

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

**FORNECIMENTO DE NITROGÊNIO EM COBERTURA NO
FEIJOEIRO EM SUCESSÃO À SISTEMAS DE CULTIVO DE
MILHO NO PLANTIO DIRETO**

Pedro Afonso Couto Junior
Engenheiro Agrônomo

2018

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

**FORNECIMENTO DE NITROGÊNIO EM COBERTURA NO
FEIJOEIRO EM SUCESSÃO À SISTEMAS DE CULTIVO DE
MILHO NO PLANTIO DIRETO**

Pedro Afonso Couto Junior

Orientador: Prof. Dr. Leandro Borges Lemos

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

2018

C871f Couto Junior, Pedro Afonso
Fornecimento de nitrogênio em cobertura no feijoeiro em
sucessão à sistemas de cultivo de milho no plantio direto / Pedro
Afonso Couto Junior. -- Jaboticabal, 2018
ix, 87 p. : il. ; 29 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2018

Orientador: Leandro Borges Lemos

Banca examinadora: Rogério Farinelli, Miguel Angelo Mutton,
Adriane de Andrade Silva, César Martoreli da Silveira.

Bibliografia

1. Phaseolus Vulgaris L. 2. Zea Mays. 3. Adubação nitrogenada.
4. Plantas de cobertura. 5. Sucessão de culturas. I. Título. II.
Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.84:631.543

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

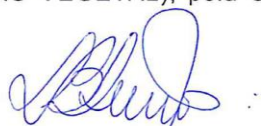
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: FORNECIMENTO DE NITROGÊNIO EM COBERTURA NO FEIJOEIRO EM SUCESSÃO À SISTEMAS DE CULTIVO DE MILHO NO PLANTIO DIRETO

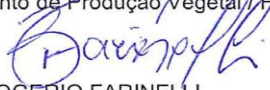
AUTOR: PEDRO AFONSO COUTO JUNIOR

ORIENTADOR: LEANDRO BORGES LEMOS

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL), pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. LEANDRO BORGES LEMOS
Departamento de Produção Vegetal / FCAV / UNESP - Jaboticabal



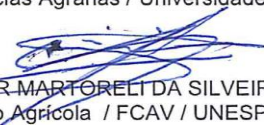
Prof. Dr. ROGERIO FARINELLI
Centro Universitário Fundação Educacional / UNIFEB - Barretos, SP



Prof. Dr. MIGUEL ANGELO MUTTON
Departamento de Produção Vegetal / FCAV / UNESP - Jaboticabal



Profa. Dra. ADRIANE DE ANDRADE SILVA
Depto. de Ciências Agrárias / Universidade Federal de Uberlândia - Monte Carmelo/MG



Prof. Dr. CÉSAR MARTOREL DA SILVEIRA
Colégio Técnico Agrícola / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 06 de abril de 2018

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

PEDRO AFONSO COUTO JUNIOR – filho de Pedro Afonso Couto e Rosângela da Conceição Duarte Couto, nascido em 14 de outubro de 1989, natural de Cachoeiro de Itapemirim, interior do estado do Espírito Santo. Em 1990, se mudou com a família para a cidade de Uberlândia, interior do estado de Minas Gerais, onde cresceu e cursou ensino fundamental e médio. Em 04/02/2007 ingressou no curso de Agronomia pela Fundação Presidente Antônio Carlos – UNIPAC, campus Uberlândia, onde em 04/02/2012 obteve o título de Bacharel em Agronomia. Em 2010 iniciou estágio no laboratório de análise de solo - LABAS, situado no Instituto de Ciências Agrárias da UFU - Universidade Federal de Uberlândia, começando suas pesquisas na área de solos, nutrição de plantas e eficiência de fertilizantes. Em 03/03/2012 ingressou no programa de Pós-graduação em Agronomia (Ciência do Solo) da UFU, onde se tornou Mestre em 03/05/2014, na área de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, defendendo a Dissertação intitulada “Arranjos de cultivo de soja, cruzada e convencional, submetida a doses e manejo de aplicação do fósforo”, sob orientação da Prof^a. Dr^a. Regina Maria Quintão Lana e co-orientação da Prof^a. Dr^a. Adriane de Andrade Silva. Em 04/08/2014 ingressou junto ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal), nível de doutorado, com Tese intitulada “Fornecimento de nitrogênio em cobertura no feijoeiro em sucessão à sistemas de cultivo de milho no plantio direto”, pela “Universidade Estadual Paulista UNESP - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal (FCAV)”. Durante o doutorado desenvolveu projetos científicos sob a orientação do Prof. Dr. Leandro Borges Lemos. O trabalho foi realizado no Departamento de Produção Vegetal, com apoio da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão - FEPE, desta mesma faculdade. A trajetória de pós-graduando contou com o apoio financeiro da “Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)”, através de concessão de bolsa de estudos. Ao longo destes anos, o autor desenvolveu pesquisas em sistemas de plantio direto com rotação de cultura (milheto, milho solteiro, milho consorciado com crotalária, milho consorciado com braquiária e feijão de inverno), avaliação de diferentes fontes de fertilizantes com novas tecnologias (polímeros, ácidos húmicos, fontes quelatadas, algas marinhas, fito hormônios, bioestimulantes), avaliação de espaçamentos diferenciados em sistemas de plantio na cultura da soja e milho. Desenvolveu trabalhos em parcerias com empresas, com diversas culturas, tais como: pastagens, algodão, cereais, cafeicultura e maracujá.

*“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor,
mas lutei para que o melhor fosse feito.
Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.*
(Martin Luther King)

AGRADEÇO

Primeiramente a Deus, por sempre me auxiliar nas horas difíceis e mostrar o quanto juntos somos fortes para superar as adversidades, me ouvir, me guardar e fazer tudo para me ver sorrir....

OFEREÇO

À minha família, em especial aos meus pais Rosângela da Conceição Duarte Couto e Pedro Afonso Couto, pelos valiosos ensinamentos e princípios de vida e por sempre estarem ao meu lado em minhas decisões. Às minhas irmãs Karin, Vivian e Ingrid Duarte Couto, pelos incentivos que me auxiliaram na busca de meus sonhos. Aos meus sobrinhos Rafael Duarte Couto Pistori, Lucas Couto Fernandes e João Pedro Couto Freire pelos momentos de descontração. Ao apoio, amor e carinho da minha namorada Yara Rodrigues Bueno. Agradeço a vocês, pois, foram acima de tudo, companheiros nessa jornada, dispostos a ajudar no que fosse preciso...

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

À Deus pela oportunidade, e por sempre guiar meus passos. Por me dar forças para suportar todas as provações e obstáculos do caminho.

À Rosângela da Conceição Duarte Couto e Pedro Afonso Couto, meus queridos pais, sem os quais nunca teria chegado aqui, pelo incentivo e confiança em mim depositados, e às minhas irmãs Karin, Vivian e Ingrid. A vocês dedico e também atribuo esta conquista.

À minha namorada Yara Rodrigues Bueno, pelo amor sincero, pela compreensão e principalmente pelo apoio nos momentos mais difíceis, assim como toda sua família, muito obrigado por me incentivar e me encorajar.

Aos meus cunhados e também a todos meus familiares, padrinhos, avós, tios e primos, pelo apoio, colaboração, torcida e carinho.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal (UNESP/FCAV) por toda sua infraestrutura, pela oportunidade e ensinamentos oferecidos para a realização do meu doutorado;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos em nível de doutorado;

Ao Professor Dr. Leandro Borges Lemos, pelos importantes ensinamentos, orientação, profissionalismo, caráter e amizade, e por sempre estar prontamente disposto a nos ajudar e a esclarecer as dúvidas acadêmicas e da vida;

Aos membros da Comissão Examinadora do Exame Geral de Qualificação, Professora Dra. Carolina Fernandes, Prof. Dr. César Martoreli da Silveira e Prof. Dr. Miguel Angelo Mutton por terem aceito o meu convite tão prontamente e pelos importantes conselhos os quais me auxiliaram na melhoria do artigo científico e de toda a pesquisa;

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

À Fazenda de Ensino e Pesquisa e Extensão (FEPE) pela concessão da área para a implantação dos experimentos e pelos importantes ensinamentos transmitidos;

Em nome de Marcelo Scatolin, que se tornou um grande amigo, agradeço aos funcionários da Fazenda de Ensino e Pesquisa e Extensão (FEPE) da UNESP/FCAV, Anderson Danilo Camargo, Antonio Donizeti Ferrari, Claudinei Soares Figueiredo, Francisco Lourenço de Souza, Gilberto do Santos, João Bernardo do Nascimento, Tiago de Souza Fieno e Vagner Colovati pelo apoio na condução dos trabalhos de campo;

Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal da UNESP/FCAV, Geraldo Mangela de Assis, Julio César Facco, Lázaro José Ribeiro da Silva, Mauro A. Volpe, Mônica Roberta Ignácio Colovati, Osmar Lúcio Trentin e Sebastião Nicoline (*in memoriam*), pelo apoio e amizade nesses anos de convivência e imensa contribuição nas atividades dos experimentos, em especial ao Rubens Libório (“Faro-fino”) que sempre fez presente nas atividades trazendo ensinamentos além de alegria para o ambiente de trabalho, se tornando um grande amigo;

A todos os colegas e amigos que conquistei ao longo da pós-graduação, em especial aqueles que fizeram parte do grupo SAGRIS, pelo admirável convívio e importantes contribuições neste trabalho;

Aos amigos de infância, Lennon Araújo Magalhães Cunha, Kevin Araújo Borges, Ana Cláudia Vieira e meu irmão Ramerson Alcântara Rodrigues, que estão ao meu lado em todos os momentos, apoiando meu crescimento profissional.

Aos meus estimados amigos da República Arapuka aos quais nós formamos uma família ao longo destes anos e que sempre me apoiaram nesta caminhada, obrigado pelos conselhos e pelas cervejas e churrascos nos momentos de descontração.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho....

Muito obrigado!

SUMÁRIO

	Páginas
SUMÁRIO	I
RESUMO	III
ABSTRACT	IV
LISTA DE TABELAS	V
LISTA DE FIGURAS	viii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Sistema plantio direto no bioma cerrado.....	3
2.2. Sistema plantio direto e o cultivo de feijoeiro.....	7
2.3 Manejo do nitrogênio para o cultivo do feijoeiro no sistema plantio direto.....	9
3. MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1. Características e histórico da área.....	16
3.2. Delineamento experimental e tratamentos.....	16
3.3. Implantação e condução dos experimentos.....	18
3.4. Avaliações.....	25
3.4.1. Atributos agronômicos do milho em função do cultivo exclusivo e consorciado com <i>Urochloa ruziziensis</i> ou <i>Crotalaria spectabilis</i>	25
3.4.2. Cobertura vegetal do milho exclusivo e consorciado com <i>Urochloa ruziziensis</i> ou <i>Crotalaria spectabilis</i>	26
3.4.3. Atributos agronômicos do feijoeiro em função das doses de nitrogênio em cobertura em sucessão aos sistemas de cultivo de milho exclusivo e consorciado com <i>Urochloa ruziziensis</i> ou <i>Crotalaria spectabilis</i>	27
3.4.4. Atributos qualitativos dos grãos do feijoeiro em função do sistema de cultivo de milho e das doses de nitrogênio em cobertura.....	28
3.4.5. ANÁLISES ESTATÍSTICAS:	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1. Atributos agronômicos do milho em função do cultivo exclusivo e consorciados com <i>Urochloa ruziziensis</i> ou <i>Crotalaria spectabilis</i>	30
4.2 Cobertura vegetal do milho exclusivo e consorciado com <i>Urochloa ruziziensis</i> ou <i>Crotalaria spectabilis</i>	40
4.3. Desempenho agronômico do feijoeiro em função da sucessão aos sistemas de cultivo de milho exclusivo, consorciados com <i>Urochloa ruziziensis</i> ou <i>Crotalaria spectabilis</i> e do fornecimento da adubação nitrogenada em cobertura.....	44
4.4. Atributos qualitativos dos grãos do feijoeiro em função da sucessão aos sistemas de cultivo de milho exclusivo, consorciados com <i>Urochloa ruziziensis</i> ou <i>Crotalaria spectabilis</i>	

e do fornecimento da adubação nitrogenada em cobertura.....	50
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	61
6. CONCLUSÕES	62
7. REFERÊNCIAS	63
APÊNDICES.....	79
Apêndice A. Dados climáticos diários do experimento	80

FORNECIMENTO DE NITROGÊNIO EM COBERTURA NO FEIJOEIRO EM SUCESSÃO À SISTEMAS DE CULTIVO DE MILHO NO PLANTIO DIRETO

RESUMO – A cultura do feijoeiro é bastante exigente em nitrogênio, elemento que sofre diferentes transformações na agricultura e passível de perdas na agricultura, em função de fatores adversos. O feijão também possui função social pelo fato de ser um dos principais alimentos da dieta dos brasileiros. Sendo assim, os objetivos deste trabalho foram verificar viabilidade do consórcio de milho com *Urochloa ruziziensis* e *Crotalária spectabilis* em termos de produtividade de grãos e de palhada; e em uma segunda etapa a resposta do feijoeiro cultivado em sucessão aos sistemas de cultivo e ao fornecimento de nitrogênio em cobertura no primeiro e no segundo ano de implantação do sistema plantio direto na palha. O experimento foi conduzido ao longo das safras de 2014/2015 e 2015/2016, num Latossolo Vermelho eutroférico, argiloso em Jaboticabal-SP, no delineamento de blocos casualizados, em esquema de parcelas sub-subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas pelos sistemas de cultivo de milho exclusivo, milho consorciado com *Urochloa ruziziensis* e milho consorciado com *Crotalária spectabilis*, antecessores ao cultivo do feijoeiro. As subparcelas foram compostas por combinações de fornecimento do nitrogênio em cobertura no feijoeiro, na dose de 90 kg ha⁻¹, sendo aplicada em dose única por ocasião do surgimento do primeiro trifólio, na presença do terceiro trifólio e no pré-florescimento, e de modo parcelado com 45+45+00, 00+45+45, 30+60+00, 00+60+30, 60+30+00 e 30+30+30 nos estádios fenológicos supracitados, bem como a ausência do fornecimento de nitrogênio em cobertura e as sub-subparcelas constituídas pelas safras 2015 e 2016. Os três sistemas de cultivo de milho tiveram para a produção de palhada e recobrimento da superfície do solo valores acima de 7,0 t ha⁻¹ e 89 %, respectivamente, viabilizando a adoção do sistema plantio direto, sendo que para a produtividade, quando consorciado com *Crotalária spectabilis*, houve superioridade sobre os demais sistemas de cultivo, nas duas safras. A produtividade de grãos no feijoeiro é influenciada pela forma de fornecimento de nitrogênio em cobertura e pela palhada do sistema de cultivo de milho antecessor. O fornecimento de nitrogênio em cobertura no feijoeiro como 45+45+00 e 30+60+00, após os sistemas de cultivo de milho consorciados, promovem maiores produtividades de grãos, comparativamente ao sistema de milho exclusivo. As variáveis respostas qualitativas, proteína bruta, relação de hidratação e tempo para máxima hidratação dos grãos do feijoeiro são influenciadas pelos sistemas de cultivo de milho vs safras, bem como o fornecimento de nitrogênio em cobertura vs as safras agrícolas para o tempo de cozimento.

