (0 e 80 g ha⁻¹).

Farinelli e Lemos (2010) verificaram a influência do manejo do solo (preparo convencional e plantio direto) e doses de N em cobertura (0, 40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹, fonte uréia) na produtividade e nas características tecnológicas dos grãos do feijoeiro (Pérola), em sucessão a aveia preta e milho. A adubação nitrogenada promoveu acréscimo no teor de proteína bruta, sendo que os sistemas de manejos de solo e as doses de N em cobertura influenciam diferentemente no tempo para cozimento. Para os dois sistemas de manejo de solo, a aplicação de doses de N em cobertura resultou aumento no tempo para a máxima hidratação dos grãos de feijão até a quantidade de 120 kg ha⁻¹ de N.

Estudos realizados por Fiorentin et al. (2011) na região Noroeste do estado de São Paulo, utilizando doses de N em cobertura (0, 40, 80, 120 e 160 Kg ha⁻¹), no feijoeiro, cultivar Pérola, em diferentes palhadas (milho exclusivo, milho consorciado com braquiária e braquiária exclusiva), concluíram que os componentes de produção

(vagens por planta, grãos por vagem e produtividade diferem na sucessão ao milho exclusivo, e não responde ao incremento de doses de nitrogênio, no primeiro ano após implantação do SPD. Neste mesmo trabalho os autores verificaram que o sistema de cultivo não influenciou o tempo para cozimento dos grãos de feijão. No entanto, a dose de N aplicado em cobertura influenciou de forma significativa o tempo para cozimento dos grãos, iniciando com 35,4 minutos para o tratamento sem aplicação de N em cobertura, reduzindo para 29,9 minutos na dose de 105 kg ha⁻¹ de N.

Mingotte (2011) avaliou os efeitos de doses de N (0, 40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹) no feijoeiro, IPR 139 (Juriti-claro), cultivado no período de inverno-primavera, em sucessão a gramíneas (milho exclusivo, milho consorciado com *U. ruziziensis* e *U. ruziziensis* exclusiva) cultivadas no verão. Não verificou resposta à aplicação de N em cobertura no feijoeiro em sucessão a *U. ruziziensis* exclusiva e tempo para cozimento dos grãos elevados (33 a 40 minutos). Observou que o acréscimo das doses de N no feijoeiro em sucessão a milho exclusivo incrementou a produtividade de grãos e a margem bruta de ganho foi linear, com redução na eficiência agrônômica. O tempo para cozimento de grãos diminuiu em função de doses crescentes de nitrogênio, ocorrendo menores valores no feijoeiro em sucessão à braquiária e ao milho cultivados exclusivamente.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido durante dois anos agrícolas (2008/09 e 2009/10), em Jaboticabal-SP, situado na latitude de 21° 14' 33" S e longitude de 48° 17' 10" W, a altitude média de 565 metros acima do nível do mar, com clima Aw (tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca de inverno), em Latossolo Vermelho eutroférico, de textura argilosa (ANDRIOLI e CENTURION, 1999; EMBRAPA, 2006), apresentando 533 g kg⁻¹ de argila, 193 g kg⁻¹ de silte e 274 g kg⁻¹ de areia, cultivado anteriormente com culturas anuais (milho, feijão, soja e arroz) por, no mínimo, 15 anos no sistema de semeadura convencional de manejo físico do solo, com alguns períodos de pousio na área.

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): 5,7; M.O. (g dm⁻³): 22; P resina (mg dm⁻³): 53; H + Al; K; Ca; Mg; SB; CTC (mmolc dm⁻³): 18; 4,2; 34; 15; 53,2; 71,2 e V: 74%, respectivamente. No segundo ano, após implantação do SPD, a análise química do solo revelou os seguintes resultados para pH (CaCl₂): 5,0; M.O. (g dm⁻³): 22; P resina (mg dm⁻³): 52; H + Al; K; Ca; Mg; SB; CTC (mmolc dm⁻³): 38; 6,4; 19; 9; 34,4; 72,4 e V: 48%, respectivamente.

Antes da implantação do SPD efetuou-se a escarificação do solo, seguida de aração com arado de discos e duas passagens de grade niveladora e, posteriormente, realizou-se o cultivo de milho exclusivo e consorciado com *Urochloa ruziziensis* e *U. ruziziensis* exclusiva (cultivos de verão, safras 2008/2009 e 2009/2010). Em sucessão aos cultivos de verão, realizou-se a semeadura do feijoeiro, com uso de irrigação, em agosto de 2009 e 2010.

A semeadura do milho exclusivo foi realizada em 19/11/2008 utilizando-se o híbrido simples DKB 390, na densidade populacional estimada de 60.000 plantas ha⁻¹, com linhas espaçadas de 0,9 m. A adubação de semeadura foi constituída de 30 kg ha⁻¹ de N, 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 50 kg ha⁻¹ de K₂O; em cobertura foram utilizados 140 kg ha⁻¹ de N (na forma de uréia), realizada quando o milho atingiu o estágio V₆ (50% das

plantas com seis folhas completamente expandidas), seguida da aplicação de 15 mm de água. Na safra seguinte de milho (semeadura em 17/12/2009) os procedimentos foram realizados conforme já citados anteriormente, com exceção do híbrido que foi o DKB 390 YG.

No cultivo consorciado com *U. ruziziensis*, a cultura do milho foi implantada nos mesmos procedimentos citados, efetuando a semeadura mecânica da *U. ruziziensis* na densidade de 500 pontos de valor cultural ha^{-1} , no momento da adubação nitrogenada do milho (15/12/08), na proporção de duas linhas entre as linhas de milho. No segundo ano de experimentação a semeadura da forrageira no consórcio foi realizada sob os mesmos procedimentos do ano anterior, porém simultaneamente à semeadura do milho (17/12/2009). A *U. ruziziensis* exclusiva foi semeada mecanicamente em 15/12/08, em linhas espaçadas de 0,22 m entre si, com 500 pontos de valor cultural ha^{-1} , sem a aplicação de fertilizantes minerais. No verão 2009/2010 este procedimento foi realizado na mesma data de semeadura do milho, ou seja, em 17/12/2009. A colheita do milho, exclusivo e consorciado, foi realizada mecanicamente em 09/04/2009 e 05/05/2010 e a área total do experimento foi dessecada, com herbicida não seletivo glifosato (1.800 g ha^{-1} de i.a.), aos 30 dias antes da semeadura do feijoeiro.

A precipitação pluvial assim como a temperatura máxima e mínima, de cada cinco dias, durante os cultivos de verão na safra 2009/2010 encontra-se na Figura 1.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram representadas por três sistemas de cultivo, com as culturas de milho exclusivo, milho consorciado com *Urochloa ruziziensis* e *U. ruziziensis* exclusiva, todos em sucessão com o feijoeiro, sendo: Sistema 1 (S1), cultivo de milho no verão em sucessão com o feijoeiro semeado em agosto sob irrigação (sucessão de culturas produtoras de grãos); Sistema 2 (S2), cultivo de milho consorciado com *U. ruziziensis* (consórcio de cultura anual com forrageira) no verão em sucessão com o feijoeiro semeado em agosto sob irrigação; Sistema 3 (S3), cultivo de *U. ruziziensis* no verão em sucessão com o feijoeiro semeado em agosto sob irrigação.

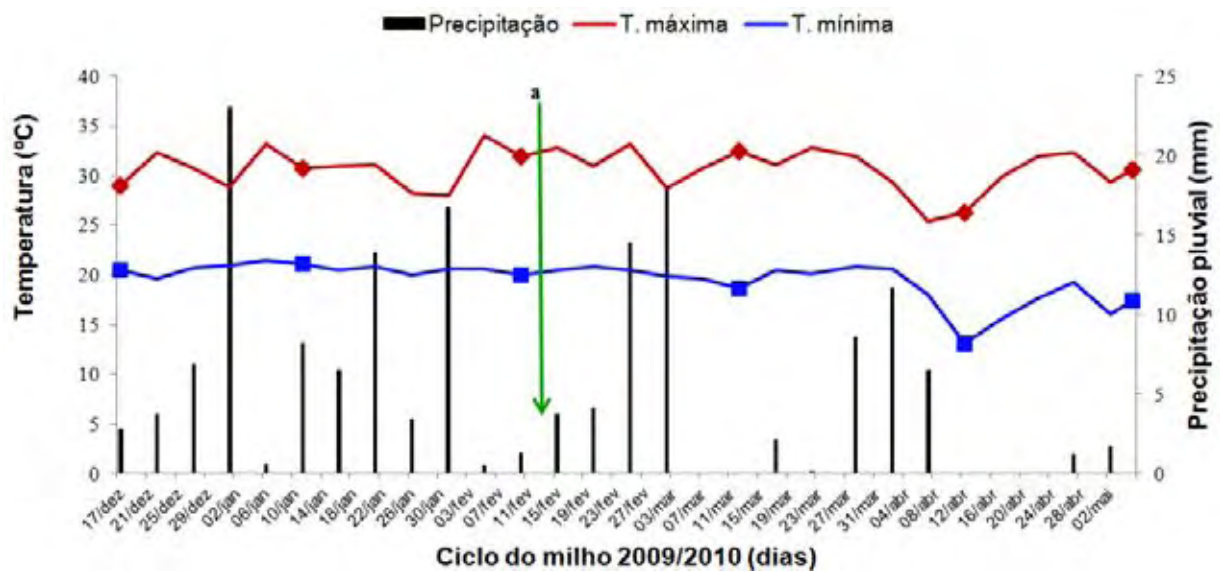


Figura 1. Precipitação pluvial, temperatura máxima e mínima, média de cada cinco dias, durante os cultivos de verão contendo milho exclusivo, milho + *Urochloa ruziziensis* e *U. ruziziensis* exclusiva. Semeadura em 17 de dezembro de 2009 e colheita em 05 de maio de 2010. a) Indica o florescimento do milho. Fonte: Estação Agroclimatológica do Campus da FCAV/UNESP – Jaboticabal, SP.

As subparcelas foram constituídas por dez combinações da adubação nitrogenada em cobertura, na dose de 90 kg ha^{-1} , fornecida em dose única ou parcelada em três estádios fenológicos do feijoeiro, sendo na formação da primeira folha trifoliada aberta e plana (V_3), presença da terceira folha trifoliada aberta e plana (V_4) e na presença de racemo floral (R_5), conforme descritos na Tabela 1.

Cada subparcela foi formada por dez linhas de feijoeiro com cinco metros de comprimento, sendo consideradas úteis as oito linhas centrais, desprezando-se 0,5m de cada extremidade. A dose de nitrogênio em cobertura refere-se à classe de resposta alta em razão de ser cultura irrigada e cultivo após gramíneas, seguindo recomendações de Ambrosano et al. (1997). Como fonte de nitrogênio foi utilizada a uréia e as adubações de cobertura foram feitas em filete contínuo a 10 cm da linha da cultura, com incorporação via 15mm de lâmina de água por irrigação.

Tabela 1. Descrição da adubação nitrogenada em cobertura na dose de 90 kg ha⁻¹ no feijoeiro em sucessão às culturas de milho e *Urochloa ruziziensis*, Jaboticabal-SP, 2009 e 2010 ¹.

Estádio fenológico ⁽¹⁾	P1 ⁽²⁾	P2 ⁽³⁾	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
V ₃	0	0	30	60	30	60	0	45	0	45
V ₄	0	90	60	30	0	0	60	45	45	0
R ₅	0	0	0	0	60	30	30	0	45	45

¹ Estádio fenológico; V₃ formação do primeiro trifólio; V₄ presença da terceira folha trifoliada; R₅ pré-florescimento. ² Sem aplicação de N em cobertura. ³ Dose de N recomendada para a cultura do feijoeiro no Estado de São Paulo, segundo Ambrosano et al. (1997).

No primeiro ano utilizou-se a cultivar de feijoeiro Pérola, semeada mecanicamente diretamente sobre a palhada de milho e de *U. ruziziensis* em 03/08/2009. As sementes foram tratadas com carbendazim + tiram (45 g e 105 g de i.a. por 100 kg de sementes, respectivamente) e tiametoxam (140 g de i.a. por 100 kg de sementes). A adubação de semeadura foi de 200 kg ha⁻¹ do formulado 5-15-10. O controle das plantas invasoras foi efetuado mediante a utilização de herbicida pós-emergente a base de fluazifop-p-butil (150 g ha⁻¹ de i.a.) aos 18 dias após a emergência (DAE) do feijoeiro. Efetuou-se o controle de insetos-praga e doenças com azoxistrobina (40 g i.a. ha⁻¹), lambda-cialotrina (30 g i.a. ha⁻¹) + tiametoxan (14,1 g i.a. ha⁻¹), tebuconazol (136 g i.a. ha⁻¹) + trifloxistrobina (68 g i.a. ha⁻¹), detametrina (3,5 g i.a. ha⁻¹) e triazofós (122 g i.a. ha⁻¹), carbendazin (250 g i.a. ha⁻¹) e famoxadona (100 g i.a. ha⁻¹) + mancozeb (1000 g i.a. ha⁻¹). A colheita do feijoeiro foi realizada com arranquio manual, seguida de trilha mecanizada (06/11/2009), quando as plantas estavam com as hastes desfolhadas e 90% das vagens secas.