Palavras-Chave: *Phaseolus vulgaris* L., *Zea mays*, adubação nitrogenada, plantas de cobertura, sucessão de culturas, atributos agrônômicos e qualitativos.

NITROGEN SUPPLY IN BEANS COVERAGE IN SUCCESSION OF CORN CROPS IN NO-TILLAGE

ABSTRACT – Bean is very demanding in nitrogen, an element that undergoes different transformations in agriculture and is susceptible to losses due to adverse factors. It also has a social function because beans are one of the main foods in Brazilians diet. Thus, the objectives of this work were to verify the viability of the maize consortium with *Urochloa ruziziensis* and *Crotalaria spectabilis* in terms of grain productivity and straw; and in a second step verify the response of the bean cultivated in succession to the cropping systems and to the nitrogen supply in the first and second year of implantation of the no - tillage system in the straw. The experiment was conducted during the 2014/2015 and 2015/2016 harvests in a clayey Red Latosol at Jaboticabal-SP, in a randomized complete block design with four replications. The plots consisted of exclusive corn cultivation systems, maize intercropped with *Urochloa ruziziensis* and corn intercropped with *Crotalaria spectabilis*, predecessors to bean cultivation. The subplots were composed of nitrogen supply combinations in bean cover, at a dose of 90 kg ha⁻¹, being applied in a single dose at the time of the first trifolium, in the presence of the third trifolium and in the pre-flowering, and 45+45+00, 00+45+45, 30+60+00, 00+60+30, 60+30+00 and 30+30+30 in the phenological stages mentioned above, as well as in the absence of the supply of and the sub-subplots constituted by the 2015 and 2016 crops. The three maize cropping systems had values above 7.0t ha⁻¹ and 89%, for the production of straw and covering of the soil, respectively, making it possible the adoption of the no-tillage system, and for productivity, the consortium with *Crotalaria spectabilis* was better than the other cropping systems, in the two harvests. The bean productivity is influenced by the way of nitrogen supply in coverage and by the straw of the predecessor maize crop system. The nitrogen supply in bean cover as 45+45+00 and 30+60+00, after intercropped corn systems, promoted higher productivity, compared to the exclusive corn system. The qualitative variables, crude protein, hydration and time ratio for maximum hydration of bean grains are influenced by maize cropping systems vs harvests, as well as the nitrogen supply in cover vs agricultural harvests for the cooking time.

Keywords: Phaseolus vulgaris L., Zea mays, nitrogen fertilization, cover crops, succession of crops, agronomic and qualitative attributes.

LISTA DE TABELAS

Páginas

- Tabela 1.** Descrição dos sistemas de cultivo de milho (SC) em sucessão de culturas e época de semeadura do milho exclusivo e consorciado com *Urochloa ruziziensis* ou *Crotalaria spectabilis*, Jaboticabal-SP, safras 2014/2015 e 2015/2016..... 17
- Tabela 2.** Descrição dos fornecimentos do nitrogênio em cobertura na dose de 90 kg de N ha⁻¹ na cultura do feijoeiro, em sucessão aos sistemas de milho exclusivo e os consorciados com *Urochloa ruziziensis* e *Crotalaria spectabilis*, Jaboticabal-SP, safras 2015 e 2016..... 18
- Tabela 3.** Atributos químicos do solo na camada de 0 - 0,20 m, antes das semeaduras dos sistemas de cultivo de milho no verão e do feijoeiro de inverno, nas safras 2014/2015 e 2015/2016, Jaboticabal-SP..... 19
- Tabela 4.** Valores de referência para o tempo de cozimento nos grãos de feijão segundo a escala de Proctor e Watts (1987). 29
- Tabela 5.** Teor de nitrogênio foliar, altura de planta, altura de inserção da espiga principal e diâmetro do colmo do milho em função do sistema de cultivo de milho exclusivo, consorciado com *Urochloa ruziziensis* ou *Crotalaria spectabilis*, Jaboticabal-SP, nas safras 2014/2015 (14/15) e 2015/2016 (15/16). 31
- Tabela 6.** Diâmetro da espiga, diâmetro do sabugo, comprimento da espiga e massa de espiga em função do sistema de cultivo de milho exclusivo, consorciado com *Urochloa ruziziensis* ou *Crotalaria spectabilis*, Jaboticabal-SP, nas safras 2014/2015 (14/15) e 2015/2016 (15/16)..... 34
- Tabela 7.** Número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, massa de mil grãos e produtividade do milho em função do sistema de cultivo de milho exclusivo, consorciado com *Urochloa ruziziensis* ou *Crotalaria spectabilis*, Jaboticabal-SP, nas safras 2014/2015 (14/15) e 2015/2016 (15/16). 36
- Tabela 8.** Recobrimento da superfície do solo, quantidade de palhada, teor e acúmulo de nitrogênio na palhada oriundos dos sistemas de cultivos de milho exclusivo, consorciado com *Urochloa ruziziensis* ou *Crotalaria spectabilis*, aos 15 dias antecedente à semeadura do feijoeiro de inverno, Jaboticabal-SP, nas safras 2014/2015 (14/15) e 2015/2016 (15/16)..... 40
- Tabela 9.** Teor de nitrogênio foliar, número de vagens por planta, grãos por vagem, massa de 100 grãos e produtividade de grãos do feijoeiro em função das palhadas de diferentes sistemas de cultivo antecessor e do fornecimento do nitrogênio em cobertura em duas safras, Jaboticabal-SP..... 45

- Tabela 10.** Desdobramento da interação em função das palhadas de sistemas de cultivo de milho antecessor e do fornecimento¹ da adubação nitrogenada de cobertura para o teor de nitrogênio foliar do feijoeiro, no sistema plantio direto, Jaboticabal-SP.47
- Tabela 11.** Desdobramento da interação em função das palhadas de sistemas de cultivo de milho antecessor e do fornecimento da adubação nitrogenada de cobertura para a produtividade (kg ha⁻¹) do feijoeiro, no sistema plantio direto, Jaboticabal-SP.49
- Tabela 12.** Rendimento de peneira determinada pela porcentagem de grãos do feijoeiro retidos em peneiras de crivos oblongo (11 a 15 e maiores ou igual a 12), em função das palhadas de diferentes sistemas de cultivo de milho e do fornecimento do nitrogênio em cobertura em duas safras, Jaboticabal-SP.51
- Tabela 13.** Desdobramento da interação entre as palhadas de sistemas de cultivo de milho e as safras agrícolas para o rendimento de peneiras de crivos oblongos 11/64" x 3/4 (4,37 x 19,05 mm) dos grãos do feijoeiro, no sistema plantio direto, Jaboticabal-SP.52
- Tabela 14.** Desdobramento da interação entre o fornecimento de nitrogênio em cobertura e as safras agrícolas, bem como da interação das palhadas de sistemas de cultivo de milho e as safras agrícolas para o rendimento de peneira de crivos oblongos 12/64" x 3/4 (4,76 x 19,05 mm) dos grãos do feijoeiro, no sistema plantio direto, Jaboticabal-SP.53
- Tabela 15.** Desdobramento da interação entre as palhadas de sistemas de cultivo de milho e as safras agrícolas para o rendimento de peneira de crivos oblongos 13/64" x 3/4 (5,16 x 19,05 mm) dos grãos do feijoeiro, no sistema plantio direto, Jaboticabal-SP.53
- Tabela 16.** Desdobramento da interação entre as palhadas de sistemas de cultivo de milho e as safras agrícolas para o rendimento de peneira de crivos oblongos 14/64" x 3/4 (5,56 x 19,05 mm) dos grãos do feijoeiro, no sistema plantio direto, Jaboticabal-SP.54
- Tabela 17.** Desdobramento da interação entre as palhadas de sistemas de cultivo de milho e as safras agrícolas, bem como do fornecimento de nitrogênio em cobertura e as safras agrícolas para o rendimento de peneira de crivos oblongos 15/64" x 3/4 (5,96 x 19,05 mm) dos grãos do feijoeiro, no sistema plantio direto, Jaboticabal-SP.54
- Tabela 18.** Desdobramento da interação entre as palhadas de sistemas de cultivo de milho e as safras agrícolas para o rendimento de peneira de crivos oblongos maiores ou igual à 12/64" x 3/4 (4,76 x 19,05 mm) dos grãos do feijoeiro, no sistema plantio direto, Jaboticabal-SP.55

- Tabela 19.** Teor de nitrogênio, proteína bruta, tempo para cozimento, relação de hidratação e tempo máximo de hidratação dos grãos do feijoeiro, em função das palhadas de diferentes sistemas de cultivo antecedente e do fornecimento do nitrogênio em cobertura em duas safras, Jaboticabal-SP.57
- Tabela 20.** Desdobramento da interação em função das palhadas de sistemas de cultivo de milho e as safras agrícolas para o teor de proteína bruta dos grãos do feijoeiro, no sistema plantio direto, Jaboticabal-SP.58
- Tabela 21.** Desdobramento da interação entre o fornecimento da adubação nitrogenada de cobertura e as safras agrícolas para o tempo de cozimento do feijoeiro (minutos: segundos), no sistema plantio direto, Jaboticabal-SP.....59
- Tabela 22.** Desdobramento da interação em função das palhadas de sistemas de cultivo de milho e as safras agrícolas para a relação de hidratação dos grãos do feijoeiro, no sistema plantio direto, Jaboticabal-SP.60
- Tabela 23.** Desdobramento da interação em função das palhadas de sistemas de cultivo de milho e as safras agrícolas para o tempo de máxima hidratação (horas:minutos) dos grãos do feijoeiro, no sistema plantio direto, Jaboticabal-SP....60

LISTA DE FIGURAS

Páginas

- Figura 1.** Precipitação pluvial (mm), temperaturas máxima e mínima do ar (°C), a cada sete dias, durante o período de desenvolvimento dos sistemas de cultivo de milho nas safras 2014/2015 e 2015/2016. Safra 2014/2015 = semeadura (S) em 15/12/2014, emergência (VE) em 22/12/2014, V8: oitava folha completamente expandida em 18/12/2014; VT: pendoamento em 16/01/2015; R1: florescimento feminino em 06/02/2015; R6: maturidade fisiológica em 18/05/2015; C: colheita em 27/05/2015. Safra 2015/2016 = semeadura (S) em 28/11/2015, emergência (VE) em 02/12/2015, V8: oitava folha completamente expandida em 28/12/2015; VT: pendoamento em 23/01/2016; R1: florescimento feminino em 28/01/2016; R6: maturidade fisiológica em 12/04/2016; C: colheita em 05/05/2016. Fonte: Estação Agroclimatológica do Câmpus da FCAV/UNESP – Jaboticabal, SP.....21
- Figura 2.** Precipitação pluvial acumulada, temperatura máxima e mínima, média de cada cinco dias, durante o período de desenvolvimento da cultura do feijoeiro. Safra 2015 = semeadura (S) em 29/06/2015; emergência (VE) em 08/07/2015; florescimento (R₆) em 26/08/2015; maturidade fisiológica (R₉) em 09/10/2015; colheita (C) em 14/10/2015. Safra 2016 = semeadura (S) em 21/06/2016; emergência (VE) em 26/06/2016; florescimento (R₆) em 18/08/2016; maturidade fisiológica (R₉) em 26/09/2016; colheita (C) em 29/09/2016. Fonte: Estação Agroclimatológica do Câmpus da FCAV/UNESP – Jaboticabal, SP.24
- Figura 3.** Teor de nitrogênio foliar (A), altura de plantas (B), altura da inserção da espiga principal (C) e diâmetro do colmo (D) do milho nos sistemas de cultivo: milho exclusivo (M), milho consorciado com *Urochloa ruziziensis* (M+B) e milho consorciado com *Crotalaria spectabilis* (M+C), em Jaboticabal-SP, safras 2014/2015 e 2015/2016. Médias seguidas de letras iguais, dentro de cada safra, não diferem pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.33
- Figura 4.** Diâmetro da espiga (A), diâmetro do sabugo (B), comprimento da espiga (C) e peso de cinco espigas (D) nos sistemas de cultivo: milho exclusivo (M), milho consorciado com *Urochloa ruziziensis* (M+U) e milho consorciado com *Crotalaria spectabilis* (M+C), em Jaboticabal-SP, safras 2014/2015 e 2015/2016. Médias seguidas de letras iguais, dentro de cada safra, não diferem pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.....35
- Figura 5.** Número de fileiras por espiga (A), número de grãos por fileira (B), massa de mil grãos (C) e produtividade (D) do milho nos sistemas de cultivo: milho exclusivo (M), milho consorciado com *Urochloa ruziziensis* (M+U) e milho consorciado com *Crotalaria spectabilis* (M+C), em Jaboticabal-SP, safras 2014/2015 e 2015/2016. Médias seguidas de letras iguais, dentro de cada safra, não diferem pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.39

Figura 6. Recobrimento da superfície do solo (A), quantidade de palhada produzida (B), teor de nitrogênio na palhada (C) e acúmulo de nitrogênio (D) na palhada provenientes dos sistemas de cultivos de milho exclusivo (M), milho consorciado com *Urochloa ruziziensis* (M+U) e milho consorciado com *Crotalaria spectabilis* (M+C), em Jaboticabal-SP, safras 2014/2015 e 2015/2016. Médias seguidas de letras iguais, dentro de cada safra, não diferem pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.....43

1. INTRODUÇÃO

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) absorve e extrai grandes quantidades de nitrogênio (N), sendo ineficiente seu suprimento total via fixação simbiótica (BRITO et al., 2011; PEREZ et al., 2013). Assim, grande parte das necessidades de N para o feijoeiro se dá via adubação mineral aplicada no momento da semeadura e em cobertura. Outra maneira de suprir o N é por meio da mineralização da matéria orgânica do solo, onde a palhada da cultura anterior desempenha papel importante. Para essa finalidade é cada vez mais frequente o uso de plantas de cobertura do solo, com destaque para as braquiárias e as crotalárias, principalmente a *Urochloa ruziziensis* (*U. ruziziensis*) e a *Crotalaria spectabilis* (*C. spectabilis*).

A *U. ruziziensis* apresenta elevada produção de palhada com alta relação C/N, tendo maior longevidade na cobertura do solo em razão da lenta decomposição de seus resíduos, promovendo o aumento da matéria orgânica e a ciclagem de nutrientes, possuem raízes profundas formando canalículos, melhorando a aeração, a infiltração de água, proporcionando menor variação na temperatura do solo, favorece o controle e minimização das doenças, como o mofo branco, podridão radicular seca ou podridões por *Fusarium* e *Rhizoctonia*, com capacidade de supressão física das plantas daninhas, sendo ainda uma planta de fácil manejo químico (AIDAR et al., 2007; SILVEIRA et al., 2011).

A *C. spectabilis* também é capaz de produzir grandes quantidades de palhada, porém de baixa relação C/N, promovendo aumento da matéria orgânica do solo e no fornecimento de nutrientes para os cultivos subsequentes, principalmente o N, podendo obter economia com fertilizantes nitrogenados, apresentando sistema radicular profundo que auxilia na descompactação do solo e tem sido recomendada para controle de nematóides, por possuírem mecanismos de redução do parasitismo (OLIVEIRA et al., 2010; KAPPES; ZANCANARO, 2015).

Portanto, ambas as espécies são melhoradoras dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, mas sabe-se que elas não promovem ganhos diretos de renda ao produtor quando cultivadas de forma exclusiva. A maneira para suprir essa desvantagem seria o uso de cultivos consorciados com milho, melhorando o aporte da palhada na superfície do solo, aumentando o teor de matéria orgânica,

permitindo a ciclagem de nutrientes, colaborando para a realização do sistema plantio direto na palha (SPDP) de qualidade (OLIVEIRA et al., 2010).

O SPDP promove melhorias físicas ao solo, por incorporar material orgânico ao solo, e aumentar o aporte nutreico (melhoria química) e reduzir as perdas de nutrientes por lixiviação e percolação, além de condicionar positivamente a fauna (macro e micro) do solo (CARVALHO et al., 2016; BONETTI, 2017; TANTACHASATID et al., 2017). Porém, muitos questionamentos são feitos sobre a viabilidade técnica desses sistemas de cultivo de milho consorciado com gramíneas e com leguminosas, principalmente no tocante a redução de produtividade de grãos do cereal, devido à concorrência por água, luz e nutrientes.

Nos sistemas de produção de grãos, em áreas irrigadas sob sistema plantio direto e após o cultivo de milho, uma das principais culturas utilizadas em sucessão é o feijoeiro de terceira safra ou de inverno. O feijoeiro, por possuir ciclo curto e proporcionar retorno econômico ao produtor, é a cultura mais explorada no Brasil nesse período em áreas com pivô central, no bioma cerrado.

O aporte de palhada promovido pelos sistemas de cultivo de milho consorciado com *U. ruziziensis* e *C. spectabilis*, requer maior atenção em relação ao manejo da adubação nitrogenada no feijoeiro cultivado em sucessão no plantio direto. O processo de imobilização e as perdas por volatilização, desnitrificação e lixiviação que o nitrogênio está sujeito a sofrer, permitem inferir que o parcelamento da adubação em cobertura seja uma alternativa viável e interessante de adoção, sendo merecedor de estudos técnicos. Além disso, as recomendações de adubação nitrogenada em cobertura ainda estão baseadas na classe de resposta ao nutriente aplicado e à produtividade esperada no sistema convencional de manejo físico do solo (OLIVEIRA et al., 2010; FIORENTIN et al., 2011).

Desse modo, os objetivos deste trabalho foram avaliar em duas safras agrícolas:

- A viabilidade do consórcio de milho com *U. ruziziensis* e *C. spectabilis* em termos de produtividade de grãos e de palhada;
- A resposta do feijoeiro cultivado em sucessão aos sistemas de cultivo e ao fornecimento da adubação nitrogenada em cobertura no primeiro e no segundo ano de implantação do sistema plantio direto na palha.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Sistema plantio direto no bioma cerrado

Agroecossistemas são sistemas (naturais ou antropizados) ecológicos que promovem o desenvolvimento de cultivos comerciais, baseando-se na maximização da produtividade, estabilidade, sustentabilidade e equidade (PALMER et al., 2017). Isso faz com que esses sistemas agrícolas estejam baseados no equilíbrio, seja de pragas e inimigos naturais; ou entre entrada e saída de nutrientes. Por esse motivo, os agroecossistemas são o patamar desejável para a agricultura moderna, chamada de agricultura verde no Rio +20 (SCARANO et al., 2012). Ante isso, o plantio direto (recentemente também mencionado como semeadura direta, devido ao preciosismo da tecnologia de sementes) é uma técnica de cultivo que garante o agroecossistema, sobretudo em locais extensivamente trabalhados, como o Cerrado (FRIEDRICH; KASSAM, 2016; AUSTIN et al., 2017).

O Cerrado brasileiro é um ecossistema muito importante, incluído como um ponto de preservação ambiental do mundo (CEPF, 2017). O problema é que esse bioma também possui imensa capacidade produtiva agropecuária, o que o tornou outrora a última fronteira agrícola do país (BRIDGEWATER; RATTER; RIBEIRO, 2004; CEPF, 2017). Por isso, é necessário preservar o bioma e maximizar as áreas já cultivadas no cerrado buscando técnicas conservacionistas e sustentáveis, o que pode ser feito com o sistema de plantio direto. Isso porque o SPD garante baixo revolvimento do solo, na rotação/sucessão de culturas e na formação de palhada (REATTO; PASSOS, 2016).

Deve-se destacar também o emprego de novos sistemas de produção tais como Santa Fé (produção consorciada entre milho com culturas forrageiras), Santa Brígida (consorciação entre milho e adubos verdes), integração lavoura/pecuária, e integração lavoura/pecuária/floresta. Estes sistemas visam uma agricultura mais conservacionista do solo, os quais além de atuar num sistema de produção de qualidade, que não só consegue-se obter elevadas produtividades, mas também promovem um melhor ambiente edafoclimático melhor na estrutura do solo, pelo acúmulo de palha e menor revolvimento, evitando a degradação, proporcionando

menor escoamento de água superficial, facilitando a infiltração da mesma. Além disso, geram a formação de associações simbióticas com bactérias fixadoras de N₂, resultando em um aporte de quantidades expressivas deste nutriente ao sistema solo-planta e contribuindo com a nutrição das culturas subsequentes.

O fato de quebrar o monocultivo, faz com que esse sistema de cultivo também equilibre o balanço de pragas/inimigos naturais (ROSSI et al., 2016; TORRES et al., 2017). Outro aspecto positivo é o fato de que a cobertura vegetal, imposta pela palhada, torna-se uma barreira física para o crescimento de plantas daninhas (BORTOLOZO et al., 2016). Assim, além da ação direta nos agentes do solo, o SPD também propicia redução do consumo de agrotóxicos (ROSSI et al., 2016; BORTOLOZO et al., 2016; TORRES et al., 2017). O resultado disso é a maximização de áreas produtivas com o menor impacto ambiental, o que leva a um sistema socialmente justo. Por isso, o SPD também é nomeado de sistema sustentável (CRUSCIOL, 2012; COSTA et al., 2014).

O revolvimento intenso do solo geralmente promove reduções no conteúdo de matéria orgânica (MO) ao longo do tempo, por constantemente promover entrada de material orgânico no sistema solo (AUSTIN et al., 2017). A degradação da MO do solo em sistemas convencionais de manejo compromete a sustentabilidade da cadeia produtiva e aumenta a contribuição da agricultura para o efeito estufa. O solo possui o maior estoque de carbono do ecossistema terrestre; estoca duas vezes mais carbono que a vegetação; e cerca de três vezes o valor da atmosfera; abaixo do solo o armazenamento orgânico é duas vezes maior que acima do solo. O acúmulo gradual e a lenta deterioração do material orgânico continuará a acumular o carbono, agindo desse modo como sequestrador (MACHADO, 1976; MUZILLI, 1983; DERPSCH et al., 1991; SÁ et al., 2001; SÁ; VIEIRA; BOZZA, 2004).

Os resíduos de plantas que caem sobre o solo são gradualmente alterados por interações entre a fauna do solo e microorganismos formando húmus. Os três principais processos responsáveis pela retenção do carbono nos solos são: a humificação, agregação, sedimentação. Ao mesmo tempo, os processos responsáveis pelas perdas de carbono no solo são a erosão, decomposição, volatilização e lixiviação. Assim, a formação do agroecossistema advindo da adoção do SPD pode ser mais vantajoso que 'novas florestas', que inicialmente são uma

fonte da emissão de CO₂ quando o carbono do solo é liberado na atmosfera. Mesmo as estimativas otimistas vêm à conclusão que o reflorestamento e o aquecimento de florestas naturais não são o bastante para contrabalancear o nível atual das emissões de gases do efeito estufa. Os mecanismos para realçar o sequestro do carbono no solo incluem: conservação de áreas naturais, rotação de culturas e solo rico em matéria orgânica (MACHADO, 1976; MUZILLI, 1983; DERPSCH et al., 1991; SÁ et al., 2001; SÁ; VIEIRA; BOZZA, 2004).

Diante disso, sistemas de cultura que propiciem altas adições de biomassa vegetal e que apresentem capacidade de alocar C a maiores profundidades no perfil, via sistema radicular, representam uma importante contribuição para o armazenamento de C no solo. O potencial para sequestro de carbono no SPD, devido ao seu acúmulo de MOS já foi comprovado por vários autores (MACHADO, 1976; MUZILLI, 1983; DERPSCH et al., 1991; SÁ et al., 2001; SÁ; VIEIRA; BOZZA, 2004). Isto ocorre porque os solos manejados sob o SPD passam por condição fonte de CO₂ rumo a atmosfera para a condição dreno de CO₂ para o solo (SÁ; VIEIRA; BOZZA, 2004).

Em termos numéricos, o plantio direto purista ainda corresponde a uma pequena porção do cultivo nacional, algo próximo a 32% da área cultivada no país (baseados nos dados de DERPSCH, 2013). Apesar disso, teoricamente 61% da área de cultivo do país está sob plantio direto. Entretanto, nesses casos, sempre há alguma inconsistência com a ideia purista do SPD (DERPSCH, 2013). Um dos principais gargalos para esse problema é a rápida decomposição de palhada, algo natural para o clima neotropical do Cerrado. É por isso que os principais cultivos fornecedores de material orgânico são gramíneas e/ou adubos verdes, que apresentam maior relação C/N (KLUTHCOUSKI et al., 2003; SILVA et al., 2010; TEIXEIRA et al., 2017). Para se ter o sistema de agricultura conservacionista, dentro das categorias da quantidade de resíduos distribuídos na superfície tendem a se enquadrar na faixa de 30-60%, 60-90% e maior que 90% de cobertura do solo (DERPSCH et al. 2014) O problema é que pequenas variações na escolha desses fornecedores de material orgânico podem implicar em modificações da qualidade de grãos.

Costa et al. (2012), por exemplo, mostram que os teores de nutrientes

foliares e o índice de clorofila Falker (ICF) da cultura do milho consorciado com *U. ruziziensis*, de modo geral, foram menores quando comparados aos valores obtidos no consórcio com *U. brizantha*, cultivar Xaraés, porém, sem comprometimento da produtividade de grãos. A adubação nitrogenada em cobertura até a dose de 200 kg ha⁻¹ de N aumenta linearmente o ICF, os teores de N, P e S, bem como os componentes da produção e a produtividade de grãos da cultura do milho. O sistema plantio direto, entretanto, garante quantidade acima de 5.000 kg de matéria seca por hectare, tanto para o fornecimento à alimentação animal quanto para a sustentabilidade e a continuidade do sistema plantio direto.

Neste contexto, o sistema de produção de palhada de milho + *U. ruziziensis* (consórcio) proporcionou a maior quantidade de palhada, sendo superior a 8.000 kg ha⁻¹, suficiente para conferir 100% de recobrimento do solo antes da semeadura do feijoeiro (CARMEIS FILHO et al., 2014). Estes autores argumentam ainda que os sistemas de produção de palhada com milho + *U. ruziziensis* e *U. ruziziensis* exclusiva obtiveram o maior acúmulo de N, sendo de 93 e 83 kg ha⁻¹, respectivamente. Durante o ciclo do feijoeiro foram liberados N e outros nutrientes pelas palhadas de milho exclusivo, milho consorciado com *U. ruziziensis* exclusiva. Porém, houve liberação de N em maior quantidade pelas palhadas com *U. ruziziensis* (exclusiva ou em consórcio) devido a sua menor relação C/N, o que pode explicar, em parte, o desempenho produtivo do feijoeiro nesses dois sistemas de produção de palhada, onde mesmo na ausência da adubação nitrogenada em cobertura obteve-se produtividade acima de 2.000 kg ha⁻¹. Portanto, no sistema de produção de palhada com *U. ruziziensis* exclusiva, a produtividade de grãos do feijoeiro ultrapassou 3.000 kg ha⁻¹, podendo inferir que essa variável pode não ter sido influenciada tão drasticamente pela condição climática em razão dos benefícios adquiridos pela adoção do SPD, devido a formação de palhada e do total recobrimento da superfície do solo. Além disso, com o aumento das doses de N houve redução no tempo de cozimento para o feijoeiro em sucessão a milho exclusivo.