No segundo ano de experimentação utilizou-se a cultivar de feijoeiro IPR 139 (Juriti-claro), com semeadura em 19/08/2010, sob os mesmos procedimentos técnicos adotados no ano anterior, com exceção da adubação de semeadura, que foi composta por 245 kg ha⁻¹ do formulado 02-20-20. Aos 15 DAE do feijoeiro, realizou-se aplicação do herbicida fluazifop-p-butil (75 g i.a. ha⁻¹). O controle de insetos-praga e doenças foi realizado com aplicações de azoxystrobina (40 g i.a. ha⁻¹), lambda-cialotrina (30 g i.a. ha⁻¹) e abamectina (5,4 g i.a. ha⁻¹) entre 20 e 25 DAE, tiametoxam (14,1 g i.a. ha⁻¹) e lambda-cialotrina (10,6 g i.a. ha⁻¹) aos 40 DAE e aos 65 DAE foram aplicados

piraclostrobina (75 g i.a. ha⁻¹), deltametrina (3,5 g i.a. ha⁻¹) e triazofós (122 g i.a. ha⁻¹). Aos 90 DAE realizou-se o arranquio manual das plantas presentes na área útil em cada subparcela (26/11/2010), seguindo de trilha mecanizada.

Nos dois anos de cultivo do feijoeiro, as plântulas emergiram aos seis dias após a semeadura, e a população final de plantas foi de 208 mil plantas ha⁻¹ e 173 mil plantas ha⁻¹, em 2009 e 2010, respectivamente. A cultura foi mantida em regime de irrigação por aspersão convencional, com turno de rega de 4 a 6 dias, utilizando-se 10 a 50 mm de lâmina de água por turno, dependendo da fase de desenvolvimento do feijoeiro. A precipitação pluvial assim como a temperatura máxima e mínima, de cada cinco dias, durante o período de desenvolvimento do feijoeiro nos dois anos agrícolas encontra-se na Figura 2.

No primeiro ano de cultivo do milho (safra 2008/2009) avaliou-se a altura de plantas, altura de inserção da espiga principal, a massa de 1000 grãos e a produtividade de grãos. No segundo ano de cultivo (safra 2009/2010) além destas características, determinou-se o diâmetro do colmo e da ráquis, teor de nitrogênio total foliar, comprimento da espiga, número de fileiras de grãos por espiga e o teor de proteína bruta nos grãos, em cada parcela experimental. Além disso, quantificou-se a palhada produzida, assim como o teor de N na palhada e a porcentagem de recobrimento do solo pelo cultivo de milho exclusivo, milho consorciado com *U. ruziziensis* e *U. ruziziensis* exclusiva nos dois anos de cultivo (safra 2008/2009 e 2009/2010).

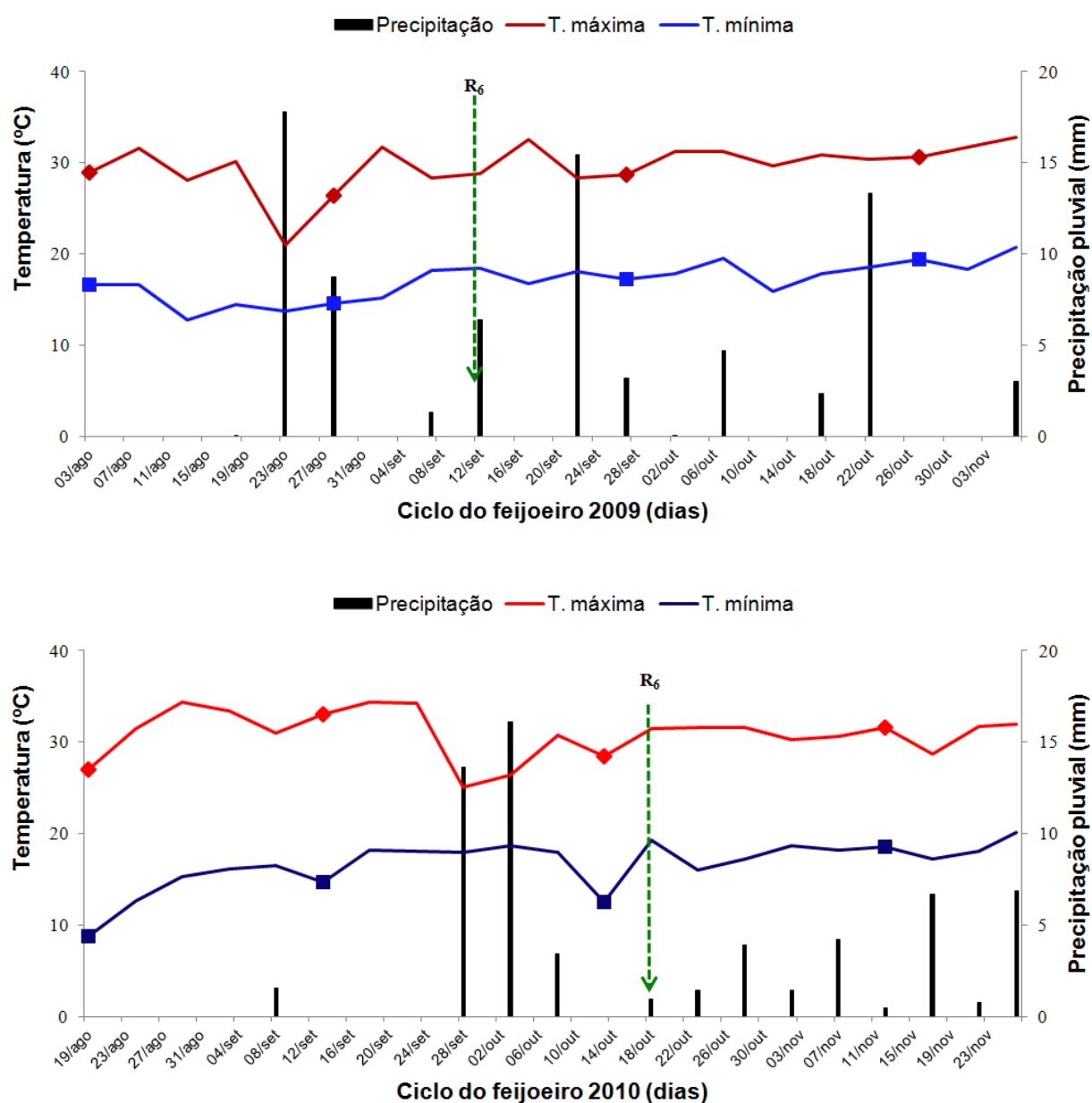


Figura 2. Precipitação pluvial, temperatura máxima e mínima, média de cada cinco dias, durante o período de desenvolvimento do feijoeiro. a) semeadura em 3 de agosto, florescimento (R_6) em 15 de setembro e colheita em 6 de novembro de 2009. b) semeadura em 19 de agosto, florescimento (R_6) em 19 de outubro e colheita em 26 de novembro de 2010. Fonte: Estação Agroclimatológica do Campus da FCAV/UNESP – Jaboticabal, SP.

A altura de plantas e de inserção da espiga principal, assim como o comprimento das espigas foram determinados com auxílio de régua de madeira graduada em dez plantas presentes na área útil de cada parcela. O diâmetro do colmo foi determinado com auxílio de paquímetro digital no segundo entrenó a partir da base em dez plantas por parcela. O diâmetro da ráquis foi determinado no terço central de dez espigas com auxílio de paquímetro digital. Por ocasião do florescimento foram coletados o terço basal de dez folhas, abaixo e opostas à espiga principal dentro da área útil de cada parcela para se determinar o teor de nitrogênio total foliar (COELHO et al., 2002). O número de fileiras de grãos por espiga foi determinado pela contagem em dez espigas coletadas na área útil de cada parcela. A massa de mil grãos foi determinada pela contagem e posterior pesagem do material, com correção dos valores para $0,13 \text{ kg kg}^{-1}$ em base úmida. A produtividade de grãos foi estimada coletando-se todas as espigas presentes nas duas linhas centrais de cada parcela e os valores corrigidos conforme descrito anteriormente.

Posteriormente à colheita do milho, nos dois anos de experimentação e nos três sistemas de cultivo, foram determinados os valores da quantidade de palhada produzida, assim como o recobrimento da superfície do solo aos dez dias antes da semeadura e aos 10 dias após a colheita do feijoeiro. Para isso, foi utilizado quadro de madeira com dimensões internas de 0,5m x 0,5m, sendo as amostras colhidas submetidas à lavagem e secas em estufa de ventilação forçada de ar a 65 a 70°C até massa constante. Para determinação do recobrimento da superfície do solo foi utilizado o método descrito por Laflen, Amemiya e Hintz (1981), que consta na distribuição aleatória de uma fita de 15 m de comprimento, graduada a cada 15 cm, totalizando 100 pontos na superfície da área útil de cada subparcela e verificada a porcentagem de incidência dos pontos com a palhada. Também foi determinado o teor de N na palhada antes da semeadura do feijoeiro. Para isso, o material foi submetido à lavagem em água deionizada, conduzido à estufa de circulação de ar forçada sob temperatura de 65 a 70 °C até massa constante, moído e levado para digestão e determinação do teor de N de acordo com método descrito por Bataglia et al. (1983).

No feijoeiro, nos dois anos agrícolas (2009 e 2010), foram realizadas as seguintes observações quanto ao teor de N foliar, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de 100 grãos, produtividade de grãos. Também foram verificadas as características tecnológicas dos grãos, representadas pelo rendimento de peneira, tempo para cozimento, capacidade de hidratação e teor de proteína bruta nos grãos.

Para a quantificação do teor de N foliar do feijoeiro foram coletados no florescimento da cultura a terceira folha trifoliada com pecíolo do terço médio de 30 plantas de cada subparcela, de acordo com as recomendações de Ambrosano et al. (1997). As folhas foram submetidas à lavagem em água deionizada por três vezes, com condução à estufa de circulação de ar forçada sob temperatura de 65 a 70 °C até massa constante. Depois de secas foram moídas e levadas para digestão e determinação do teor de N de acordo com método descrito por Bataglia et al. (1983).

Antes da colheita do feijoeiro, em uma das linhas da área útil de cada subparcela, foram coletadas dez plantas consecutivas para a determinação do número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de 100 grãos. A produtividade de grãos foi obtida após arranquio manual e trilha mecanizada das plantas presentes nas quatro linhas centrais de cada subparcela, com determinação do grau de umidade dos grãos, padronizando-se para 0,13 kg kg⁻¹ em base úmida.

Foi determinada a eficiência agrônômica (EA) de acordo com o método descrito por Fageria e Baligar (2005), utilizando-se a fórmula $EA = (PGcf - PGsf) / (QNa)$, expressa em kg kg⁻¹, em que PGcf é a produção de grãos com fertilizante nitrogenado; PGsf é a produção de grãos sem fertilizante nitrogenado; e QNa é a quantidade de N aplicado em kg.

Foi calculado o ganho com a aplicação do N utilizando-se a fórmula $Ganho = (PGcf - PGsf)$, expressa em kg ha⁻¹, em que PGcf é a produção de grãos com fertilizante nitrogenado; PGsf é a produção de grãos sem fertilizante nitrogenado. Para o cálculo do ganho relativo, a fórmula utilizada foi $Ganho = (PGcf \times 100) / PGsf$, expressa em percentagem (%), em que PGcf é a produção de grãos com fertilizante nitrogenado; PGsf é a produção de grãos sem fertilizante nitrogenado.

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, os grãos foram classificados em tamanho pela passagem em conjunto de peneiras de crivos oblongos 11/64" x 3/4 (4,37 x 19,05mm), 12/64" x 3/4 (4,76 x 19,05mm), 13/64" x 3/4 (5,16 x 19,05mm) e 14/64" x 3/4 (5,56 x 19,05mm) em agitação por um minuto, determinando-se o rendimento de peneira. O percentual de grãos foi calculado por meio da relação entre o peso dos grãos retidos em cada peneira e o peso total da amostra de cada subparcela.