Esses resultados demonstram que o sistema de plantio direto é complexo, sendo que a planta que fornece o material de cobertura e/ou a presença de suplementação de nutrientes e/ou o gênero da planta fornecedora podem afetar

incisivamente na produtividade do cultivo. É importante lembrar a ideia de produtividade contemporânea, que considera a qualidade e a quantidade por unidade de área cultivada. Embora esses dados ainda sejam incipientes para adubos verdes como sendo fornecedores de material orgânico, não é possível negligenciá-los.

Espécies de adubo verde podem ser empregadas na rotação de culturas ou cultivadas de forma isolada. De acordo com Perin et al. (2007), os adubos verdes têm grande potencial no fornecimento de nutrientes às culturas consorciadas, por consequência influenciando no rendimento dessas, bem como efeito favorável sobre características físico-químicas dos solos. Além disso, essas espécies podem ser adotadas como plantas remediadoras de solos contaminados com herbicidas (SANTOS et al., 2006).

De origem asiática, a *Crotalária* apresenta elevada produção de biomassa (MENEZES; LEANDRO, 2004), e, ainda, um significativo aporte de N, entre 100 e 300 kg ha⁻¹ ano⁻¹ (LOVERA, 2003). Ademais, sua fibra resistente e durável é componente de produtos como redes de pesca, sacaria e, até mesmo, papel (MORAES et al., 2006). Dentre as diversas leguminosas utilizadas como adubo verde na região dos Cerrados, as plantas pertencentes ao gênero *Crotalária* se destacam, sobretudo as espécies *C. juncea* e *C. spectabilis* (AMABILE; FANCELLI; CARVALHO, 2000). Estas espécies apresentam peculiaridades que as tornam mais vantajosas para a adoção em um sistema de rotação com as culturas cultivadas na região, como a alta produção de biomassa, plasticidade fenotípica e tolerância a acidez no solo.

Pensado em tudo isso é que se faz necessário estudar o sistema de plantio direto de plantas com grande relevância econômica nacional, mas com número ainda incipiente de tecnologia para o sistema, como o feijoeiro. É desse modo que o SPD pode auxiliar na formação de agroecossistemas no Cerrado brasileiro, evitando a degradação ambiental sem deixar de beneficiar a população por meio de novas tecnologias.

2.2. Sistema plantio direto e o cultivo de feijoeiro

Ainda que as pesquisas sobre o cultivo de feijoeiro em sistema de plantio

direto não estejam bem difundidas, algumas importantes informações produzidas sobre o tema devem ser lembradas. A exemplo, como mencionado no tópico anterior, o SPD pode acarretar em melhorias hídricas aos cultivos estabelecidos nesse sistema. No caso do feijoeiro de inverno, o sistema plantio direto demonstrou ser menos suscetível do que o sistema de preparo convencional às variações hídricas no solo decorrentes dos sistemas de manejo de irrigação empregados, refletindo em menor variação na produtividade de grãos (PAVANI; LOPES; GALBEIRO, 2008). É importante, entretanto, lembrar que muito da forma com que o sistema atua sobre o cultivo estabelecido depende das culturas de sucessão.

A sucessão de culturas pode influenciar as propriedades físicas do solo e a produtividade do feijoeiro cultivado no inverno sob irrigação. Isso é nítido com os resultados de Silva et al. (2008). Esses autores demonstraram que, em solo tipo Latossolo Vermelho, *C. juncea*, milho + mucuna-preta, milho + braquiária e milho, independentemente do manejo do solo utilizado (grade pesada, escarificador e plantio direto), constituem adequadas opções de sucessão de culturas, mediante satisfatória produção de massa seca e recobrimento do solo. No plantio direto, é causada compactação na camada superficial, mediante redução da macroporosidade. As propriedades umidade, macroporosidade, microporosidade e porosidade total do solo, praticamente, não são influenciadas pelos sistemas de manejo do solo. A produtividade do feijoeiro irrigado no inverno, no entanto, não foi influenciada pelo manejo do solo ou pelas sucessões de culturas.

Em termos de biomassa, sabe-se que os consórcios milheto + mucuna-preta e milheto + *C. juncea* constituem adequadas opções para produção de palhada visando o SPD no Cerrado (SILVA et al., 2014). O cultivo de milheto, *C. juncea*, mucuna preta e os consórcios, milheto + *C. juncea* e milheto + mucuna preta proporciona recobrimento do solo superior a 70% após 35 dias de seu manejo. A mucuna preta, contudo, acumula as maiores quantidades de nutrientes na biomassa.

Outro fato interessante é que o desempenho agrônômico de diferentes cultivares de feijoeiro é similar em ambos os sistemas de cultivo, convencional ou de plantio direto, embora algumas cultivares apresentem destaque para um ou outro. De acordo com Cruz et al. (2014), a variedade tradicional de feijão Carioca Pitoco tem melhor rendimento de grãos, comparado com as variedades Carioca e Rosinha

no primeiro ano de cultivo em sistema plantio direto. A adubação de plantio aumenta a produtividade do feijoeiro em sistema plantio direto sobre a biomassa da vegetação de pousio. A média de produção de matéria seca na área do pousio foi de 7,05 t ha⁻¹. Quanto ao feijoeiro, o estande final diferiu. A melhor média de estande foi obtida para a variedade Carioca Pitoco, com 106.750 planta ha⁻¹.

Silva et al. (2011) verificou que no sistema de plantio direto há a interação dos cultivares com outros fatores analisados para o tempo de cozimento, todavia os valores do teor de proteína bruta e da relação de hidratação dos grãos não variou. Por fim, sabe-se também que a produtividade do feijoeiro apresentou bom resultado, em sucessão ao milho inoculado + *U. ruziziensis* inoculada, considerando-se a produtividade do feijoeiro e a possibilidade de produzir grãos de milho, e, ao mesmo tempo, aumentar a produção de palhada. A aplicação de nitrogênio em cobertura não interferiu na produtividade do feijoeiro, em cultivo irrigado de inverno, sob plantio direto (SABUNDJAN et al., 2013). Segundo esses autores acima, o milho solteiro inoculado produziu, em média, 25% a mais de cobertura vegetal do que o tratamento sem inoculação.

Uma das consequências diretas do meio de cultivo é na qualidade do produto final. No caso de cultivos de grãos, como o feijoeiro, isso pode impactar diretamente a digestibilidade, por atuar sobre os teores de lignina, proteínas e amido. O tempo de cozimento é outro fator determinante para a aceitação de uma cultivar de feijão, por isso deve ser avaliado pelo programa de melhoramento, tal como por programas fitotécnicos.

Em um estudo, cujo foco foi o plantio direto *per se* em feijão, verificou-se que o teor de proteína não é afetado pelo tipo da palhada, seja ela proveniente de milheto (*Pennisetum americanum* L.), crotalária (*Crotalária juncea* L.), guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.), mucuna-preta (*Mucuna aterrima* (Piper & Tracy) Merr.), milheto + guandu, milheto + crotalária e milheto + mucuna ou de vegetação espontânea (SILVA et al., 2013).

2.3 Manejo do nitrogênio para o cultivo do feijoeiro no sistema plantio direto

A absorção de macronutrientes pela parte aérea da cultura do feijoeiro comum segue a ordem decrescente: K>N>Ca>P>S>Mg, e corresponde ao

acumulado total, respectivamente, de 138, 112, 66, 16, 11 e 7 kg ha⁻¹ (PEGORARO et al., 2014). Os grãos são os componentes da planta com maior acúmulo de macronutrientes na parte aérea do feijoeiro e a taxa de exportação de nutrientes pelos grãos decresce na seguinte ordem: P>N>Mg>S>K>Ca. A exportação de P, N, Mg é de 90, 75 e 65%, respectivamente, indicando a elevada taxa de exportação de nutrientes da área de cultivo. A taxa de máximo acúmulo de macronutrientes nas folhas e haste do feijoeiro situa-se entre 26 e 36 DAE (R₅-R₆) e nos órgãos reprodutivos vagem e grãos, situa-se entre os 46 e 66 DAE (estádios R₇-R₈). Por isso, é recomendado que as práticas de adubação de cobertura com N e K possam ser realizadas entre os 12 e 30 DAE para o feijoeiro irrigado, pois antecedem as fases de maior demanda nutricional (PEGORARO et al., 2014) e, assim, o manejo do elemento azoto é essencial para o sucesso da cultura.

Para o suprimento de N, por outro lado, a liberação controlada/gradativa por adubos químicos ou pela rotação/consórcios de culturas no SPD, pode ser extremamente útil para o melhor desenvolvimento de plantas da cultura. Bernardes et al. (2015) demonstraram isso ao avaliar o efeito de diferentes fontes de nitrogênio, inclusive a ureia com inibidor de urease e de liberação lenta, na produtividade de grãos do feijão comum, irrigado, em sistema plantio direto. Segundo esses autores, com o passar do tempo, há aumento da disponibilidade de N para as plantas do feijoeiro, nas parcelas sem aplicação de N mineral, o que pode ter ocorrido em razão da mineralização dos resíduos vegetais da superfície do solo, disponibilizando N, e, além disso, como as leituras dos teores de clorofila foram sempre realizadas nas folhas trifolioladas totalmente expandidas, com o passar do tempo pode ter ocorrido redistribuição do N das folhas mais velhas para as mais novas. Isso, inclusive, pode justificar o fato do feijoeiro cultivado no sistema plantio direto responder à adubação nitrogenada aplicada toda na semeadura ou parcelada (FRANCO et al., 2008). Neste caso, há reflexos diretos sobre a massa das plantas suplementadas com N.

Ao que parece, a massa seca de folhas, o índice de área foliar, o número de vagens por planta e o rendimento, assim como o teor foliar de nitrogênio, cálcio e de magnésio do feijoeiro é maior com a aplicação de doses mais elevadas de nitrogênio. Em relação à matéria seca de folhas, a propósito, os maiores valores ocorreram quando se aplicou nitrogênio na dose igual ou superior a 100 kg ha⁻¹ de

N, enquanto os menores valores, para doses de até 50 kg ha⁻¹ de N. Isso deixa evidente que em sistema de plantio direto, com elevado teor de matéria orgânica, há necessidade da aplicação de N em doses mais elevadas para obter plantas com maiores valores de massa seca de folhas (BERNARDES et al., 2015).

A melhoria do desenvolvimento de plantas de feijoeiro, associada a melhoria de assimilação de nitrogênio, por certo impacta sobre a produtividade de grãos quando em plantio direto suplementado com N. Essa hipótese é corroborada com os resultados de Gomes Junior; Sá; Muraishi (2008). Segundo esses autores, a aplicação de N, em cobertura na fase vegetativa do feijoeiro, em plantio direto sobre palhada de milho, revela ser uma prática indispensável para obtenção de altas produtividades, principalmente em condições de baixa disponibilidade de palhada (< que 30%) sobre a superfície do solo. Como na maioria dos casos, há exportação dos grãos de milho da área, grande quantidade de N também é extraída junto com os grãos. Os autores também justificam que dados observados anteriormente revelaram altos teores de N, nos resíduos vegetais de milho e braquiária, além de grande quantidade de fitomassa produzida, chegando a representar uma disponibilidade potencial de 209 e 250 kg ha⁻¹ de N ano⁻¹, respectivamente.

Além disto, a aplicação de até 120 kg ha⁻¹ de N no estágio fenológico V₄₋₃, em sistema de plantio direto sob densa quantidade de palhada de milho, por exemplo, propicia maior acúmulo de proteína bruta na semente do feijoeiro em relação à aplicação no estágio V₄₋₆. A dose de 90 kg ha⁻¹ de N propicia maior acúmulo de proteína solúvel na semente, sem, contudo, exercer influência acentuada sobre o seu potencial fisiológico (GOMES JÚNIOR; SÁ, 2010). Estes resultados ratificam a necessidade da aplicação de fertilizante nitrogenado no sistema de plantio direto para o cultivo do feijoeiro.

É possível afirmar que o cultivo do feijoeiro, em sistema de plantio direto, pode aumentar a produtividade de sementes em relação ao preparo convencional do solo, sobretudo com a suplementação nitrogenada (GOMES JUNIOR; SÁ; MURAISHI 2008; FARINELLI; LEMOS, 2010; BINOTTI et al., 2014). O melhor aproveitamento do nitrogênio em plantio direto pode ser obtido por meio do parcelamento da dose ou pelo consórcio entre gramíneas e leguminosas (GOMES JUNIOR; SÁ; MURAISHI 2008). Por outro lado, a produtividade de grãos do feijoeiro

de inverno irrigado não é influenciada pelas fontes de nitrogênio utilizadas em cobertura (BINOTTI et al., 2010). A produtividade do feijoeiro é favorecida pelo aumento no fornecimento de nitrogênio, até a dose de 80 kg ha⁻¹ (BINOTTI et al., 2010). Todavia, dose maiores que esta parece trazer maiores produtividades, visto que os boletins de recomendação trazem como referência a dose de 90 kg ha⁻¹ (Boletim 100; 5º Aproximação).

A maior margem bruta é obtida com uréia na dose de 40 kg ha⁻¹ de N em cobertura (BINOTTI et al., 2010), não apresentando melhorias com outros tipos de tecnologia, como inibidores de urease e cobertura por polímeros (BERNARDES et al., 2015). Contudo, a aplicação antecipada do N à cobertura vegetal ou no mesmo dia da semeadura da cultura do feijoeiro proporciona produtividade de grãos semelhante à observada com a aplicação em cobertura (estádio V₄) (SORATTO et al., 2013). A aplicação de N em pré-semeadura também proporcionou menores concentrações de Ca, Mg, S e Zn, especialmente em comparação com o tratamento que recebeu N apenas em cobertura no estágio V₄ da cultura do feijoeiro (PEREZ et al., 2013).

A produção do feijoeiro é limitada caso o nitrogênio não esteja disponível no estágio de maior exigência da cultura, a partir do florescimento pleno (R₆). A importância do nitrogênio é vista pela alta exportação do nutriente por tonelada de grãos produzidos, na faixa de 28,6 a 45 kg (PEREZ et al., 2013). Por ser um nutriente muito móvel no solo é necessário ao longo do crescimento da planta, as pesquisas veem confirmando que a melhor estratégia de fornecimento para as plantas e por meio do parcelamento.

Neste sentido, ficou evidente o impacto do nitrogênio na produção do feijoeiro cultivado em plantio direto (com aumentos de 100%), independente das fontes de N, afetando apenas o teor de N foliar (ARF et al., 2011). Neste mesmo estudo, a aplicação de altas doses de nitrogênio no plantio afetou negativamente o estande de plantas. Neste sentido, a produção de grãos, massa de 100 grãos, número de vagens por planta não foi influenciada por doses crescentes de nitrogênio, variando de 0 a 150 kg ha⁻¹ aplicados para o cultivo do feijoeiro irrigado (LOPES et al., 2011).

Com objetivo de avaliar o efeito da adubação nitrogenada em diferentes

épocas (sem nitrogênio, 100% no semeio, 100% 25 dias após a emergência (DAE), 50% 20 DAE e 50% 30 DAE e 33% 15 DAE, 33% 25 DAE e 33% 35 DAE) nas características agronômicas nas cultivares de feijão comum IAC Alvorada, IPR Juriti e BRS Requite, um experimento foi conduzido na entressafra, em que foram destaques a massa seca da parte aérea, inserção da primeira vagem, diâmetro do caule e produtividade de grãos revelou interação entre os fatores. Para as características teor de nitrogênio foliar, altura de planta, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de cem grãos, não foi observado significância da interação (RAMOS et al., 2014).

Uma das conclusões que se chega com esse experimento é: de modo geral, as cultivares não respondem ao parcelamento do nitrogênio e a interação foi advinda de características distintas das cultivares. Deve-se destacar o menor diâmetro do caule da cultivar IAC Alvorada quando houve parcelamento do nitrogênio aos 20 e 30 DAE e a superioridade no número de vagens do cultivar IPR Juriti e da IAC Alvorada, maior massa de cem grãos para a cultivar IAC Alvorada. Como IAC Alvorada obteve também menor número de grãos por vagens e por planta, os fotoassimilados foram distribuídos para uma menor quantidade de grãos (drenos), quando comparado aos demais cultivares, resultando em maior crescimento de massa das mesmas. Quanto à produtividade de grãos o destaque foram as cultivares IAC Alvorada e IPR Juriti. Esta superioridade deu-se provavelmente pelo fato do IAC Alvorada apresentar maior massa de grãos, enquanto que, o IPR Juriti apresentou maior número de grãos e de vagens por planta, sem diferir de IAC Alvorada.

A interação com o nitrogênio se estende também para a palhada, que é afetada. A palhada de *B. ruziziensis* permite maior quantidade e manutenção da cobertura do solo no decorrer do ciclo do feijoeiro e favorece o aumento nos componentes de rendimento e na produtividade de grãos do feijoeiro. A aplicação de nitrogênio em cobertura no feijoeiro, cultivado em sucessão a *B. ruziziensis* exclusiva, consórcio milho e *B. ruziziensis* e milho exclusivo, não traz benefícios quanto ao aumento nos componentes de rendimento e na produtividade de grãos, no primeiro ano de implantação do sistema de plantio direto (FIORENTIN et al., 2011).

Em contrapartida, o cultivo do feijoeiro é beneficiado pela palhada de *U. ruziziensis*, que proporciona maiores produtividades de grãos e eficiência agrônômica. A aplicação de N em cobertura aumenta a produtividade do feijoeiro até a dose de 136 kg ha⁻¹ de N. Os atributos qualitativos dos grãos não são alterados pelas diferentes palhadas avaliadas. A aplicação do N em cobertura aumenta o teor de proteína bruta e o tempo de cozimento dos grãos do feijoeiro. O cultivo exclusivo de braquiária proporcionou a maior quantidade de palhada no momento da semeadura do feijoeiro. A produtividade de grãos foi maior com cultivo do feijoeiro sobre palhada de *U. ruziziensis*, tendo alcançado 2.820 kg ha⁻¹ (AMARAL et al., 2016).

Em oposição, há trabalhos que demonstram que as coberturas vegetais no solo podem não resultar em produtividade no feijoeiro (BORDIN et al., 2003; SILVA et al., 2008). A inconsistência das respostas do feijoeiro ao manejo de plantio direto se dá pela diversidade de espécies de plantas de cobertura usada, que resulta em diferenças no acúmulo de nutrientes na palhada. O que, por sua vez, demonstra a importância das plantas de cobertura na ciclagem de maiores quantidades de nutrientes ao solo, e que conseqüentemente poderão ser absorvidos pelas plantas sucessoras (feijoeiro) (SILVA et al., 2014). Outro aspecto que pode ser levantado para explicar a diversidade de resposta e o próprio feijoeiro, é que existem cultivares mais responsivas a este manejo (BURATTO et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2012).

Do ponto de vista fitotécnico há fortes indícios que o plantio direto propicia uma nodulação mais eficiente e com isso ocorra maior aporte de nitrogênio ao solo, o que resulta em incremento de matéria seca para o feijoeiro, culminando com o maior número de grãos vagem⁻¹, massa de 1000 grãos e produtividade (ABBOUD; DUQUE, 1986; ARF et al., 1999; SILVA et al., 2013). Estes benefícios independem da palhada, podendo ser com mucuna-preta (*Mucuna aterrima*), milheto (*Pennisetum glaucum*) ou a quandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) (ABBOUD; DUQUE, 1986; ARF et al., 1999; SILVEIRA et al., 2005).

Embora o solo com palhada melhore a sua fixação de nitrogênio, a adubação nitrogenada permanece imprescindível para o feijoeiro. A eficiência agrônômica do nitrogênio em cobertura varia em função do tipo de palhada presente na superfície do solo. A máxima produtividade de grãos (2.565 kg ha⁻¹) foi obtida

com aplicação de 136 kg ha^{-1} de N (AMARAL et al., 2016). Outro fator que pode explicar os benefícios do plantio direto na produtividade da cultura é a sua própria biologia. O feijoeiro é uma planta C3, de ciclo curto, com sistema radicular pouco profundo, de porte baixo, crescimento inicial lento, portanto suas características convergem para um maior impacto a competição com plantas daninhas (VASCONCELOS JÚNIOR et al., 2016). Ademais, o feijoeiro pouco sombreia o solo (TEIXEIRA et al., 2009), permitindo assim o sucessivo aporte de novas plantas daninhas no banco de sementes do solo o que expõe a cultura a intensa interferência das mesmas. Portanto o plantio direto ao cobrir o solo e servir de barreira física as plantas daninhas permite o feijoeiro desenvolver em plenitude.

O fornecimento de nitrogênio para o feijoeiro aumentou o teor de N na folha, o número de vagens por planta e a produtividade de grãos, apenas no cultivo em sucessão ao milho solteiro (SORATTO et al., 2013). Resultados positivos com o manejo do N no feijoeiro foram observados para diversas características do feijoeiro como emergência das plântulas, aos 7, 14, 21, 28 e 35 dias após emergência (DAE), produtividade, teor de proteína bruta, o tempo de cozimento e o tempo para a máxima hidratação e teores nutricionais dos grãos (FARINELLI; LEMOS, 2010; SANTI et al., 2013; SILVA; LEMOS; TAVARES, 2006, CARMEIS FILHO et al., 2014).

Para melhorar a eficiência da aplicação de nitrogênio novos procedimentos vêm sendo testados visando determinar dose e a época de aplicação do nitrogênio em plantio direto do feijoeiro. Em estudo recente com a cultivar IAC Alvorada usou-se o índice de suficiência de nitrogênio calculado com base no índice relativo de clorofila. O cálculo do índice de suficiência de nitrogênio foi realizado através da relação dos valores de índice relativo de clorofila (medidos com um clorômetro portátil) em cada parcela e na parcela referência, adotando como critério de aplicação de nitrogênio o índice de suficiência de nitrogênio de 90% e 95%. Ficou constatado que independente do manejo (dose final de nitrogênio variando de 0 a 200 kg ha^{-1}) a cultivar não incrementa o número de vagens por planta, grãos por vagem, massa de 100 grãos, independente da safra seja “das águas” ou “da seca”. Para massa seca e produtividade satisfatoriamente na safra “das águas” doses acima de 110 e 50 kg ha^{-1} , respectivamente. Para a

safra “das secas” doses acima de 20 kg ha⁻¹ já respondem satisfatoriamente gerando incremento (MAIA et al,2013).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Características e histórico da área

O trabalho foi desenvolvido em Jaboticabal-SP, situado aproximadamente na latitude de 21° 14' S e longitude de 48° 17' W, a altitude média de 615 metros acima do nível do mar, com clima Aw (tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca de inverno) de acordo com a classificação de Köppen.

O solo da área experimental foi classificado, de acordo com as suas características pedológicas, em Latossolo Vermelho eutroférico, de textura argilosa (ANDRIOLI; CENTURION, 1999; EMBRAPA, 2013), apresentando 533 g kg⁻¹ de argila, 193 g kg⁻¹ de silte e 274 g kg⁻¹ de areia.

O solo foi cultivado anteriormente com culturas anuais (milho, feijão, soja e arroz) no sistema de preparo físico convencional, ocorrendo nos anos anteriores ao início do experimento a sucessão de soja e milho com maior frequência. Na safra verão de 2014/15 foi implantado o SPD, efetuando-se a escarificação do solo, seguida de aração com arado de discos e duas passagens de grade niveladora, não havendo a necessidade do uso de corretivo de solo e também do gesso agrícola, sendo que posteriormente, implantou-se três sistemas de cultivo com semeadura do milho (*Zea mays* L.) no verão, em sistema exclusivo e consorciado com braquiária (*Urochloa ruziziensis*) ou crotalária (*Crotalária spectabilis* Roth), possibilitando a implantação do sistema de plantio direto (SPD) do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) no inverno, mantendo-se até o final do experimento (safra 2015/16).

3.2. Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados em esquema de

parcelas sub-subdivididas, com 60 tratamentos arranjados em três sistemas de cultivo de milho (SC) e dez combinações de fornecimento do nitrogênio em cobertura (FN), por duas safras agrícolas (sendo primeiro e segundo ano de implantação do sistema plantio direto), com quatro repetições, totalizando 240 unidades experimentais.

As parcelas foram constituídas pelos três sistemas de cultivo anteriores a cultura do feijoeiro de inverno, contendo o cultivo de milho exclusivo (SC_M), cultivo de milho consorciado com *Urochloa ruziziensis* (SC_{M+U}) e o cultivo de milho consorciado com *Crotalaria spectabilis* (SC_{M+C}), descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Descrição dos sistemas de cultivo de milho (SC) em sucessão de culturas e época de semeadura do milho exclusivo e consorciado com *Urochloa ruziziensis* ou *Crotalaria spectabilis*, Jaboticabal-SP, safras 2014/2015 e 2015/2016.

Sistema de Cultivo	Safra de Verão	Safra de Inverno
SC _M	Milho exclusivo	Feijoeiro
SC _{M+U}	Milho consorciado <i>U. ruziziensis</i>	Feijoeiro
SC _{M+C}	Milho consorciado <i>C. spectabilis</i>	Feijoeiro

As subparcelas foram compostas por combinações de fornecimento do nitrogênio em cobertura no feijoeiro de inverno na dose de 90 kg de N ha⁻¹ aplicadas em três estádios da cultura, sendo por ocasião do primeiro trifólio completamente expandido, na presença do terceiro trifólio e no pré-florescimento, ou seja, V₃, V₄ e R₅ respectivamente (FERNÁNDEZ; GEPTS; LÓPEZ, 1985), sendo estes descritos à seguir (Tabela 2). Como fonte de N em cobertura, foi aplicada uréia protegida ou revestida (45% de N) com camadas de aditivos, denominada Kimcoat® (REIS JÚNIOR, 2007), em filete contínuo a 10cm da linha da cultura, com incorporação via 15mm de lâmina de água por irrigação tipo aspersão convencional.

Tabela 2. Descrição dos fornecimentos do nitrogênio em cobertura na dose de 90 kg de N ha⁻¹ na cultura do feijoeiro, em sucessão aos sistemas de cultivo, Jaboticabal-SP. Safras 2015 e 2016⁽¹⁾.

Estádio Fenológico ⁽¹⁾	T1 ⁽²⁾	T2 ⁽³⁾	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
V ₃	0	90	0	0	45	0	30	0	60	30
V ₄	0	0	90	0	45	45	60	60	30	30
R ₅	0	0	0	90	0	45	0	30	0	30

⁽¹⁾Estádio fenológico: V₃ formação do primeiro trifólio; V₄ presença da terceira folha trifoliolada; R₅ pré-florescimento. ⁽²⁾ 0 = testemunha, sem aplicação de N em cobertura. ⁽³⁾ Dose de N no estágio fenológico recomendados para o Estado de São Paulo, segundo Ambrosano et al. (1997).

A dose de N em cobertura aplicada (90 kg de N ha⁻¹) foi referente à classe de resposta alta em razão de ser cultura irrigada e cultivo após gramíneas, seguindo recomendações de Ambrosano et al. (1997).

Cada subparcela foi formada por seis linhas de feijoeiro espaçadas a 0,45 m e com cinco metros de comprimento, perfazendo área total de 11,25 m², sendo consideradas úteis as quatro linhas centrais, desprezando-se 0,45 m de cada extremidade, totalizando 7,38 m².

3.3. Implantação e condução dos experimentos

Para a caracterização da área experimental foram realizadas coletas de solo deformada na camada de 0,00 – 0,20 m, dividiu-se a mesmas em três talhões, coletando dez amostras simples, formando uma amostra composta por talhão. Logo após a coleta, fez-se a média das amostras (total de 3 compostas), para a caracterização da área. Foram encaminhadas para análise, tendo como objetivo determinar os atributos químicos do solo (RAIJ et al., 2001), obtendo-se os valores da Tabela 3.