O teor de proteína bruta foi determinado pela fórmula $PB = N \text{ total} \times 6,25$, em que o N total é o teor de nitrogênio nos grãos, obtido na digestão sulfúrica. O tempo para cozimento, expresso em minutos, foi determinado com o auxílio do cozedor de Mattson, descrito por Durigan (1979), que consta basicamente de 25 estiletes verticais, cada um com peso de 90 gramas, terminados em ponta de 1/16" de diâmetro. 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, com 14 estiletes 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. De posse dos dados, adotou-se a escala de Proctor e Watts (1987) para verificar o nível de resistência ao cozimento, sendo muito suscetível (< 16 minutos); suscetibilidade média (16 a 20 minutos); resistência normal (21 a 28 minutos); resistência média (29 a 32 minutos); resistente (33 a 36 minutos) e muito resistente (> 36 minutos).

A capacidade de hidratação dos grãos do feijoeiro foi 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, 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.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Realizou-se o desdobramento da interação sistema de cultivo x parcelamento do N, quando a mesma foi significativa pelo teste F.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro ano de cultivo, a cultura do milho apresentou características semelhantes quanto ao desempenho agrônomo e alta produtividade de grãos tanto no cultivo exclusivo quanto no consórcio com *U. ruziziensis*, superando $10,5 \text{ t ha}^{-1}$ (Tabela 2). A *U. ruziziensis* foi eficiente na produção de palhada, tanto em cultivo exclusivo quanto em consórcio com milho, proporcionando excelente recobrimento da superfície do solo mesmo aos 30 dias após a colheita do feijoeiro, favorecendo assim a viabilização do SPD (Tabela 2). No segundo ano de cultivo (Tabela 3) as plantas do milho derivadas do cultivo exclusivo apresentaram maior altura de plantas e maior teor de N foliar e teor de proteína nos grãos, quando comparadas as do cultivo consorciado entre milho e *U. ruziziensis*. Ocorreu influência residual do nitrogênio aplicado nas culturas antecessoras do feijoeiro. O desdobramento de interação entre sistema de cultivo x parcelamento de nitrogênio para o teor de N foliar no milho encontra-se na Tabela 4.

Tabela 2. Características agrônômicas e produtividade de grãos de milho, quantidade de palhada produzida, teor de nitrogênio (N) na palhada e percentual de recobrimento da superfície do solo pelos cultivos de milho exclusivo, consórcio milho + *Urochloa ruziziensis* e *U. ruziziensis* exclusiva, na implantação do sistema de plantio direto, Jaboticabal-SP, 2008/09¹.

Sistemas de cultivo (S)	Milho	Milho + <i>U. ruziziensis</i>	<i>U.</i> <i>ruiziensis</i>
Altura de planta (m)	2,67	2,55	-
Inserção da espiga principal (m)	1,65	1,61	-
Massa de 1000 grãos (g)	338	333	-
Produtividade de grãos (t ha^{-1})	11,5	10,5	-
Quantidade de palhada (t ha^{-1}) ²	8,6	10,4	17,4
Quantidade de palhada (t ha^{-1}) ³	4,3	5,2	7,8
Teor de N na palhada (g kg^{-1})	12	12	15
Recobrimento da superfície do solo (%) ²	79	97	100
Recobrimento da superfície do solo (%) ³	63	81	90

¹ Dados médios por sistema de cultivo. ² Levantamento realizado aos 10 dias antes a semeadura do feijoeiro. ³ Levantamento realizado aos 10 dias após a colheita do feijoeiro.

Tabela 3. Altura de plantas e de inserção da espiga principal, diâmetro do colmo e da ráquis, teor de nitrogênio (N) foliar, comprimento da espiga, número de fileiras de grãos por espiga, massa de mil grãos, teor de proteína bruta nos grãos e produtividade de grãos do milho, em função do cultivo exclusivo e consorciado com *Urochloa ruziziensis* e do efeito residual do parcelamento da adubação nitrogenada aplicada na cultura antecessora (feijoeiro, 2009), Jaboticabal-SP, 2009/2010 ¹.

Tratamentos	Altura			Diâmetro		Teor de N foliar - g kg ⁻¹ -	Comprimento da espiga - cm -	Fileiras de grãos por espiga - n -	Massa de mil grãos - g -	Teor de proteína bruta - g kg ⁻¹ -	Produtividade de grãos - t ha ⁻¹ -
	Plantas	Espiga	Colmo	Colmo	Ráquis						
	----- m -----	-----	----- mm -----	----- mm -----	-----						
Sistema de cultivo (S)											
Milho	2,4a	1,5a	21,8a	29,4		29,4	14,9a	16,4	225,3a	91,1 a	6,3
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	2,3b	1,4b	20,0b	29,0		26,4	14,2b	16,4	253,2b	87,4 b	6,4
<i>U. ruziziensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)	3,7	2,0	4,7	2,9		3,7	3,2	2,9	3,1	7,1	22,8
Parcelamento do N (P) ²											
P1 (00+00+00)	2,3	1,4	20,2	29,0		27,1	14,1	16,3	242,7	90,8	6,4
P2 (00+90+00)	2,3	1,4	21,3	29,1		29,1	15,1	15,8	242,1	89,7	6,6
P3 (30+60+00)	2,4	1,5	21,1	29,3		28,4	14,6	16,5	231,7	89,7	6,3
P4 (60+30+00)	2,4	1,5	20,6	29,6		28,0	14,4	16,7	237,6	93,0	6,3
P5 (30+00+60)	2,4	1,5	21,1	28,5		28,3	14,2	16,2	241,1	91,0	6,4
P6 (60+00+30)	2,3	1,4	20,9	29,5		25,5	15,0	16,8	237,9	90,2	6,2
P7 (00+60+30)	2,3	1,4	20,9	29,3		27,2	14,6	16,4	240,4	94,1	6,5
P8 (45+45+00)	2,3	1,4	21,3	28,9		27,4	14,4	16,2	241,3	89,7	6,4
P9 (00+45+45)	2,3	1,4	20,7	29,5		29,7	14,5	16,5	239,4	91,3	5,8
P10 (45+00+45)	2,3	1,5	21,1	29,5		28,6	14,6	16,5	237,9	92,4	6,5
CV (%)	2,8	3,4	3,8	3,2		5,7	5,5	4,0	4,5	6,7	9,9
Teste F											
S	56,66**	60,74**	70,11**	3,27 ^{ns}		166,58**	51,94**	0,03 ^{ns}	278,04**	28,49*	0,23 ^{ns}
P	0,62 ^{ns}	0,90 ^{ns}	1,64 ^{ns}	1,27 ^{ns}		4,60**	1,20 ^{ns}	1,36 ^{ns}	0,76 ^{ns}	0,49 ^{ns}	0,90 ^{ns}
S x P	0,55 ^{ns}	0,48 ^{ns}	1,24 ^{ns}	1,60 ^{ns}		2,78**	0,55 ^{ns}	1,46 ^{ns}	0,45 ^{ns}	1,68 ^{ns}	1,12 ^{ns}

¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade. *, ** significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente e ns – não significativo pelo teste F. ² Quantidade de N aplicada em cobertura na cultura antecessora (feijoeiro, 2009) nos estádios fenológicos V₃ (formação do primeiro trifólio), V₄ (presença da terceira folha trifoliada) e R₅ (pré-florescimento), respectivamente.

Tabela 4. Desdobramento da interação sistemas de cultivo x parcelamento do nitrogênio para o teor de nitrogênio (N) foliar na cultura do milho, em função do cultivo exclusivo e consorciado com *Urochloa ruziziensis* e do efeito residual do parcelamento da adubação nitrogenada aplicada na cultura antecessora (feijoeiro, 2009), Jaboticabal-SP, 2009/2010 ¹.

Parcelamento N (P) ²	Teor de N foliar (g kg ⁻¹)	
	Milho	Milho + <i>U. ruziziensis</i>
P1 (00+00+00)	28,6bA	26,6aA
P2 (00+90+00)	30,4bA	27,8aB
P3 (30+60+00)	29,0bA	27,8aA
P4 (60+30+00)	28,7bA	27,3aA
P5 (30+00+60)	29,4bA	27,1aB
P6 (60+00+30)	28,2bA	22,7cB
P7 (00+60+30)	29,4bA	25,0bB
P8 (45+45+00)	28,9bA	25,9aB
P9 (00+45+45)	33,1aA	26,4aB
P10 (45+00+45)	29,7bA	27,5aB
Média	29,5	26,4
CV d. S (%)		3,7
CV d. P (%)		5,7
Média geral		27,9

¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade. ² Quantidade de N aplicada em cobertura nos estádios fenológicos V₃ (formação do primeiro trifólio), V₄ (presença da terceira folha trifoliada) e R₅ (pré-florescimento), respectivamente.

Quanto ao comportamento agrônomo do milho (safra 2009/2010) a altura de planta, altura de inserção da espiga principal e diâmetro de colmo, diferiram apenas entre os sistemas de cultivo, mostrando-se superior para estas variáveis no sistema de milho exclusivo, possivelmente em razão da competição interespecífica (Tabela 3).

Mingotte (2011) avaliando sistemas de cultivo não observou diferença para altura de planta e inserção da primeira espiga, entre o milho consorciado com braquiária e o milho exclusivo, porém observou redução no diâmetro de colmo de plantas de milho consorciadas com a forrageira. Avaliando interações e interferências de espécies de braquiárias no desempenho da cultura do milho, Tsumanuma (2004) observou que para altura de plantas e diâmetro de colmo, não evidenciou diferença para os tratamentos

estudados. A competição pelos recursos, exercida pela *U. ruziziensis* ao milho, afetou negativamente a altura das plantas e da inserção da espiga, o diâmetro do colmo, o comprimento da espiga e a massa de 1000 grãos e os teores de nitrogênio foliar e de proteína bruta nos grãos, embora sem afetar a produtividade (Tabela 3). A formação de colmos mais finos resultante da competição interespecífica. O colmo da planta de milho é considerado estrutura destinada ao armazenamento de fotoassimilados sujeitos ao translocamento à espiga, possivelmente ocasionou redução na massa de 1000 grãos. Não ocorreu diferença entre a produtividade de grãos de milho cultivado em consórcio com *U. ruziziensis* em relação ao cultivo exclusivo (Tabelas 2 e 3), o que também foi observado por Lara-Cabezas e Pádua (2007).

Quanto a quantidade de palhada produzida e a porcentagem de cobertura morta na superfície do solo ocorreram diferenças entre os sistemas de cultivo implantados no verão 2009/2010 (Tabela 5), sendo superiores a safra 2008/2009 (Tabela 2). No entanto, a alta tecnologia empregada no cultivo exclusivo, ou consorciado, não foi capaz de suprimir os efeitos residuais da adubação nitrogenada aplicada no cultivo antecessor (Tabela 5), ocorreu interação entre sistemas de cultivo e parcelamento da adubação nitrogenada, cujo desdobramento encontra-se na Tabela 6. A quantidade de palhada produzida no sistema com braquiária exclusiva foi semelhante aos apresentados por Gomes Junior, Sá e Valério Filho (2008) de 12,3 t ha⁻¹ (*U. brizantha*) mesmo com a antecipação do manejo mecânico da forrageira. Em relação ao teor de N na palhada, *U. ruziziensis* apresentou menor valor em relação ao milho (Tabela 5).

A presença de cobertura morta na superfície do solo foi total nos sistemas em que a *U. ruziziensis* esteve presente, indicando efeito positivo do consórcio com milho no que se refere à melhoria das condições químicas, físicas e biológicas do solo; assim como do aumento da capacidade de armazenamento de água. A quantidade de palhada produzida, assim como a porcentagem de recobrimento da superfície do solo no sistema com braquiária exclusiva foram superiores aos demais sistemas de cultivo, independente do efeito residual do nitrogênio aplicado na cultura antecessora (Tabela 6), o que demonstra o grande potencial da *U. ruziziensis* na produção de palhada com elevada relação C/N, podendo contribuir para a manutenção de cobertura morta na

superfície do solo, bem como para a ciclagem de N quando utilizada em sistemas de cultivo.

Tabela 5. Quantidade de palhada produzida, teor de nitrogênio na palhada e percentual de recobrimento da superfície do solo pelos cultivos de milho exclusivo, consórcio milho + *Urochloa ruziziensis* e *U. ruziziensis* exclusiva, Jaboticabal-SP, 2009/2010 ¹.