Em 15/12/2014 e em 28/11/2015 realizou-se a semeadura mecânica dos cultivos de verão foram realizadas com auxílio de uma semeadora de consórcio marca Semeato®, modelo plantio direto SHM 11/13®.

Tabela 3. Atributos químicos do solo na camada de 0 - 0,20 m, antes das semeaduras dos sistemas de cultivo de milho no verão e do feijoeiro de inverno, nas safras 2014/2015 e 2015/2016, Jaboticabal-SP.

Atributos químicos ⁽¹⁾	Milho 2014/2015 ⁽²⁾	Feijoeiro safra 2015	Milho 2015/2016	Feijoeiro safra 2016
pH (CaCl ₂)	5,6 ⁽³⁾	5,6	5,6	5,6
P (mg dm ⁻³)	49	49	57	50
K (mmolc dm ⁻³)	4,2	4,2	4,6	4,7
Ca ²⁺ (mmolc dm ⁻³)	46	46	41	31
Mg ²⁺ (mmolc dm ⁻³)	27	27	17	14
Al ³⁺ (mmolc dm ⁻³)	1	1	0	0
H+Al (mmolc dm ⁻³)	22	22	28	27
SB (mmolc dm ⁻³)	77	77	63	53
T (mmolc dm ⁻³)	99	99	90	77
V%	78	78	71	72
M.O (g dm ⁻³)	20	20	25	20

⁽¹⁾H: potencial hidrogeniônico em CaCl₂; P: fósforo; K: potássio; Ca: cálcio; Mg: Magnésio; Al: alumínio; H+Al: hidrogênio+ alumínio; SB: soma de bases; T: capacidade de troca catiônica; V: saturação por bases; M.O: matéria orgânica.⁽²⁾ Sistemas de cultivo e ano da produção. ⁽³⁾ Teores referentes às análises químicas, antes das semeaduras.

Na primeira safra utilizou-se o milho híbrido simples Impacto (Syngenta), este híbrido possui por finalidade a produção de grãos e silagem, obtendo uma média na altura de plantas de 246 cm e 124 cm de inserção da espiga, textura de grãos dura, coloração alaranjado e ciclo precoce. Na segunda safra utilizou-se o milho híbrido simples e AS 1633 PRO 2, este híbrido possui por finalidade a produção de grãos e silagem, obtendo uma média na altura de plantas de 240 à 266 cm e 130 à 153 cm de inserção da espiga, textura de grãos semidura, coloração amarelo alaranjado e ciclo precoce.

Ambos os híbridos são de alto potencial produtivo, boa qualidade e sanidade de grãos, boa tolerância a doenças foliares e colmo, ampla adaptação com estabilidade produtiva, tecnologia Viptera (proteção contra lagartas da folha, espiga e elasmó) e resistência a Glifosato. A densidade populacional estimada em ambas as safras de 60.000 plantas ha⁻¹, com linhas espaçadas de 0,9 m.

Simultaneamente, foi semeada na entrelinha do milho a braquiária (*U. ruziziensis* cv. Comum) e a crotalária (*C. spectabilis* cv. Comum), em fileiras duplas espaçadas 0,22 m e 0,03 m de profundidade, distribuindo-se 10 kg ha⁻¹ de sementes de braquiária (KLUTHCOUSKI et al., 2000) e 12 kg ha⁻¹ de

crotalária, com o objetivo de estabelecer uma população final de 4 a 5 plantas por metro das espécies (OLIVEIRA et al., 2010).

Na adubação de semeadura do milho na safra 2014/2015 foram aplicados 17 kg ha⁻¹ de N, 58 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 33 kg ha⁻¹ de K₂O, via formulado comercial 8-28-16. Para o fornecimento da adubação de cobertura, foram aplicados 90 kg ha⁻¹ de N e 45 kg ha⁻¹ de K₂O. Na safra 2015/2016 para a adubação de semeadura do milho foram utilizados 19 kg ha⁻¹ de N, 67 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 38 kg ha⁻¹ de K₂O. Para a adubação de cobertura foram aplicados 96 kg ha⁻¹ de N e 20 kg ha⁻¹ de K₂O. Em ambas as safras, as mesmas adubações de semeadura e de cobertura aplicadas no milho exclusivo foram disponibilizadas nos consórcios.

As adubações de cobertura na cultura do milho, foram realizadas manualmente em filete contínuo, superficialmente ao solo a 10 cm da linha do milho, quando a cultura se apresentava no estágio fenológico V6, de acordo com as recomendações de Raij e Cantarella (1997) e Fornasieri Filho (2007). Com o objetivo de mitigar as perdas por volatilização do N, pela utilização de uma fórmula a base de ureia, realizou-se irrigação de 15 mm de lâmina de água logo em seguida à adubação de cobertura.

Realizou-se o controle fitossanitário nas safras de milho por monitoramento, conforme a incidência de plantas invasoras, pragas e doenças. O manejo químico de plantas daninhas foi feito no sistema de cultivo de milho exclusivo e o consorciado com *U. ruziziensis* utilizando os herbicidas glifosato potássico (1302 g ia ha⁻¹) e atrazina (1500 g ia ha⁻¹), respectivamente. Contudo no cultivo de milho consorciado com *C. spectabilis* não foi utilizado o manejo químico das plantas invasoras, em função dos efeitos dos herbicidas como relatado na literatura por Nogueira e Correia (2016). O controle de insetos pragas e doenças foram realizados com a aplicação de metomil (129 g ia ha⁻¹) e difenoconazol (70 g ia ha⁻¹).

As colheitas em ambas as safras, tanto para o milho exclusivo e os consórcios, foi realizada mecanicamente em 27/05/2015 e 05/05/2016 e a área total do experimento foi dessecada, com herbicida não seletivo glifosato (1.800 g ia ha⁻¹) aos 15 dias antes da semeadura do feijoeiro. A pluviosidade, assim como a temperatura máxima e mínima, ocorridos a cada dez dias, durante os cultivos de verão nas safras 2014/2015 e 2015/2016 encontram-se no apêndice A e na figura 1:

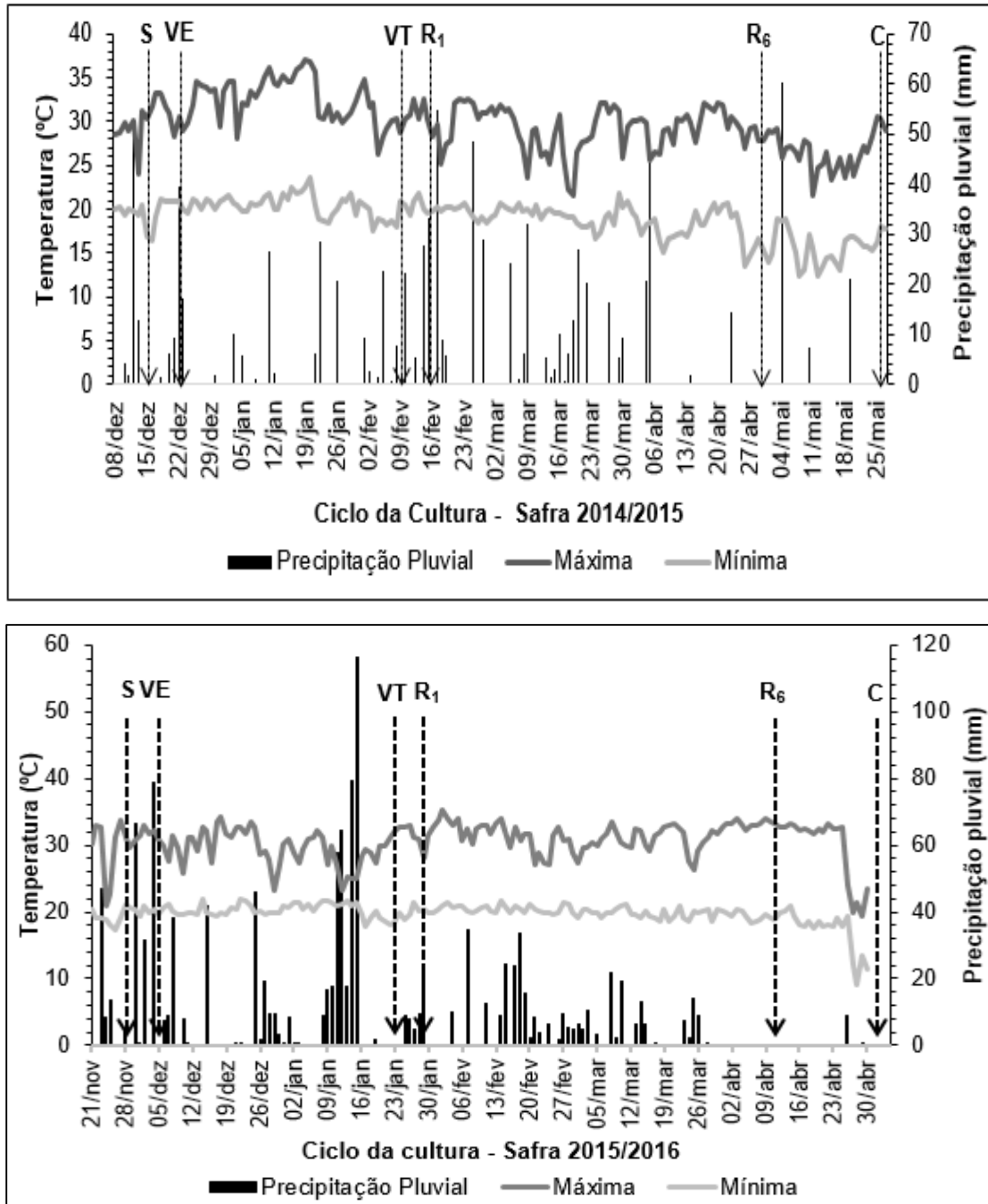


Figura 1. Precipitação pluviométrica (mm), temperaturas máxima e mínima do ar (°C), a cada sete dias, durante o período de desenvolvimento dos sistemas de cultivo de milho nas safras 2014/2015 e 2015/2016. Safra 2014/2015 = semeadura (S) em 15/12/2014, emergência (VE) em 22/12/2014, V₈: oitava folha completamente expandida em 18/12/2014; VT: pendoamento em 16/01/2015; R₁: florescimento feminino em 06/02/2015; R₆: maturidade fisiológica em 18/05/2015; C: colheita em 27/05/2015. Safra 2015/2016 = S: em 28/11/2015; VE em 02/12/2015; V₈: em 28/12/2015; VT: em 23/01/2016; R₁: em 28/01/2016; R₆: em 12/04/2016; C: em 05/05/2016. Fonte: Estação Agroclimatológica do Câmpus da FCAV/UNESP – Jaboticabal, SP.

No cultivo do feijoeiro de inverno, em ambas as safras (2015 e 2016), realizou-se as análises de solo (Tabela 3) e utilizou-se a cultivar IAC Alvorada que apresenta porte semi-ereto, alta qualidade de grãos, peso de mil sementes de 300 gramas e resistência moderada à antracnose e é recomendada para semeadura conforme o zoneamento ecológico do Estado de São Paulo, para as três épocas de cultivo (águas, seca e inverno).

Os cultivos do feijoeiro foram realizados em 29/06/2015 e 21/06/2016, distribuindo mecanicamente 12 sementes por metro no espaçamento de 0,45 m entrelinhas, realizando a semeadura diretamente sobre as palhadas do milho exclusivo e consorciados, objetivando uma população final de 240 mil plantas ha^{-1} . As sementes não possuíam inoculantes e foram tratadas com piraclostrobina, tiofanato metílico e fipronil (5, 45 e 50 g de i.a. por 100 kg de sementes, respectivamente) para melhor controle de pragas e doenças na condução da lavoura. A emergência das plântulas ocorreu ao oitavo dia após a semeadura, sendo que o estágio V_3 aos 23 e aos 22 DAE, V_4 aos 36 e aos 37 DAE e, R_5 aos 44 e aos 50 DAE, nas safras 2015 e 2016, respectivamente.

Na primeira safra do feijoeiro de inverno em 2015, a adubação de semeadura foi de 8 kg ha^{-1} de N, 32 P_2O_5 kg ha^{-1} de e 32 kg ha^{-1} de K_2O , via aplicação do formulado 05-20-20. Para o controle das plantas daninhas, foi realizada aplicação de herbicida pós-emergente a base de cletodim (120 g ha^{-1} de i.a.) aos 12 DAE das plântulas bentazona + imazamoxi (600 e 28 g ha^{-1} de i.a.) aos 20 DAE das plântulas.

Foram feitos os monitoramentos para o controle de insetos-praga e doenças, sendo que, quando se fez necessário foram feitos controles com inseticidas, fungicidas e bactericidas, sendo usados produtos comerciais a base de lambda-cialotrina + thiamethoxan (31 g ha^{-1} de i.a.), clorfenapir (180 g ha^{-1} de i.a.), piraclostrobina (75 g ha^{-1} de i.a.), azoxystrobin (50 g ha^{-1} de i.a.), oxicloreto de cobre (588 g ha^{-1} de i.a.), thiamethoxan (50 g ha^{-1} de i.a.), metconazol + piraclostrobina (105 g ha^{-1} de i.a.).

A colheita do feijoeiro (13/10/2015) foi realizada com arranquio manual, efetuando a inversão das plantas, distribuindo-as em leiras na área para facilitar a secagem a pleno sol. Em seguida, quando as plantas estavam com as hastes

desfolhadas e 90% das vagens secas, foi realizada a trilha mecanizada do material colhido de cada parcela.

Na segunda safra do feijoeiro de inverno em 2016, a adubação de semeadura foi feita com 8 kg de N ha⁻¹, 40 kg de P₂O₅ ha⁻¹ e 40 kg de K₂O ha⁻¹ via aplicação do formulado comercial 04-20-20. O controle de plantas invasoras foi realizado através da aplicação dos herbicidas pós-emergentes bentazona + imazamoxi (628 g ha⁻¹ de i.a.) e tepraloxidim (100 g ha⁻¹ de i.a.), nos estádios fenológicos V₂ e V₃, respectivamente. Além dos inseticidas, fungicidas e bactericidas, utilizados em 2015, utilizou-se também clorpirifós (480 g ha⁻¹ de i.a.), fluxaproxade + piraclostrobina (150 g ha⁻¹ de i.a.).

A colheita do feijoeiro (29/09/2016) foi realizada com arranquio manual, aos 100 DAE, distribuindo-as em leiras na área para facilitar a secagem a pleno sol. Em seguida, quando as plantas estavam com as hastes desfolhadas e 90% das vagens secas, foi realizada a trilha mecanizada do material colhido de cada parcela.

O feijoeiro foi mantido em regime de irrigação suplementar por aspersão convencional, com turnos de rega de 5 dias, utilizando-se 30 a 60 mm de lâmina de água por turno, visando suprir a necessidade hídrica, de acordo com o estágio fenológico das plantas, segundo as recomendações de Pavani; Lopes e Galbeiro (2008).

A pluviosidade assim como a temperatura máxima e mínima, de cada cinco dias, durante o período de desenvolvimento do feijoeiro nos dois anos agrícolas encontra-se no apêndice A e abaixo na Figura 2.

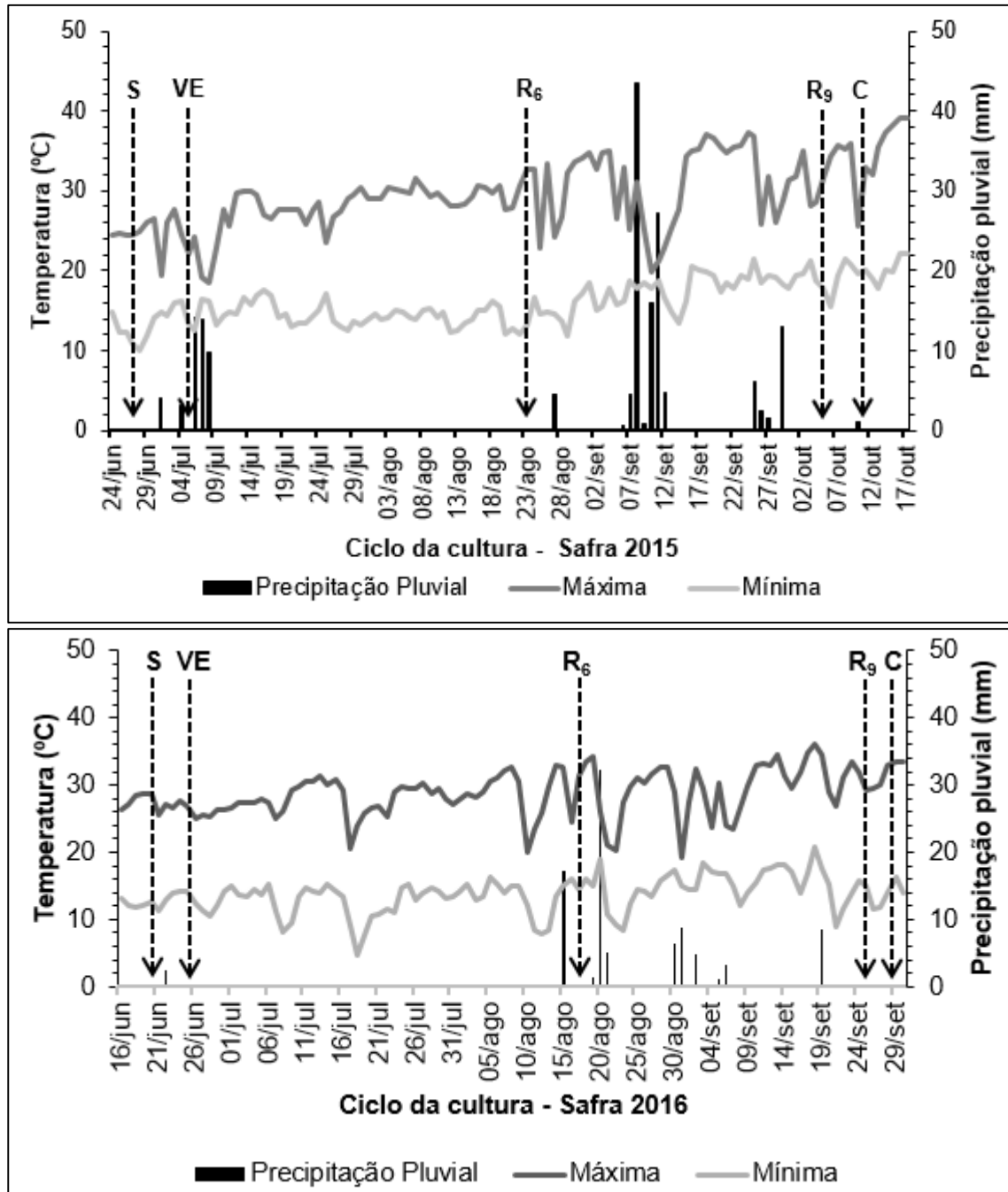


Figura 2. Precipitação pluvial acumulada, temperatura máxima e mínima, média de cada cinco dias, durante o período de desenvolvimento da cultura do feijoeiro. Safr 2015 = semeadura (S) em 29/06/2015; emergência (VE) em 08/07/2015; florescimento (R₆) em 26/08/2015; maturidade fisiológica (R₉) em 09/10/2015; colheita (C) em 14/10/2015. Safr 2016 = semeadura (S) em 21/06/2016; emergência (VE) em 26/06/2016; florescimento (R₆) em 18/08/2016; maturidade fisiológica (R₉) em 26/09/2016; colheita (C) em 29/09/2016. Fonte: Estação Agroclimatológica do Câmpus da FCAV/UNESP – Jaboticabal, SP.

Durante o ciclo da cultura a precipitação pluvial foi de 170 e 92 mm nas safras 2015 e 2016, respectivamente. Houve uma suplementação hídrica para a cultura do feijoeiro, via irrigação, com 230 e 308 mm, totalizando 400mm de lâmina total de água, estando dentro do ideal para a cultura.

3.4. Avaliações

3.4.1. Atributos agronômicos do milho em função do cultivo exclusivo e consorciado com *Urochloa ruziziensis* ou *Crotalaria spectabilis*.

No cultivo de milho exclusivo, consorciado com braquiária e com crotalaria foram avaliadas as seguintes variáveis:

a) Teor de nitrogênio foliar (g kg^{-1}) - por ocasião do florescimento feminino - R1 (RITCHIE; HANWAY; BENSON, 2003), foram coletados os terços centrais de dez folhas abaixo e opostas à espiga principal, em dez plantas seguidas por parcela. As folhas foram lavadas com água corrente e detergente a 1%, secas em estufa com circulação forçada de ar até $\pm 65\text{ }^{\circ}\text{C}$; e em seguida foram processadas em moinho tipo Wiley e se determinou o teor de N, segundo método de Malavolta, Vitti e Oliveira (1997);

b) Altura de planta (cm) - foi medida por ocasião da maturidade fisiológica em cinco plantas seguidas por parcela, época em que os grãos apresentavam a camada negra (R6) no ponto de inserção com o sabugo, medindo-se com o auxílio de uma régua graduada a distância entre o colo da planta e a inserção da última folha;

c) Altura de inserção da espiga principal (cm) - foi realizada medindo-se a distância entre o colo da planta e a inserção da espiga principal, em amostras de cinco plantas seguidas, dentro da área útil de cada parcela;

d) Diâmetro do colmo (mm) - foi medido utilizando-se um paquímetro no segundo entrenó acima das raízes adventícias (expresso em milímetros) de cinco plantas seguidas, dentro da área útil de cada parcela;

e) Comprimento de espiga (cm) - na colheita foram retiradas cinco espigas representativas na área útil de cada parcela, e foi medido com o auxílio de uma régua graduada o comprimento de cada espiga;

f) Massa da espiga (g) - foi determinado por meio da pesagem de cinco espigas, calculando-se a massa média de cada espiga sem palha;

g) Diâmetro da espiga e do sabugo (mm) - foram mensurados os diâmetros da parte mediana de cinco espigas, através do uso de um paquímetro digital, medindo o diâmetro das espigas com e sem grãos;

h) Número de fileiras, grãos por fileira e grãos por espiga - no momento da colheita foram retiradas cinco espigas seguidas, em cada parcela, para contagem do número de fileiras e de grãos em cada fileira, calculando assim o número de grãos por espiga;

i) Massa de 1000 grãos (g) - determinada pela coleta ao acaso de quatro amostras de 1000 grãos, realizando-se a pesagem com correção dos valores para $0,13 \text{ kg kg}^{-1}$ em base úmida;

j) Produtividade de grãos (t ha^{-1}) - após a maturidade dos grãos, foi efetuada a colheita manual das espigas da área útil em cada parcela, sendo posteriormente trilhadas mecanicamente, determinando-se a produtividade de grãos, corrigindo-se o teor de água para $0,13 \text{ kg kg}^{-1}$ em base úmida;

3.4.2. Cobertura vegetal do milho exclusivo e consorciado com *Urochloa ruziziensis* ou *Crotalaria spectabilis*.

Foram avaliados aspectos relacionados à produção e à qualidade da palhada após a dessecação e 15 dias antes da semeadura do feijoeiro:

a) recobrimento da superfície do solo (%) - de acordo com o método descrito por Lafflen, 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 parcela verificando-se a porcentagem de incidência dos pontos com a ocorrência de palhada;

b) quantidade de palhada (t ha^{-1}) - foi utilizado quadro de madeira com dimensões internas de 0,5m x 0,5m, sendo coletadas amostras correspondentes a cada parcela, as quais foram submetidas à lavagem e secas em estufa de ventilação

forçada de ar a ± 65 °C até massa constante, sendo todo o material coletado pesado e pela média dos dados, calculou-se a quantidade de palhada por hectare;

c) teor (g kg⁻¹) e acúmulo de nitrogênio na palhada (kg ha⁻¹) - após a determinação da quantidade de palhada produzida, o material foi submetido à lavagem em água deionizada, colocada em estufa de circulação de ar forçada a ± 65 °C até massa constante, moído e levado para digestão e determinação do teor de N de acordo com método descrito por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997). Com os resultados da quantidade de palhada (matéria seca) produzida e os respectivos teores de N, foi calculado o acúmulo do nutriente nos sistemas de cultivo antecessores ao feijoeiro.

3.4.3. Atributos agrônômicos do feijoeiro em função das doses de nitrogênio em cobertura em sucessão aos sistemas de cultivo de milho exclusivo e consorciado com *Urochloa ruziziensis* ou *Crotalaria spectabilis*.

Na cultura do feijoeiro de inverno foram avaliadas as características relacionadas aos atributos agrônômicos, conforme descrito a seguir:

- a) Teor de nitrogênio foliar (g kg⁻¹)** - foi coletada, 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, colocada em estufa de circulação de ar forçada sob temperatura de ± 65 °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 Malavolta, Vitti e Oliveira (1997);
- b) Número de vagens por planta e de grãos por vagem** - antes da colheita do feijoeiro (estádio fenológico R9), em uma das linhas da área útil de cada subparcela, foram coletadas dez plantas consecutivas para a determinação do número de vagens por planta e do número de grãos por vagem;
- c) Massa de 100 grãos (g)** - amostras provenientes da avaliação anterior foram utilizadas para contagem de 4 subamostras de 100 grãos por subparcela, e

realização das pesagens com padronização dos resultados para $0,13 \text{ kg kg}^{-1}$, em base úmida;

- d) Produtividade de grãos (kg ha^{-1})** - obtida após a inversão das plantas e trilha mecanizada das plantas presentes nas quatro linhas centrais de cada subparcela, com determinação do teor de água dos grãos, padronizando-se para $0,13 \text{ kg kg}^{-1}$ em base úmida;

3.4.4. Atributos qualitativos dos grãos do feijoeiro em função do sistema de cultivo de milho e das doses de nitrogênio em cobertura

Após a colheita do feijoeiro, amostras de grãos de cada subparcela foram acondicionadas em sacos de papel e armazenadas por 30 dias em câmara seca a temperatura de 25°C e umidade relativa de 40%. Após esse período, foram avaliados os atributos qualitativos dos grãos, conforme descrito a seguir:

a) Rendimento de peneira (%) - as amostras de grãos foram submetidas ao conjunto de peneiras de crivos oblongos $11/64'' \times 3/4$ ($4,37 \times 19,05 \text{ mm}$), $12/64'' \times 3/4$ ($4,76 \times 19,05 \text{ mm}$), $13/64'' \times 3/4$ ($5,16 \times 19,05 \text{ mm}$), $14/64'' \times 3/4$ ($5,56 \times 19,05 \text{ mm}$), $15/64'' \times 3/4$ ($5,96 \times 19,05 \text{ mm}$) e maior ou igual a $12/64'' \times 3/4$ ($4,76 \times 19,05 \text{ mm}$) 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;

b) Teor de proteína bruta (g kg^{-1}) - determinado pela fórmula $\text{TPB} = \text{N total} \times 6,25$ (AOAC, 2016), em que o N total representou o respectivo teor total de N nos grãos provenientes de cada subparcela, obtido pela digestão sulfúrica, de acordo com Malavolta, Vitti e Oliveira (1997);

c) Tempo para cozimento (minutos) - as amostras homogeneizadas de grãos classificados em peneira de furos oblongos $13/64'' \times 3/4$ ($5,16 \times 19,05 \text{ mm}$) foram submetidas ao cozedor de Mattson, descrito por Durigan (1979), que consta de 25 estiletos 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, deslocando o estilete. O tempo final para

cozimento da amostra foi obtido quando 50% + 1, ou seja, quando 14 estiletes foram deslocados. Para essa determinação os grãos foram hidratados em água destilada por 12 horas. Durante a condução do teste a temperatura da água foi mantida a 96°C. Para verificar o nível de resistência ao cozimento adotou-se a escala de Proctor e Watts (1987), Tabela 4;

Tabela 4. Valores de referência para o tempo de cozimento nos grãos de feijão segundo a escala de Proctor e Watts (1987)⁽¹⁾.