Tratamentos	Quantidade de palhada		Teor de nitrogênio	Recobrimento da superfície do solo	
	Antes ³	Após ⁴	Antes ³	Antes ³	Após ⁴
	----- t ha ⁻¹ -----	-----	-- g kg ⁻¹ --	----- % -----	-----
Sistemas de cultivo (S)					
Milho	12,7b	4,4c	29a	79b	67
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	13,8b	5,2b	25b	100a	89
<i>U. ruziziensis</i>	16,0a	7,8a	14c	100a	100
CV (%)	24,1	7,1	9,9	1,7	1,6
Parcelamento de N (P) ²					
P1 (00+00+00)	14,4	5,4	21	93	84
P2 (00+90+00)	13,0	5,3	23	93	87
P3 (30+60+00)	14,9	6,2	23	93	85
P4 (60+30+00)	14,5	6,0	23	93	85
P5 (30+00+60)	14,0	6,2	23	92	86
P6 (60+00+30)	13,6	6,0	21	93	85
P7 (00+60+30)	15,9	5,8	23	93	86
P8 (45+45+00)	14,7	5,7	22	93	85
P9 (00+45+45)	13,8	5,7	23	93	85
P10 (45+00+45)	12,8	5,7	23	93	85
CV (%)	16,3	7,4	11,9	1,4	1,6
Teste F					
S	9,15**	737,43**	475,18**	2320,19**	6219,11**
P	1,92 ^{ns}	5,63**	0,85 ^{ns}	1,02 ^{ns}	6,31**
S x P	0,96 ^{ns}	3,73**	1,6 ^{ns}	1,02 ^{ns}	5,05**

¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de significância. *, ** significativo a 5 e 1% respectivamente e ns – não significativo pelo teste F. ² Quantidade de N aplicada em cobertura nos estádios fenológicos V₃ (formação do primeiro trifólio), V₄ (presença da terceira folha trifoliada) e R₅ (pré-florescimento). ³ Levantamento realizado aos 10 dias antes a semeadura do feijoeiro. ⁴ Levantamento realizado aos 10 dias após a colheita do feijoeiro

Tabela 6. Desdobramento da interação sistemas de cultivo x parcelamento do nitrogênio para a quantidade de palhada produzida e porcentagem de recobrimento da superfície do solo pelos cultivos de verão contendo milho exclusivo, consórcio milho *Urochloa ruziziensis* e *U. ruziziensis* exclusiva após a colheita do feijoeiro, Jaboticabal-SP, 2009/2010 ¹.

Parcelamento N (P) ²	Quantidade de Palhada ³ (t ha ⁻¹)			Recobrimento da superfície do solo ³ (%)		
	Milho	Milho + <i>U. ruziziensis</i>	<i>U. ruziziensis</i>	Milho	Milho + <i>U. ruziziensis</i>	<i>U. ruziziensis</i>
P1 (00+00+00)	4,1cC	5,1aB	7,2cA	63dC	88aB	100aA
P2 (00+90+00)	4,2cB	4,6aB	7,1cA	72aC	90aB	100aA
P3 (30+60+00)	5,4aB	5,6aB	7,6cA	68bC	88aB	100aA
P4 (60+30+00)	4,6bC	5,3aB	8,0bA	67cC	88aB	100aA
P5 (30+00+60)	4,6bC	5,2aB	8,9aA	69bC	89aB	100aA
P6 (60+00+30)	4,5bC	5,2aB	8,2bA	67cC	89aB	100aA
P7 (00+60+30)	4,0cC	5,3aB	8,2bA	70bC	89aB	100aA
P8 (45+45+00)	4,6bB	5,0aB	7,7cA	64dC	89aB	100aA
P9 (00+45+45)	4,5bC	5,4aB	7,3cA	65dC	88aB	100aA
P10 (45+00+45)	3,5cC	5,4aB	8,0bA	65dC	90aB	100aA
Média	4,4	5,2	7,8	67,0	88,8	100,0
CV d. S (%)		7,1			1,6	
CV d. P (%)		7,4			1,6	
Média geral		5,8			84,4	

¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade. ² Quantidade de N aplicada em cobertura nos estádios fenológicos V₃ (formação do primeiro trifólio), V₄ (presença da terceira folha trifoliada) e R₅ (pré-florescimento), respectivamente. ³ Levantamento realizado aos 10 dias após a colheita do feijoeiro.

Aos 10 dias após a colheita do feijão foi possível notar redução acentuada na quantidade de palhada, evidenciando a ação climática e biológica em sua decomposição durante o ciclo do feijoeiro nos dois ciclos de cultivo (Tabelas 5 e 6). Os resultados obtidos apontam que durante o ciclo do feijoeiro (semeado em agosto de 2008) foram liberados aproximadamente 5, 6 e 15 kg de N ha⁻¹ enquanto no ano seguinte (feijoeiro semeado em agosto de 2009) foram disponibilizados 24, 21 e 11 kg de N ha⁻¹ pelas palhadas de milho exclusivo, milho consorciado com braquiária e braquiária exclusiva, produzidas no verão 2008/2009 e verão 2009/2010, respectivamente. O teor de N na palhada diferiu entre os sistemas de cultivo no segundo ano de experimentação (Tabela 5), o que explica as diferenças entre a

quantidade de N liberadas ao feijoeiro subsequente. Estes resultados podem explicar, em parte, o desempenho agrônomo e produtivo do feijoeiro nos três sistemas de cultivo mesmo sob a ausência da adubação nitrogenada em cobertura (Tabelas 7 e 9).

No cultivo do feijoeiro, o teor de N total foliar no florescimento não diferiu quanto aos sistemas de cultivo na safra 2009, mas sim na safra 2010 ocorrendo superioridade no feijoeiro cultivado em sucessão ao milho exclusivo. Quanto à aplicação parcelada de N ocorreram diferenças para esta característica apenas na safra 2009 (Tabela 7). Mesmo na ausência de adubação nitrogenada, os teores observados estão compreendidos dentro da faixa adequada (entre 30 e 50 g kg⁻¹), de acordo com Ambrosano et al. (1997), possivelmente devido à liberação de N pela degradação da palhada do cultivo antecedente e do carbono orgânico presente no solo e pela aplicação deste nutriente na cultura do milho.

Embora grandes quantidades de N estão contidas na parte aérea das culturas denominadas cobertura do solo, a quantidade real de N aproveitada pela cultura em sucessão dependerá do sincronismo entre a decomposição da palhada e a demanda da cultura sucessora. Mesmo o feijoeiro apresentando ciclo curto, é provável que a decomposição da palhada de milho e de braquiária tenha suprido a necessidade das plantas quanto ao N.

Foi verificada interação entre sistemas de cultivo x parcelamento de nitrogênio para os componentes de produção número de vagens por planta e número de grãos por vagem na cultivar Pérola (safra 2009), conforme apresentado na Tabela 7, cujos respectivos desdobramentos encontram-se na Tabela 8. Para o número de vagens por planta, nota-se que o parcelamento 30+00+60 se destacou nos três sistemas de cultivo estudados. No feijoeiro em sucessão a milho consorciado com braquiária o parcelamento 45+45+00 proporcionou o maior valor para essa variável. Esse mesmo parcelamento conferiu maior número de grãos por vagem no feijoeiro porem em sucessão a *U. ruziziensis* exclusiva (Tabela 8).

Tabela 7. Teor de nitrogênio (N) foliar, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de 100 grãos no feijoeiro em dois anos agrícolas, cultivares Pérola (2009) e IPR 139 (2010), em função do parcelamento da adubação nitrogenada, em sucessão a milho exclusivo, consórcio milho + *Urochloa ruziziensis* e *U. ruziziensis* exclusiva, Jaboticabal-SP⁽¹⁾.

Tratamentos	Teor de N foliar		Número de vagens por planta		Número de grãos por vagem		Massa de 100 grãos	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010
	----- g kg ⁻¹ -----		----- n ^o -----		----- g -----			
Sistemas de cultivo (S)								
Milho	32,0	48,4 a	12,9 b	24,1 a	4,0 b	3,6 b	23,9 c	28,2
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	34,1	42,1 b	14,7 a	18,9 b	3,4 c	4,0 a	23,7 b	28,7
<i>U. ruziziensis</i>	33,6	44,3 b	11,7 b	19,3 b	4,8 a	3,7 b	27,6 a	28,1
CV (%)	16,6	15,15	21,1	34,23	13,3	14,68	14,3	5,73
Parcelamento do N (P) ²								
P1 (00+00+00)	33,4 a	44,6	11,7	19,2 b	4,1	3,8	25,8	28,1
P2 (00+90+00)	31,7 b	43,6	13,3	19,7 b	3,7	4,0	24,1	28,3
P3 (30+60+00)	31,6 b	41,4	13,0	25,9 a	4,3	3,3	25,4	28,4
P4 (60+30+00)	30,8 b	43,9	12,1	16,8 b	3,9	3,8	24,8	28,0
P5 (30+00+60)	34,8 a	46,2	15,2	21,9 a	4,0	3,7	25,4	28,7
P6 (60+00+30)	33,4 a	45,5	12,2	20,0 b	4,0	3,8	24,8	29,3
P7 (00+60+30)	35,5 a	44,0	12,7	21,7 a	3,8	3,7	25,4	28,2
P8 (45+45+00)	33,6 a	47,4	14,4	21,6 a	4,2	3,7	25,0	27,8
P9 (00+45+45)	33,9 a	45,4	13,5	21,6 a	4,3	4,0	25,0	29,0
P10 (45+00+45)	33,7 a	47,1	12,9	19,4 b	4,2	3,8	25,1	27,5
CV (%)	8,8	14,49	15,4	24,85	14,0	8,13	7,8	7,01
Teste F								
S	1,67 ^{ns}	8,79 ^{**}	12,20 ^{**}	6,43 [*]	7,83 ^{**}	6,22 [*]	15,23 ^{**}	1,26 ^{ns}
P	3,02 ^{**}	0,94 ^{ns}	3,31 ^{**}	2,61 ^{**}	1,53 ^{ns}	0,82 ^{ns}	0,64 ^{ns}	0,96 ^{ns}
S x P	0,95 ^{ns}	1,01 ^{ns}	2,30 ^{**}	1,48 ^{ns}	3,77 ^{**}	1,20 ^{ns}	0,89 ^{ns}	1,48 ^{ns}

¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade. *, ** significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente e ns – não significativo pelo teste F. ² Quantidade de N aplicada em cobertura nos estádios fenológicos V₃ (formação do primeiro trifólio), V₄ (presença da terceira folha trifoliada) e R₅ (pré-florescimento).

Tabela 8. Desdobramento da interação sistemas de cultivo x parcelamento do nitrogênio para os componentes de produção número de vagens por planta e número de grãos por vagem do feijoeiro, cultivar Pérola, em função do parcelamento da adubação nitrogenada, em sucessão a milho exclusivo, consórcio milho *Urochloa ruziziensis* e *U. ruziziensis* exclusiva, Jaboticabal-SP, 2009 ¹.

Parcelamento N (P) ²	Número de vagens por planta			Número de grãos por vagem		
	Milho	Milho + <i>U. ruziziensis</i>	<i>U. ruziziensis</i>	Milho	Milho + <i>U. ruziziensis</i>	<i>U. ruziziensis</i>
P1 (00+00+00)	11,6 bA	12,7 bA	10,7 bA	4,1 aA	3,4 aB	4,8 aA
P2 (00+90+00)	11,5 bA	13,5 bA	14,8 aA	4,3 aA	3,2 aB	3,5 aB
P3 (30+60+00)	14,1 aA	14,1 bA	10,6 bA	4,3 aB	3,5 aB	5,2 aA
P4 (60+30+00)	11,8 bA	13,9 bA	10,6 bA	3,6 bB	3,2 aB	5,0 aA
P5 (30+00+60)	15,4 aA	16,2 aA	14,0 aA	3,0 bB	4,2 aA	4,8 aA
P6 (60+00+30)	9,8 bB	15,3 aA	11,7 bB	4,3 aA	3,4 aB	4,4 aA
P7 (00+60+30)	14,0 aA	12,9 bA	11,2 bA	3,2 bB	3,5 aB	4,8 aA
P8 (45+45+00)	14,1 aB	18,3 aA	10,7 bC	4,6 aA	2,7 aB	5,3 aA
P9 (00+45+45)	14,0 aA	15,4 aA	10,9 bB	4,4 aA	3,4 aB	4,9 aA
P10 (45+00+45)	12,7 bA	14,7 bA	11,3 bA	4,1 aB	3,4 aB	5,2 aA
Média	12,9	14,7	11,6	4,0	3,4	4,8
CV d. S (%)		21,1			13,3	
CV d. P (%)		15,4			14,0	
Média geral		13,1			4,1	

¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade. ² Quantidade de N aplicada em cobertura nos estádios fenológicos V₃ (formação do primeiro trifólio), V₄ (presença da terceira folha trifoliada) e R₅ (pré-florescimento), respectivamente.

Para a cultivar IPR 139 (safra 2010), o número de vagens por planta foi afetado tanto pelo sistema de cultivo antecessor (destaque para milho exclusivo), quanto pelos modos de parcelamento do nitrogênio, com destaque para 30+60+00; 30+00+60; 00+60+30; 45+45+00 e 00+45+45. Quanto ao número de grãos por vagem ocorreram efeitos apenas relacionados ao sistema de cultivo antecessor, com valor superior no feijoeiro cultivado após milho consorciado com *U. ruziziensis*. Os resultados obtidos evidenciam o equilíbrio fisiológico entre estes dois componentes de rendimento, isto é, um se eleva em detrimento do outro, fato observado comparando-se simultaneamente seus comportamentos no feijoeiro em sucessão a milho exclusivo e consorciado com *U. ruziziensis*, respectivamente (Tabela 7). Quanto a produtividade de grãos do feijoeiro, os parcelamentos de N 30+60+00, 60+30+00, 00+60+30, 45+45+00, 00+45+45 e 45+00+45 promoveram os maiores resultados, na safra 2009 (Tabela 9).

Tabela 9. Produtividade de grãos, eficiência agrônômica (EA), ganho (kg ha^{-1}) e ganho relativo (%) com a aplicação do N no feijoeiro em dois anos agrícolas, cultivares Pérola (2009) e IPR 139 (2010), em função do parcelamento da adubação nitrogenada, em sucessão a milho exclusivo, consórcio milho + *Urochloa ruziziensis* e *U. ruziziensis* exclusiva, Jaboticabal-SP¹.

Tratamentos	Produtividade de grãos		Eficiência agrônômica		Ganho com aplicação de N			
	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010
	----- kg ha^{-1} -----	-----	----- kg kg^{-1} de N-----	-----	----- kg ha^{-1} -----	-----	----- % -----	-----
Sistemas de cultivo (S)								
Milho	2.942	2.939 a	5,68	3,61	511	325	21,0	12,4
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	2.729	2.830 a	3,31	2,40	298	216	12,3	8,3
<i>U. ruziziensis</i>	2.492	2.728 b	0,68	1,27	61	114	2,5	4,4
CV (%)	28,5	9,6	-	-	-	-	-	-
Parcelamento do N (P)²								
P1 (00+00+00)	2.431 b	2.614 b	-	-	-	-	-	-
P2 (00+90+00)	2.477 b	2.744 b	0,51	1,44	46	130	1,9	5,0
P3 (30+60+00)	2.949 a	2.736 b	5,76	1,36	518	122	21,3	4,7
P4 (60+30+00)	2.947 a	2.767 b	5,73	1,70	516	153	21,2	5,9
P5 (30+00+60)	2.655 b	2.871 b	2,49	2,86	224	257	9,2	9,8
P6 (60+00+30)	2.589 b	2.849 b	1,76	2,61	158	235	6,5	9,0
P7 (00+60+30)	2.793 a	2.709 b	4,02	1,06	362	95	14,9	3,6
P8 (45+45+00)	2.796 a	3.030 a	4,06	4,62	365	416	15,0	15,9
P9 (00+45+45)	2.794 a	2.870 b	4,03	2,84	363	256	14,9	9,8
P10 (45+00+45)	2.783 a	3.135 a	3,91	5,79	352	521	14,5	19,9
CV (%)	11,7	12,5	-	-	-	-	-	-
Teste F								
S	3,37 ^{ns}	6,02*	-	-	-	-	-	-
P	3,76**	2,33*	-	-	-	-	-	-
S x P	1,37 ^{ns}	1,13 ^{ns}	-	-	-	-	-	-

¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade. *, ** significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente e ns – não significativo pelo teste F. ² Quantidade de N aplicada em cobertura nos estádios fenológicos V₃ (formação do primeiro trifólio), V₄ (presença da terceira folha trifoliada) e R₅ (pré-florescimento), respectivamente.

Na safra 2010, as produtividades de grãos obtidas no feijoeiro cultivado em sucessão ao milho exclusivo e ao consórcio destacaram-se quando comparado ao sistema de cultivo contendo braquiária exclusiva, com os parcelamentos que promoveram superior rendimento de grãos foram 45+45+00 e 45+00+45, superando 3.000 kg ha⁻¹ (Tabela 9).

Em relação aos componentes de produção e produtividade de grãos, resultados discordantes foram apresentados pela pesquisa. Binotti et al. (2007) encontraram efeitos de épocas de aplicação de nitrogênio no número de vagens por planta, obtendo o maior valor na aplicação total de N em semeadura. Gomes Junior, Sá e Valério Filho (2008) não visualizaram efeitos significativos entre épocas de aplicação de N e cultivos de milho e *U. brizantha* antecessores ao feijoeiro nos componentes número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de 100 grãos.

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; MODA-CIRINO, 2008). No período compreendido entre o florescimento pleno e a colheita do feijoeiro mesmo tendo ocorrido temperaturas diurnas superiores a 32°C, a temperatura noturna foi inferior a 20°C (Figura 2). Nos dois anos agrícolas, os resultados de produtividade de grãos indicam que as cultivares Pérola e IPR 139 podem ser consideradas como tolerantes ao estresse por altas temperaturas. No entanto, pode ter ocorrido contribuição da palhada presente na superfície do solo, pois, segundo Muzilli (2006) ocorre redução da variação térmica no solo e maior taxa de infiltração de água no solo como benefícios da cobertura morta. Também Hoffmann Júnior et al. (2007) verificaram a ocorrência da variabilidade genética para tolerância a alta temperatura do ar durante o período de botão floral até o início da formação das vagens, onde as cultivares Pérola, TPS Bonito, BRS Valente e Corrente foram tolerantes a temperatura do ar de 30°C por uma hora.

Florentin et al. (2012) verificaram o feijoeiro em sucessão à palhada de milho consorciado com *U. ruziziensis* apresentou produtividade de grãos 29,5% superior ao

cultivado em sucessão à palhada de milho exclusivo, assim como 23,7% superior quando a cultura antecessora foi apenas a *U. ruziziensis* em comparação a utilização de milho exclusivo. Segundo os autores, esses resultados indicam a melhoria do ambiente solo devido à cobertura de sua superfície proporcionado pela forrageira.

O feijoeiro cultivado em sucessão ao milho exclusivo apresentou maior eficiência agronômica e ganho de produtividade com a aplicação do N em cobertura, nos dois anos de experimentação (Tabela 9). No cultivo do feijoeiro, cultivar Pérola, em sucessão a gramíneas, Binotti et al. (2009) verificaram respostas de produtividade em relação a adubação nitrogenada, com o parcelamento da adubação nitrogenada não sendo economicamente viável, pois as produtividades dos tratamentos com parcelamento do adubo nitrogenado foram semelhantes às de dose única de N no sulco de semeadura.

Mingotte (2011) em feijoeiro (IPR Juriti) com a realização de adubação nitrogenada de cobertura em sucessão a milho e braquiária exclusivos e consorciados, verificou que a eficiência agronômica, no sistema de cultivo em que a cultura do milho exclusivo foi antecedente ao feijoeiro, foi obtido o valor de 12,7 kg de feijão por kg de N aplicado mediante a dose de 40 kg ha⁻¹ de N, ocorrendo comportamento decrescente em função das doses de N. No feijoeiro cultivado em sucessão a braquiária exclusiva, a eficiência agronômica apresentou incremento médio de 3,4 kg de grãos por kg de N aplicado. No sistema de cultivo de milho consorciado com braquiária os valores de eficiência agronômica ficaram em torno de 1 kg de grãos de feijão para cada kg de N aplicado, o que é claramente antieconômico. Diante destes resultados, o pesquisador relatou que, sob plantio direto, em condições irrigadas e em sucessão ao cultivo de milho consorciado com *U. ruziziensis* ocorreu menor resposta do feijoeiro à aplicação de N em cobertura, em relação aos demais sistemas de cultivo experimentados.

Mingotte et al. (2012) ao avaliarem a influência de três sistemas de cultivos, representados por milho exclusivo, milho consorciado com *Urochloa ruziziensis* e *U. ruziziensis* exclusiva (cultivos de verão) antecedentes ao feijoeiro IPR Juriti (cultivo de inverno-primavera com uso de irrigação), submetido a cinco doses de nitrogênio (0, 40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹) verificaram que a adubação nitrogenada proporcionou melhoria

na margem bruta de ganho no feijoeiro cultivado sobre palhadas de milho e *U. ruziziensis* exclusivos. Neste estudo, os pesquisadores observaram que no cultivo de feijão após *U. ruziziensis* exclusiva a aplicação da dose de 40 kg de N ha⁻¹ mostrou viabilidade econômica, fato que pode ser explicado pela possível liberação deste e outros nutrientes presentes na palhada de braquiária.

Com relação à classificação dos grãos de feijão por tamanho por meio do rendimento de peneira, verificou-se maior porcentagem de grãos retidos na peneira 11 no cultivo do feijoeiro em sucessão a milho exclusivo e milho consorciado com braquiária na cultivar Pérola, enquanto a cultivar IPR 139 apresentou maior rendimento nas peneiras 12 e 13 quando em sucessão a *U. ruziziensis* exclusiva (Tabela 10). Quanto ao desdobramento da interação sistemas de cultivo x parcelamento da adubação nitrogenada para a porcentagem de grãos retidos na peneira 12, ocorrida na safra 2009, notou-se superioridade dos parcelamentos P4 (60+30+00) e P10 (45+00+45) no feijoeiro cultivado em sucessão a milho exclusivo e dos parcelamentos (00+90+00) e (45+45+00) no feijoeiro em sucessão a milho + *U. ruziziensis* (Tabela 11).

O rendimento de peneira pode ser uma alternativa na busca de melhores preços de mercado, uma vez que o conceito de grãos de maior tamanho vem sendo adotado na comercialização de grãos de feijão. A peneira número 12 é considerada uma referência de tamanho de grãos pelas empacotadoras de feijão, as quais oferecem uma gratificação financeira (ágio) para fornecedores que apresentam um produto com rendimento acima de 70%, caracterizando-se como grãos graúdos (CARBONELL et al., 2010; MINGOTTE, 2011). Em relação aos grãos retidos na peneira 12 acima a cultivar IPR 139 mostrou-se superior à Pérola, apresentado em média 80% de renda. Ao comparar os dados do beneficiamento de grãos, é possível observar que a superioridade da cultivar IPR 139 pode ser explicada pela maior renda de grãos nas peneiras 13 e 14 (32,3 e 30%), respectivamente (Tabela 10).

Tabela 10. Rendimento de peneira (RP), determinada pela porcentagem de grãos do feijoeiro retidos em peneiras de furo oblongo, em dois anos agrícolas, cultivares Pérola (safra 2009) e IPR 139 (safra 2010), em função do parcelamento da adubação nitrogenada, em sucessão a milho exclusivo, consórcio milho + *Urochloa ruziziensis* e *U. ruziziensis* exclusiva, Jaboticabal-SP¹.

Tratamentos	RP ³ (2009)						RP ³ (2010)					
	Fundo	RP11	RP12	RP13	RP14	RP≥12	Fundo	RP11	RP12	RP13	RP14	RP≥12
----- % de grãos retidos -----												
Sistema de cultivo (S)												
Milho	19,1	18,7 a	23,6 a	27,2	11,4	62,2	6,2 a	16,6 a	14,6 b	28,4 b	34,1 a	77,1 b
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	18,7	19,0 a	24,4 a	28,8	9,0	62,3	5,5 a	16,6 a	16,5 b	31,8 b	29,6 b	77,9 b
<i>U. ruziziensis</i>	18,0	14,5 b	20,6 b	31,4	15,5	67,5	3,8 b	14,2 b	18,8 a	36,8 a	26,4 c	82,0 a
CV (%)	69,5	41,0	22,1	33,8	89,8	30,3	49,0	22,9	27,1	20,3	18,8	5,8
Parcelamento do N (P) ²												
P1 (00+00+00)	18,5	16,2	23,0	30,0	11,9	65,0	4,8	15,1	15,9	34,2 a	30,0	80,1
P2 (00+90+00)	18,7	18,8	23,6	28,0	10,8	62,5	4,3	15,3	17,3	34,7 a	28,3	80,4
P3 (30+60+00)	19,5	14,5	22,7	27,5	12,9	63,1	5,4	15,5	18,0	32,2 a	28,9	79,1
P4 (60+30+00)	18,6	16,6	22,7	30,2	11,9	64,8	5,3	15,8	15,7	32,4 a	30,8	78,9
P5 (30+00+60)	20,0	17,2	22,4	28,7	11,6	62,8	4,9	15,4	17,1	31,8 a	30,8	79,7
P6 (60+00+30)	19,4	19,0	23,6	28,0	9,9	61,5	6,2	17,8	17,0	29,6 a	29,4	76,1
P7 (00+60+30)	18,1	17,2	22,4	29,9	12,4	64,7	4,6	16,3	16,4	32,3 a	30,3	79,1
P8 (45+45+00)	17,0	17,3	22,8	30,3	12,5	65,6	5,4	16,3	16,4	32,7 a	29,1	78,3
P9 (00+45+45)	16,9	17,3	21,7	30,1	13,9	65,8	5,7	15,0	15,8	32,3 a	31,1	79,3
P10 (45+00+45)	18,7	17,1	24,1	28,5	11,6	64,2	5,3	15,6	16,5	31,2 a	31,4	79,1
CV (%)	37,9	23,9	14,0	21,9	44,7	15,8	28,7	21,7	16,4	10,2	17,7	5,1
Teste F												
S	0,07 ^{ns}	4,97*	6,25*	1,90 ^{ns}	3,69 ^{ns}	0,99 ^{ns}	9,84*	6,07*	8,85*	16,420**	18,85**	13,27**
P	0,24 ^{ns}	0,53 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,50 ^{ns}	0,24 ^{ns}	1,54 ^{ns}	0,70 ^{ns}	0,86 ^{ns}	2,23*	0,48 ^{ns}	1,06 ^{ns}
S x P	0,94 ^{ns}	0,57 ^{ns}	1,8*	0,83 ^{ns}	0,90 ^{ns}	0,74 ^{ns}	1,35 ^{ns}	0,50 ^{ns}	1,18 ^{ns}	0,827 ^{ns}	0,95 ^{ns}	0,62 ^{ns}
Média geral	18,5	17,1	22,9	29,1	11,9	64,0	5,18	15,8	16,6	32,3	30,0	79,0

¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade. *, ** significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente e ns – não significativo pelo teste F. ² Quantidade de N aplicada em cobertura nos estádios fenológicos V₃ (formação do primeiro trifólio), V₄ (presença da terceira folha trifoliada) e R₅ (pré-florescimento), respectivamente. ³ RP = rendimento de peneiras (crivos oblongos 11, 12, 13 e 14).

Tabela 11. Desdobramento da interação sistema de cultivo x parcelamento do nitrogênio para o rendimento de peneira 12 (RP12) do feijoeiro, cultivar Pérola (safra 2009), em Jaboticabal-SP ¹.

Parcelamento N (P) ²	RP12 (%)		
	Milho	Milho + <i>U. ruziziensis</i>	<i>U. ruziziensis</i>
P1 (00+00+00)	22,9 bA	24,9 aA	21,3 aA
P2 (00+90+00)	22,4 bB	27,6 aA	20,7 aB
P3 (30+60+00)	24,8 bA	22,3 aA	21,0 aA
P4 (60+30+00)	26,3 aA	21,1 aB	20,6 aB
P5 (30+00+60)	21,1 bA	23,8 aA	22,5 aA
P6 (60+00+30)	22,8 bA	26,3 aA	21,6 aA
P7 (00+60+30)	23,2 bA	24,3 aA	19,8 aA
P8 (45+45+00)	22,0 bB	26,4 aA	20,2 aB
P9 (00+45+45)	22,2 bA	23,1 aA	19,9 aA
P10 (45+00+45)	29,0 aA	24,4 aA	18,8 aB
CV d. S (%)		22,0	
CV d. P (%)		14,0	
Média geral		22,9	

¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade. ² Quantidade de N aplicada em cobertura nos estádios fenológicos V₃ (formação do primeiro trifólio), V₄ (presença da terceira folha trifoliada) e R₅ (pré-florescimento), respectivamente.

O teor de proteína bruta nos grãos de feijão é um dos fatores que contribuem para o elevado consumo deste alimento na dieta básica dos brasileiros. Porém, esta característica tecnológica e nutricional não foi alterada pelos sistemas de cultivo antecessores e o parcelamento da adubação nitrogenada, nos dois anos de experimento (Tabela 12). O feijoeiro IPR Juriti apresenta um potencial protéico em torno de 230 g kg⁻¹ de grãos, valor este próximo aos obtidos no respectivo experimento, demonstrando que mesmo sem a aplicação de N em cobertura ocorreu suprimento adequado desse nutriente à cultura (MODA-CIRINO et al., 2003).

Quanto ao tempo para cozimento dos grãos, ocorreram efeitos significativos de sistemas de cultivo, parcelamento do N, ocorrendo ainda interação entre os fatores de estudo nos dois anos agrícolas (Tabela 12), cujo desdobramento é apresentado na Tabela 13.

Tabela 12. Teor de proteína bruta, tempo para cozimento e relação de hidratação de grãos do feijoeiro em dois anos agrícolas, cultivares Pérola (safra 2009) e IPR 139 (safra 2010), em função do parcelamento da adubação nitrogenada, em sucessão a milho exclusivo, consórcio milho + *Urochloa ruziziensis* e *U. ruziziensis* exclusiva, Jaboticabal-SP¹.

Tratamentos	Teor de proteína bruta		Tempo para cozimento		Relação de hidratação	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010
	----- g kg ⁻¹ -----		----- minutos -----		-	
Sistemas de cultivo (S)						
Milho	214	240	32	29	2,09	1,95
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	208	239	32	30	2,10	1,95
<i>U. ruziziensis</i>	218	245	33	31	2,14	1,95
CV (%)	6,4	16,5	6,4	10,1	1,7	0,9
Parcelamento do N (P) ²						
P1 (00+00+00)	212	229	36	27	2,10	1,95
P2 (00+90+00)	218	245	36	31	2,13	1,95
P3 (30+60+00)	213	248	35	33	2,12	1,95
P4 (60+30+00)	214	239	34	31	2,12	1,94
P5 (30+00+60)	213	238	31	30	2,11	1,96
P6 (60+00+30)	214	243	30	32	2,12	1,95
P7 (00+60+30)	214	231	31	29	2,11	1,95
P8 (45+45+00)	212	248	32	29	2,11	1,94
P9 (00+45+45)	214	253	35	29	2,11	1,95
P10 (45+00+45)	208	239	32	29	2,10	1,95
CV (%)	4,9	10,9	6,0	8,3	0,9	0,9
Teste F						
S	5,12 ^{ns}	0,23 ^{ns}	10,48*	1,53 ^{ns}	21,94**	0,17 ^{ns}
P	0,16 ^{ns}	1,03 ^{ns}	17,67**	6,36**	2,20*	0,75 ^{ns}
S x P	1,14 ^{ns}	0,89 ^{ns}	14,62**	4,81**	2,24**	1,17 ^{ns}
Média geral	213	241	33	30	2,11	1,95

¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade. *, ** significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente e ns – não significativo pelo teste F; 2009 cultivar Pérola; 2010 cultivar IPR 139. ² Quantidade de N aplicada em cobertura nos estádios fenológicos V₃ (formação do primeiro trifólio), V₄ (presença da terceira folha trifoliada) e R₅ (pré-florescimento), respectivamente.

Tabela 13. Desdobramento da interação sistema de cultivo x parcelamento do nitrogênio do tempo para cozimento dos grãos do feijoeiro em dois anos agrícolas, cultivares Pérola (safra 2009) e IPR 139 (safra 2010), em Jaboticabal-SP ¹.

Parcelamento N (P) ²	Tempo para cozimento (2009)			Tempo para cozimento (2010)		
	Milho	Milho + <i>U. ruziziensis</i>	<i>U. ruziziensis</i>	Milho	Milho + <i>U. ruziziensis</i>	<i>U. ruziziensis</i>
P1 (00+00+00)	32 bB	31 cB	36 aA	27 bA	27 bA	27 cA
P2 (00+90+00)	35 aA	37 aA	38 aA	26 bB	29 bB	38 aA
P3 (30+60+00)	34 aA	33 bA	36 aA	34 aA	31 aA	34 bA
P4 (60+30+00)	31 bB	33 bB	37 aA	31 aA	33 aA	28 cB
P5 (30+00+60)	30 bA	29 cA	33 bA	29 bA	29 bA	32 bA
P6 (60+00+30)	26 cB	32 cA	31 bA	33 aA	31 aA	32 bA
P7 (00+60+30)	34 aA	30 cB	30 bB	32 aA	29 bA	28 cA
P8 (45+45+00)	33 aA	30 cA	31 bA	27 bA	31 aA	28 cA
P9 (00+45+45)	31 bA	31 cA	32 bA	30 aA	28 bA	29 cA
P10 (45+00+45)	32 bA	34 bA	29 bB	26 bB	31 aA	29 cA
CV d. S (%)		6,4			10,1	
CV d. P (%)		6,0			8,3	
Média geral		33			30	

¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade. ² Quantidade de N aplicada em cobertura nos estádios fenológicos V₃ (formação do primeiro trifólio), V₄ (presença da terceira folha trifoliada) e R₅ (pré-florescimento), respectivamente.

De forma geral, o tempo para cozimento dos grãos de feijão nos diferentes sistemas de cultivo e parcelamento de N variou de 26 a 38 minutos (Tabela 13), sendo considerados como de resistência normal a muito resistente à cocção (PROCTOR; WATTS, 1987), preconizando-se como aceitável o tempo médio de cozimento inferior a 30 minutos (RAMALHO; ABREU, 2006). É possível verificar diferenças entre as cultivares com resultados interessantes ao se observar os efeitos de alguns dos tratamentos referentes ao parcelamento de N em cobertura (Tabela 13). Em trabalho realizado por Mingotte (2011), o incremento do número de trifólios no feijoeiro em função das doses de N pode ter influenciado na maturidade fisiológica, especificamente no processo de perda de água, acarretando na diminuição do tempo para cozimento dos grãos. Além disso, o pesquisador alertou que os fatores climáticos durante o ciclo do feijoeiro podem influenciar no tempo para cozimento dos grãos.

Quanto à capacidade de hidratação, indiferente de ter havido efeito da interação sistema de cultivo x parcelamento de N, os grãos de feijão apresentaram relação de hidratação próxima a dois (2,0), ou seja, os grãos absorveram o dobro da sua massa em água (Tabela 12 e 14). Resultados semelhantes foram reportados por outros autores (SILVA; LEMOS; TAVARES, 2006; FARINELLI; LEMOS, 2010, FIORENTIN et al., 2011; MINGOTTE, 2011), o que permite inferir que essa característica tecnológica é influenciada pela adubação nitrogenada e pelo sistema de cultivo nos quais o feijoeiro pode ser submetido.

Tabela 14. Desdobramento da interação sistemas de cultivo x parcelamento do nitrogênio para a relação de hidratação dos grãos do feijoeiro, cultivar Pérola (safra 2009), em Jaboticabal-SP ¹.

Parcelamento N (P) ²	Relação de hidratação		
	Milho	Milho + <i>U. ruziziensis</i>	<i>U. ruziziensis</i>
P1 (00+00+00)	2,10 aB	2,08 aB	2,13 bA
P2 (00+90+00)	2,09 aB	2,11 aB	2,17 aA
P3 (30+60+00)	2,10 aB	2,11 aB	2,16 aA
P4 (60+30+00)	2,10 aB	2,09 aB	2,16 aA
P5 (30+00+60)	2,10 aB	2,10 aB	2,13 bA
P6 (60+00+30)	2,10 aB	2,10 aB	2,15 aA
P7 (00+60+30)	2,10 aB	2,09 aB	2,14 aA
P8 (45+45+00)	2,09 aA	2,11 aA	2,12 bA
P9 (00+45+45)	2,09 aB	2,09 aB	2,15 aA
P10 (45+00+45)	2,08 aA	2,11 aA	2,10 bA
CV d. S (%)		1,7	
CV d. P (%)		0,9	
Média geral		2,11	

¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade. ² Quantidade de N aplicada em cobertura nos estádios fenológicos V₃ (formação do primeiro trifólio), V₄ (presença da terceira folha trifoliada) e R₅ (pré-florescimento), respectivamente.

O tempo necessário para máxima hidratação dos grãos, independentemente do sistema de cultivo e do parcelamento do N, variou entre 6:52 e 8:12 horas na cultivar Pérola e de 10:30 a 12:00 horas no IPR 139 (Tabelas 15 e 16). Apesar da variação ocorrida, os resultados evidenciam que os fatores avaliados (sistemas de cultivo e parcelamento do N) não prejudicaram esta característica tecnológica, uma vez que na culinária brasileira, os grãos de feijão são deixados em embebição na noite anterior ao preparo (MINGOTTE, 2011). Farinelli e Lemos (2010) ao avaliarem a interferência da adubação nitrogenada em cobertura (0, 40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹ de N) no feijoeiro cultivar Pérola, cultivado no preparo convencional do solo e no SPD verificaram aumento no tempo para a máxima hidratação dos grãos até a aplicação de 120 kg ha⁻¹ de N em ambos os sistemas de manejo do solo, corroborando em parte com Silva et al. (2006c), que obtiveram valores crescentes, acima de 12 horas, com as aplicações de N em cobertura (0 a 120 kg ha⁻¹ de N). Os resultados aqui obtidos, demonstram que, além do fator genético, esta característica seja influenciada pela adubação nitrogenada no feijoeiro, uma vez que sob vestígios do sistema de preparo convencional (ano de implantação), a dinâmica do nitrogênio no solo seja fortemente influenciada com o passar dos anos devido aos benefícios múltiplos do sistema de plantio direto na palha, tais como melhorias nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo (FRANCHINI; COSTA; DEBIASI, 2011).

Tabela 15. Tempo para máxima hidratação dos grãos (TH) do feijoeiro, cultivar Pérola, em função do parcelamento da adubação nitrogenada, em sucessão a milho exclusivo, consórcio milho + *Urochloa ruziziensis* e *U. ruziziensis* exclusiva, Jaboticabal-SP, 2009.

Sistema de cultivo (S)	Parcelamento N (P) ²	Equação de regressão ¹	R ²	TH
Milho	P1 (00+00+00)	$y = -0,0002x^2 + 0,1745x + 5,365$	0,97**	7:16
	P2 (00+90+00)	$y = -0,0002x^2 + 0,1673x + 4,518$	0,98**	6:58
	P3 (30+60+00)	$y = -0,0002x^2 + 0,1646x + 5,758$	0,97**	6:52
	P4 (60+30+00)	$y = -0,0002x^2 + 0,1698x + 6,054$	0,97**	7:13
	P5 (30+00+60)	$y = -0,0002x^2 + 0,1656x + 6,940$	0,96**	6:54
	P6 (60+00+30)	$y = -0,0002x^2 + 0,1679x + 6,033$	0,97**	7:00
	P7 (00+60+30)	$y = -0,0002x^2 + 0,1702x + 6,273$	0,97**	7:12
	P8 (45+45+00)	$y = -0,0002x^2 + 0,1674x + 6,706$	0,96**	6:59
	P9 (00+45+45)	$y = -0,0002x^2 + 0,1669x + 5,025$	0,97**	6:58
	P10 (45+00+45)	$y = -0,0002x^2 + 0,1682x + 5,588$	0,97**	7:03
Média				7:03
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	P1 (00+00+00)	$y = -0,0002x^2 + 0,1700x + 11,23$	0,91**	7:05
	P2 (00+90+00)	$y = -0,0002x^2 + 0,1814x + 10,50$	0,93**	7:33
	P3 (30+60+00)	$y = -0,0002x^2 + 0,1799x + 10,68$	0,93**	7:29
	P4 (60+30+00)	$y = -0,0002x^2 + 0,1780x + 11,92$	0,91**	7:25
	P5 (30+00+60)	$y = -0,0002x^2 + 0,1783x + 11,92$	0,91**	7:26
	P6 (60+00+30)	$y = -0,0002x^2 + 0,1796x + 10,67$	0,92**	7:29
	P7 (00+60+30)	$y = -0,0002x^2 + 0,1815x + 9,921$	0,92**	7:34
	P8 (45+45+00)	$y = -0,0002x^2 + 0,1842x + 11,27$	0,92**	7:41
	P9 (00+45+45)	$y = -0,0002x^2 + 0,1784x + 9,526$	0,94**	7:26
	P10 (45+00+45)	$y = -0,0002x^2 + 0,1794x + 10,64$	0,92**	7:28
Média				7:28
<i>U. ruziziensis</i>	P1 (00+00+00)	$y = -0,0002x^2 + 0,1784x + 10,09$	0,93**	7:26
	P2 (00+90+00)	$y = -0,0002x^2 + 0,1969x + 10,69$	0,93**	8:12
	P3 (30+60+00)	$y = -0,0002x^2 + 0,1765x + 12,76$	0,91**	7:21
	P4 (60+30+00)	$y = -0,0002x^2 + 0,1840x + 12,78$	0,91**	7:40
	P5 (30+00+60)	$y = -0,0002x^2 + 0,1707x + 12,82$	0,91**	7:07
	P6 (60+00+30)	$y = -0,0002x^2 + 0,1827x + 12,54$	0,92**	7:37
	P7 (00+60+30)	$y = -0,0002x^2 + 0,1834x + 12,39$	0,92**	7:38
	P8 (45+45+00)	$y = -0,0002x^2 + 0,1757x + 13,44$	0,91**	7:19
	P9 (00+45+45)	$y = -0,0002x^2 + 0,1846x + 11,52$	0,93**	7:41
	P10 (45+00+45)	$y = -0,0002x^2 + 0,1735x + 14,19$	0,89**	7:14
Média				7:32

¹ x = tempo para a hidratação (minutos) e y = quantidade de água absorvida (mL). R² = coeficiente de determinação; ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste t. ² Quantidade de N aplicada em cobertura nos estádios fenológicos V₃ (formação do primeiro trifólio), V₄ (presença da terceira folha trifoliada) e R₅ (pré-florescimento), respectivamente.

Tabela 16. Tempo para máxima hidratação dos grãos (TH) do feijoeiro, cultivar IPR 139, em função do parcelamento da adubação nitrogenada, em sucessão a milho exclusivo, consórcio milho + *Urochloa ruziziensis* e *U. ruziziensis* exclusiva, Jaboticabal-SP, 2010.

Sistema de Cultivo (S)	Parcelamento N(P) ²	Equação de regressão ¹	R ²	TH
Milho	P1 (00+00+00)	$y = -0,0001x^2 + 0,1446x + 10,76$	0,86**	12:00
	P2 (00+90+00)	$y = -0,0001x^2 + 0,1419x + 14,49$	0,84**	11:49
	P3 (30+60+00)	$y = -0,0001x^2 + 0,1428x + 14,05$	0,85**	11:54
	P4 (60+30+00)	$y = -0,0001x^2 + 0,1431x + 12,85$	0,86**	11:55
	P5 (30+00+60)	$y = -0,0001x^2 + 0,1395x + 13,37$	0,86**	11:57
	P6 (60+00+30)	$y = -0,0001x^2 + 0,1419x + 14,11$	0,84**	11:49
	P7 (00+60+30)	$y = -0,0001x^2 + 0,1303x + 14,27$	0,84**	10:51
	P8 (45+45+00)	$y = -0,0001x^2 + 0,1351x + 15,13$	0,82**	11:15
	P9 (00+45+45)	$y = -0,0001x^2 + 0,1446x + 10,76$	0,89**	12:00
	P10 (45+00+45)	$y = -0,0001x^2 + 0,1377x + 14,71$	0,82**	11:29
Média				11:43
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	P1 (00+00+00)	$y = -0,0001x^2 + 0,1376x + 15,06$	0,82**	11:28
	P2 (00+90+00)	$y = -0,0001x^2 + 0,1347x + 15,74$	0,82**	11:13
	P3 (30+60+00)	$y = -0,0001x^2 + 0,1394x + 12,83$	0,87**	11:37
	P4 (60+30+00)	$y = -0,0001x^2 + 0,1345x + 15,28$	0,82**	11:12
	P5 (30+00+60)	$y = -0,0001x^2 + 0,1365x + 15,04$	0,83**	11:22
	P6 (60+00+30)	$y = -0,0001x^2 + 0,1409x + 13,86$	0,85**	11:44
	P7 (00+60+30)	$y = -0,0001x^2 + 0,1353x + 15,41$	0,81**	11:16
	P8 (45+45+00)	$y = -0,0001x^2 + 0,1356x + 15,66$	0,81**	11:18
	P9 (00+45+45)	$y = -0,0001x^2 + 0,1326x + 15,08$	0,82**	10:30
	P10 (45+00+45)	$y = -0,0001x^2 + 0,1389x + 14,73$	0,83**	11:34
Média				11:20
<i>U. ruziziensis</i>	P1 (00+00+00)	$y = -0,0001x^2 + 0,1298x + 16,05$	0,81**	10:48
	P2 (00+90+00)	$y = -0,0001x^2 + 0,1298x + 16,23$	0,80**	10:49
	P3 (30+60+00)	$y = -0,0001x^2 + 0,1314x + 15,29$	0,83**	10:57
	P4 (60+30+00)	$y = -0,0001x^2 + 0,1308x + 16,87$	0,78**	10:54
	P5 (30+00+60)	$y = -0,0001x^2 + 0,1334x + 14,59$	0,83**	11:07
	P6 (60+00+30)	$y = -0,0001x^2 + 0,1352x + 12,76$	0,87**	11:16
	P7 (00+60+30)	$y = -0,0001x^2 + 0,1363x + 14,82$	0,83**	11:21
	P8 (45+45+00)	$y = -0,0001x^2 + 0,1368x + 16,63$	0,79**	11:24
	P9 (00+45+45)	$y = -0,0001x^2 + 0,1409x + 15,16$	0,83**	11:44
	P10 (45+00+45)	$y = -0,0001x^2 + 0,1359x + 14,67$	0,84**	11:19
Média				11:10

¹ x = tempo para a hidratação (minutos) e y = quantidade de água absorvida (mL). R² = coeficiente de determinação; ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste t. ² Quantidade de N aplicada em cobertura nos estádios fenológicos V₃ (formação do primeiro trifólio), V₄ (presença da terceira folha trifoliada) e R₅ (pré-florescimento), respectivamente.

Em síntese, os resultados obtidos neste trabalho de pesquisa, permitem as seguintes considerações:

1. O consórcio entre milho e *Urochloa ruziziensis* favoreceu a implantação do sistema plantio direto em regiões em que o inverno é seco e o verão quente e chuvoso, devido a formação de elevada quantidade de palhada, sem ocorrer detrimento da produtividade de grãos;

2. As características agronômicas do milho, assim como a porcentagem de recobrimento do solo e quantidade de palhada produzida pelos três sistemas de cultivo não foram afetadas pelo parcelamento do nitrogênio no cultivo antecessor;

3. Nos dois anos de cultivo a produtividade de grãos do feijoeiro não foi afetada pelas sucessões com milho exclusivo e consorciado com *U. ruziziensis* e *U. ruziziensis* exclusiva, mas sim pelos parcelamentos de N, com destaque para 30+60+00, 60+30+00, 00+60+30, 45+45+00, 00+45+45 e 45+00+45 no primeiro ano de cultivo e 45+45+00 e 45+00+45 no segundo ano de cultivo, respectivamente, sendo o mesmo comportamento observado para a eficiência agronômica e ganho relativo com a aplicação de nitrogênio em cobertura no feijoeiro;

4. Dentre os componentes de produção avaliados na cultura do feijoeiro, o número de vagens por planta foi a única característica influenciada pelo parcelamento do nitrogênio aplicado em cobertura, nos dois anos de cultivo;

5. O parcelamento de N nas modalidades 60+30+00 e 45+00+45 proporcionou elevada porcentagem de grãos retidos na peneira 12 do feijoeiro em sucessão a milho exclusivo no primeiro ano de cultivo do feijoeiro após implantação do sistema de plantio direto. O rendimento de grãos retidos acima da peneira 12 foi superior no segundo ano de cultivo do feijoeiro, principalmente em sucessão a *U. ruziziensis* exclusiva;

6. O tempo de cozimento dos grãos de feijão nas diferentes sucessões e parcelamento de N variou de 26 a 38 minutos, sendo o menor tempo verificado em sucessão ao milho exclusivo, destacando-se os parcelamentos 60+00+30, 00+90+00 e 45+00+45;

7. A capacidade de hidratação dos grãos não foi influenciada pelo parcelamento de nitrogênio em cobertura no feijoeiro cultivado em sucessão ao milho e a braquiária, cultivados exclusivamente ou consorciados;

8. Levando-se em conta que a resposta do feijoeiro à adubação nitrogenada pode ser influenciada não apenas pelo cultivo antecessor, mas também pelo tempo de adoção do sistema de plantio direto em função da dinâmica deste nutriente no solo ser afetada, sugere-se que o experimento seja conduzido a longo prazo para que os resultados possam contribuir com maior profundidade nas conclusões.

5. CONCLUSÕES

1. O milho em consorcio com *Urochloa ruziziensis* permitiu a formação de palhada com qualidade e em quantidade para viabilização do sistema de plantio direto, sem prejuízos na produtividade de grãos do milho;

2. Na implantação do sistema plantio direto o desempenho agrônômico do feijoeiro foi similar quando em sucessão ao milho exclusivo, milho consorciado com *Urochloa ruziziensis* ou *U. ruzizizensis* exclusiva, mas o parcelamento da adubação nitrogenada influenciou na a produtividade de grãos, com destaque para 30+60+00, 60+30+00, 00+60+30, 45+45+00, 00+45+45 e 45+00+45 no primeiro ano de cultivo e 45+45+00 e 45+00+45 no segundo ano de cultivo, respectivamente.

3. Quanto as características tecnológicas dos grãos do feijoeiro ocorreu influencia do sistema de cultivo e do parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura na porcentagem de grãos retidos na peneira 12 e no tempo para cozimento dos grãos, sendo o menor tempo verificado em sucessão ao milho exclusivo, destacando-se os parcelamentos 60+00+30, 00+90+00 e 45+00+45.

4. O cultivo do feijoeiro semeado em agosto foi viável agronomicamente em função da formação e manutenção de palhada e do recobrimento da superfície do solo promovidos pelo cultivo de milho e *Urochloa ruziziensis* cultivados exclusivamente ou consorciados, com uso de sistema de irrigação por aspersão convencional, promovendo produtividades em torno de 3.000 kg ha⁻¹.

6. REFERÊNCIAS

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

AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J.; THUNG, M.; SOARES, D. M.; OLIVEIRA, F. R. A. Produção sustentável do feijoeiro comum sob irrigação por aspersão na Integração Lavoura-Pecuária. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO - CONAFE, 8., 2005, Goiânia, GO. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. p. 839-841. (Documentos, 182).

ANDRIOLI, I.; CENTURION, J. F. Levantamento detalhado dos solos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, Brasília, 1999. **Anais...** Brasília-DF: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1999. p.1-4.

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: Instituto Agronômico, 1997. p. 194-195. (Boletim técnico, 100).

ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S.; NASCIMENTO, V. Manejo do solo, água e nitrogênio no cultivo de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 2, p. 131-138, 2004.

ARF, O.; AFONSO, R. J.; ROMANINI JUNIOR, A.; SILVA, M. G.; BUZETTI, S. Mecanismos de abertura do sulco e adubação nitrogenada no cultivo do feijoeiro em sistema plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 499-506, 2008.

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.

BARBOSA FILHO, M. P.; FAGERIA, N. K.; SILVA, O. F. Fontes, doses e parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura para o feijoeiro comum irrigado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 69-76, 2005.

BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; GALLO, J. R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas, Instituto Agronômico, 1983. 48 p. (Boletim técnico, 78).

BINOTTI, F. F. S.; ARF, O.; ROMANINI JUNIOR, A.; FERNANDES, F. A.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S. Manejo do solo e da adubação nitrogenada na cultura de feijão de inverno e irrigado. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 1, p. 121-129, 2007.

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

BORDIN, L.; FARINELLI, R.; PENARIOL, F. G.; FORNASIERI FILHO, D. Sucessão de cultivo de feijão-arroz com doses de adubação nitrogenada após adubação verde, em semeadura direta. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 3, p. 417-428, 2003.

BORÉM, A.; CARNEIRO, J. E. S. A cultura. In: VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T. J.; BORÉM, A (Ed.). **Feijão**. 2. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. p. 13-18.

CARBONELL, S. A. M.; CARVALHO, C. R. L.; PEREIRA, V. R. Qualidade tecnológica de grãos de genótipos de feijoeiro cultivados em diferentes ambientes. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 3, p. 369-379, 2003.

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, 2010. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782010005000159>>. Acesso em: 5 de dezembro de 2012

CARVALHO, M. A. C.; SORATTO, R. P.; ALVES, M. C.; ARF, O.; SÁ, M. E. Plantas de cobertura, sucessão de culturas e manejo do solo em feijoeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 659-668, 2007.

CHAVES, J. C. D.; CALEGARI, A. Adubação verde e rotação de culturas. In: Agricultura alternativa. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 212, p. 53-60, 2001.

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E.; EXELPITA, G. V.; ALVES, V. M. C. Cultivo do Milho Diagnose Foliar do Estado Nutricional da Planta. **Comunicado Técnico**: Embrapa Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, n. 45, p.1-5, dez. 2002.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2012/2013**: Primeiro levantamento. Brasília, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2012. 36 p.

CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; SILVA, L. M.; LEMOS, L. B. Fontes e doses de nitrogênio para o feijoeiro em sucessão a gramíneas no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 6, p. 1545-1552, 2007.

DINDONET, A. D.; VITÓRIA, T. B. Resposta do feijoeiro comum ao estresse térmico aplicado em diferentes estádios 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. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade de Campinas, Campinas, 1979.

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

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. **Advances in Agronomy**, Maryland Heights, v. 88, p. 97-185, 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org>>. DOI: 10.1016/S0065-2113(05)88004-6>. Acesso em: 3 de abril de 2012

FANCELLI, A. F.; TSUMANUMA, G. M. Nitrogênio e enxofre nas culturas de milho e feijão. In: YAMADA, T.; ABDALA, S. R. S.; VITTI, G. C. (Ed.). **Nitrogênio e enxofre na agricultura brasileira**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, Brasil, 2007. p. 445-486.

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.

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.

FEBRAPDP. Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha. **Evolução da área cultivada no sistema de plantio direto na palhada - Brasil. 2010.** Disponível em: <<http://www.febrapdp.org.br/download/BREvolucaoPD2008a2010.pdf>>. Acesso em: 16 jun. 2011.

FIORENTIN, C. F.; LEMOS, L. B.; JARDIM, C. A.; FORNASIERI FILHO, D. Formação e manutenção de palhada de gramíneas concomitante à influência 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, n. 1, p. 2825-2836, 2012. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33Supl1p2825>>. Acesso em: 18 dezembro 2012.

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.

FRANCHINI, J. C.; COSTA, J. M.; DEBIASI, H. **Rotação de culturas**: prática que confere maior sustentabilidade à produção agrícola no Paraná. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. p. 1-13. (Informações Agronômicas, 134).

GOMES JUNIOR, F. G.; LIMA, E. R.; SÁ, M. E.; ARF, O.; RAPASSI, R. M. A. Rendimento do feijoeiro de inverno em resposta à época de semeadura e adubação nitrogenada em cobertura em diferentes estádios fenológicos. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 1, p. 77-81, 2005a.

GOMES JUNIOR, 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, 2005b.

GOMES JUNIOR, F. G.; SÁ, M. E.; VALÉRIO FILHO, W. V. Nitrogênio no feijoeiro em sistema plantio direto sobre gramíneas. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 3, p. 387-395, 2008.

HOFFMANN JUNIOR, L.; RIBEIRO, N. D.; ROSA, S. S.; JOST, E.; POERSCH, N. L.; MEDEIROS, S. L. P. Resposta de cultivares de feijão à alta temperatura do ar no período reprodutivo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 6, p. 1543-1548, 2007.

KLUTHCOUSKI, J.; FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D.; RIBEIRO, C.M.; FERRARO, L.A. Manejo do solo e o rendimento de soja, milho, feijão e arroz em plantio direto. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, p. 97-104, 2000.

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

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; COSTA, J. L. S.; PORTELA, C. **Cultivo do feijoeiro em palhada de braquiária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 28 p. (Documentos, 157).

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. (Ed.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p. 23-56.

LARA-CABEZAS, W. A. R.; PÁDUA, R. V. Eficiência e distribuição de nitrogênio aplicado em cobertura na cultura de milho consorciada com *Brachiaria ruziziensis*, cultivada no sistema Santa Fé. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 1, p. 131-140, 2007.

LE MOS, 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.

LE MOS, L. B. ; FARINELLI, R. Rotação do feijoeiro em sistemas de produção agrícolas. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO CONAFE, 9., 2008, Campinas, SP. **Anais...** Campinas: Instituto Agronômico, p. 1693-1733. (Documentos IAC, 85).

MAROCHI, A. I. **Manejo de plantas de cobertura no sistema plantio direto**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2006. p. 4-5. (Informações Agronômicas, 116).

MEIRA, F. A.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S.; ARF, O. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio no feijoeiro irrigado cultivado em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 4, p. 383-388, 2005.

MINGOTTE, F. L. C. **Adubação nitrogenada no feijoeiro de primavera em sucessão a milho e braquiária em plantio direto**. 2011. 65 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2011.

MINGOTTE, F. L. C.; YADA, M. M.; JARDIM, C. A.; LEMOS, L. B.; FORNASIERI FILHO, D. Análise econômica da adubação nitrogenada no feijoeiro em sucessão a

milho e braquiária no plantio direto. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v. 1, n. 1, p. 112-119, 2012.

MODA-CIRINO, V.; OLIARI, L.; FONSECA JÚNIOR, N. da S.; LOLLATO, M. A. IPR Juriti: common bean cultivar. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v.3, n. 4, p.303-306, 2003.

MODA-CIRINO, V. Melhoramento genético do feijoeiro para resistência à seca e outros fatores abióticos que afetam a produtividade do feijoeiro. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO CONAFE, 9, 2008, Campinas, SP. **Anais...** Campinas: Instituto Agrônômico, p. 1693-1733. (Documentos IAC, 85).

MUZILI, O. Manejo do solo em sistema plantio direto. In: CASÃO JUNIOR, R.; SIQUEIRA, R.; METHA, Y. R.; PASSINI, J. J. (Ed.). **Sistema plantio direto com qualidade**. Londrina: IAPAR; Foz do Iguaçu: ITAIPU Binacional, 2006. p. 9-28.

NÓBREGA, R. S. A.; NÓBREGA, J. C. A. Fixação biológica do nitrogênio na recuperação de áreas degradadas e na produtividade de solos tropicais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 24, n. 220, p. 64-72, 2003.

OLIVEIRA, I. P.; THUNG, M. D. T. Nutrição mineral. In: ZIMMERMANN, M. J. O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.). **Cultura do feijoeiro**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFOS, 1988. p. 175-212.

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.

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

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B. Cultivares. In: VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T.J.P.; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão**. 2. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. p. 415-436.

RAMOS JUNIOR, E. U.; LEMOS, L. B.; SILVA, T. R. B. Componentes da produção, produtividade de grãos e características tecnológicas de cultivares de feijão. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 1, p. 75-82, 2005.

SANTOS, R. L. L.; CORRÊA, J. B. D.; ANDRADE, M. J. A.; MORAIS, A. R. Comportamento de cultivares de feijoeiro-comum em sistema convencional e plantio direto com diferentes palhadas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 5, p. 978-989, 2004.

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, 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.

SORATTO, R. P.; CARVALHO, M. A. C.; ARF, O. Teor de clorofila e produtividade do feijoeiro em razão da adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 9, p. 895-901, 2004.

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

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, 2006.

SOUZA, E. F. C.; SORATTO, R. P. Adubação nitrogenada no feijoeiro após milho safrinha consorciado com *Urochloa brizantha* e *Urochloa ruziziensis*. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 2669-2680, 2012. Disponível em: <[HTTP://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33Supl1p2669](http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33Supl1p2669)>. Acesso em: 5 de dezembro de 2012.

STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A. Resposta do feijoeiro em cobertura, sob diferentes lâminas de irrigação e preparos de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 473-481, 2001.

TEIXEIRA, C. M.; CARVALHO, G. J.; FURTINI NETO, A. E.; ANDRADE, M. J. B.; MARQUES, E. L. S. Produção de biomassa e teor de macronutrientes do milheto, feijão-de-porco e guandu-anão em cultivo solteiro e consorciado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 93-99, 2005.

TIMOSSI, P. C.; DURIGAN, J. C.; LEITE, G. J. Formação de palhada por braquiárias para adoção do sistema plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 617-622, 2007.

TSUMANUMA, G. M. **Desempenho do milho consorciado com diferentes espécies de braquiária, em Piracicaba, SP**. 2004. 83 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia –

Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

VIEIRA, C. Adubação mineral e calagem. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. (Ed.) **Feijão**, 2.ed. Viçosa: UFV, 2006, p.115-142.