Tempo para cozimento (minutos)	Nível de resistência ao cozimento
< 16	Muito suscetível
16 – 20	Suscetibilidade média
21 – 28	Resistência normal
29 – 32	Resistência média
33 – 36	Resistente
> 37	Muito resistente

⁽¹⁾Fonte: Proctor e Watts (1987).

- e) capacidade de hidratação dos grãos** - amostras de grãos provenientes de cada subparcela foram homogeneizadas e classificadas em peneira de furos oblongos 13/64" x 3/4 (5,16 x 19,05 mm) e, submetidas ao procedimento descrito por Durigan (1979), utilizando uma proveta com capacidade de 500 mL e precisão de 5 mL, e 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 16 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 de máxima hidratação** dos grãos de feijão. Durante a condução do teste a temperatura da água foi de 25°C.

3.4.5. Análises estatísticas:

Para os atributos agronômicos do milho e coberturas vegetais nos diferentes sistemas, os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($P \leq 0,05$) e as médias comparadas pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$). Os atributos agronômicos e qualitativos do feijoeiro os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($P \leq 0,05$) e as médias comparadas pelo teste Scott - knott ($P \leq 0,05$). Ambas as análises foram realizadas com auxílio do aplicativo computacional SISVAR® (FERREIRA, 2011). Nos casos de significância pelo teste F, foram realizados os desdobramentos das interações.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Atributos agronômicos do milho em função do cultivo exclusivo e consorciados com *Urochloa ruziziensis* ou *Crotalaria spectabilis*.

Observando os atributos agronômicos na cultura do milho, independente da safra agrícola, os sistemas de cultivo influenciaram nas características altura de plantas, altura de inserção da espiga principal e o diâmetro de colmo. Entretanto, para o teor de nitrogênio foliar não se observou diferenças significativas em função dos sistemas de cultivos tanto na safra 2014/2015, quanto na safra 2015/2016 (Tabela 5). Esta não significância pode ter ocorrido devida a variabilidade observada entre as parcelas (CV = 34,5 e 22,8%, respectivamente para safra 2014/2015 e 2015/2016) haja vista que o nutriente é dinâmico no solo e conseqüentemente há um gradiente no solo, por sua vez refletindo na absorção da planta.

Os teores de nitrogênio foliar (Figura 3A) da cultura estavam abaixo do limite da faixa de suficiência de nitrogênio foliar (27 a 35 g kg⁻¹), independente do sistema de cultivo de milho, proposta por Raij e Cantarella (1997). A análise de tecidos é uma ferramenta de representação do estado nutricional da cultura, no momento em que foi realizada a coleta, sendo assim, esta avaliação se torna uma

alternativa para indicar se a cultura está ou não com suas necessidades nutricionais supridas.

Tabela 5. Teor de nitrogênio foliar, altura de planta, altura de inserção da espiga principal e diâmetro do colmo do milho em função do sistema de cultivo de milho exclusivo, consorciado com *Urochloa ruziziensis* ou *Crotalaria spectabilis*, Jaboticabal-SP, nas safras 2014/2015 (14/15) e 2015/2016 (15/16)⁽¹⁾.

ANOVA	Teor de nitrogênio foliar		Altura de Planta		Altura de inserção da espiga principal		Diâmetro do colmo	
	----- g kg ⁻¹ -----		----- m -----		----- mm -----			
Safras	14/15	15/16	14/15	15/16	14/15	15/16	14/15	15/16
Média	21,3	24,3	2,3	2,4	1,4	1,4	21,0	20,2
CV (%)	34,5	22,8	2,1	2,3	3,2	3,4	4,1	8,3
DMS	3,91	3,41	0,02	0,03	0,02	0,03	0,45	1,04
Teste de F	2,46 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,00 [*]	0,00 [*]	0,00 [*]	0,00 [*]	0,00 ^{**}	0,03 [*]

⁽¹⁾ Média: Média geral da variável; CV: coeficiente de variação; DMS: diferença mínima significativa pelo teste Tukey ($P < 0,05$) e valores de F com níveis de significância. (^{**}) significativo pelo teste F a 1% de probabilidade. (^{*}) significativo pelo teste F a 5% de probabilidade. (^{ns}) Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Trabalhando com adubação nitrogenada no consórcio de milho com duas espécies de braquiária em sistema plantio direto, Costa et al. (2012) também observaram valores inferiores ao limite da faixa de suficiência, indicando que o consórcio milho com *U. ruziziensis*, apresentou competição por nutrientes com a cultura do milho até o florescimento, período da coleta do tecido vegetal, para análise foliar. Vázquez e Prieto (2016), observaram que na implantação do sistema plantio direto, na camada arável do solo pode aumentar a taxa de imobilização de nitrogênio, cerca de um terço a mais da imobilização comparada aos que ocorrem em sistema de plantio convencional, mesmo que este solo tenha sido adubado corretamente.

Contraditoriamente aos teores de nitrogênio, a altura das plantas (Figura 3B) foi influenciada pelo sistema de cultivo milho. Em ambas as safras, o milho consorciado com a *U. ruziziensis*, obteve menor altura, em média 7 centímetros mais baixos que nos demais sistemas de cultivos. Exceto na segunda safra (2015/2016), cujo consórcio do milho com a *C. spectabilis* não apresentou diferenças significativas quando comparado ao cultivo do milho exclusivo (Figura

3C), o uso dos consórcios causou uma redução na altura da inserção da espiga principal, obtendo melhores respostas quando se cultivou o milho exclusivo.

Tal comportamento, corrobora com Araújo et al. (2016), ao avaliarem o desempenho agrônômico de híbridos de milho, no sistema de cultivo de milho exclusivo, com condições de clima, solo e híbrido (Impacto) semelhantes ao deste experimento, observaram neste estudo valores na altura de planta e inserção de espigas, sendo 2,21 e 1,28 metros, respectivamente. Diferente de Silva et al. (2015), que também trabalhando com sistemas de cultivos de milho com características semelhantes às duas safras deste estudo, observaram que não houve diferença entre a altura de plantas e da espiga, em função dos sistemas de cultivos por eles estudados (ILPF, Santa Fé e convencional/exclusivo).

Observando os valores agronomicamente, esta variação na altura e inserção da espiga são pouco expressivos, como visto na descrição dos híbridos utilizados nesta pesquisa (página 19), sendo que pelas classificações do perfil genético de ambos os híbridos, o híbrido simples Impacto (Syngenta) possui uma altura média de plantas de 2,46 metros, demonstrando que os valores deste experimento estão abaixo da classificação genética e o híbrido AS 1633 PRO 2 (altura de plantas: 2,40 à 2,60 metros) em consórcio com a *U. ruziziensis* ficou abaixo do limite inferior e nos demais sistemas consorciados ficou dentro da faixa limite.

Os resultados obtidos para o diâmetro de colmo do milho, não apontaram efeito significativo entre os sistemas de cultivos adotados (Tabela 5). As melhores repostas foram observadas na primeira safra de milho consorciado com a *C. spectabilis* e na segunda safra, para o milho exclusivo (Figura 3D). A condição de competição interespecífica pode ter ocorrido no milho em consórcio com a *U. ruziziensis*, uma vez que a altura de planta, altura da inserção da espiga principal e diâmetro de colmo, apresentaram valores inferiores aos demais sistemas de cultivo estudados, em ambas as safras. Outros trabalhos na literatura também reportaram menores valores para o diâmetro de colmo do milho em consórcio com a *U. ruziziensis* (MINGOTTE et al., 2014; SOUZA, 2016).

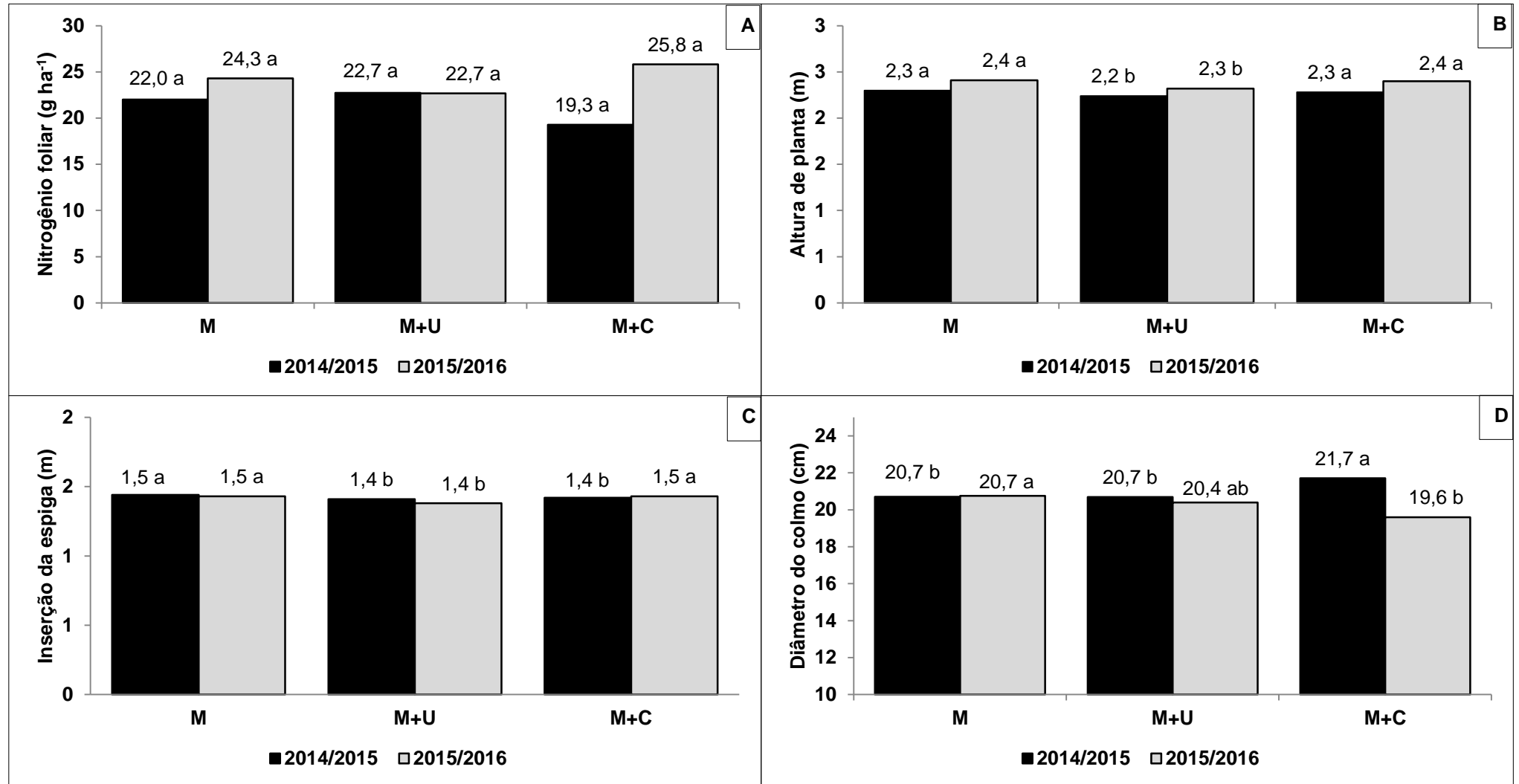


Figura 3. Teor de nitrogênio foliar (A), altura de plantas (B), altura da inserção da espiga principal (C) e diâmetro do colmo (D) do milho nos sistemas de cultivo: milho exclusivo (M), milho consorciado com *Urochloa ruziziensis* (M+B) e milho consorciado com *Crotalaria spectabilis* (M+C), em Jaboticabal-SP, safras 2014/2015 e 2015/2016. Médias seguidas de letras iguais, dentro de cada safra, não diferem pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

As demais características avaliadas no milho (diâmetro da espiga e do sabugo, comprimento e peso de cinco espigas) apresentou efeitos significativos, (Tabela 6), somente o diâmetro do sabugo na safra 2014/2015 não foi significativo.

Tabela 6. Diâmetro da espiga, diâmetro do sabugo, comprimento da espiga e massa de espiga em função do sistema de cultivo de milho exclusivo, consorciado com *Urochloa ruziziensis* ou *Crotalaria spectabilis*, Jaboticabal-SP, nas safras 2014/2015 (14/15) e 2015/2016 (15/16)¹.

ANOVA	Diâmetro da espiga		Diâmetro do sabugo		Comprimento da espiga		Peso de 5 espigas	
	----- mm -----		----- mm -----		----- cm -----		----- g -----	
Safras	14/15	15/16	14/15	15/16	14/15	15/16	14/15	15/16
Média	49,3	49,3	24,2	25,5	15,1	14,1	135,0	150,0
CV (%)	2,5	2,6	3,0	2,6	4,9	4,2	9,7	9,6
DMS	0,67	0,78	0,39	0,41	0,39	0,37	0,35	0,04
Teste de F	0,002**	0,003**	3,16 ^{ns}	6,71**	0,01*	0,001**	0,002**	0,03*

(¹) Média: Média geral da variável; CV: coeficiente de variação; DMS: diferença mínima significativa pelo teste Tukey ($P < 0,05$) e valores de F com níveis de significância. (**) Significativo pelo teste F a 1% de probabilidade. (*) Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade. (^{ns}) Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Estas características podem estar correlacionadas ao número de plantas presentes no estande final, pois a variação do número de plantas por hectare, ou seja, o arranjo espacial das populações, podem fazer ou não com que os genótipos de milho apresentaram incrementos destas características (DOURADO NETO et al., 2003). Cunha (2013) no terceiro ano de implantação do sistema plantio direto, avaliando o cultivo de milho exclusivo e consorciado com *U. ruziziensis*, não observou diferenças em função do sistema de cultivo de milho, obtendo valores superiores esta pesquisa para o diâmetro de espiga, diâmetro de sabugo e comprimento da espiga (52 cm, 32 mm e 16 cm, respectivamente).

Em ambas as safras, peso de cinco espigas foi superior no milho exclusivo, entretanto na safra 2014/2015, para os sistemas de cultivo consorciados, obteve-se diâmetro e comprimento da espiga significativamente maior (Figuras 4A e 4C) e o diâmetro de sabugo (Figura 4B) não diferiu entre os sistemas. Na segunda safra, estes componentes foram menores para o cultivo milho consorciado com *U. ruziziensis* (Figura 4).

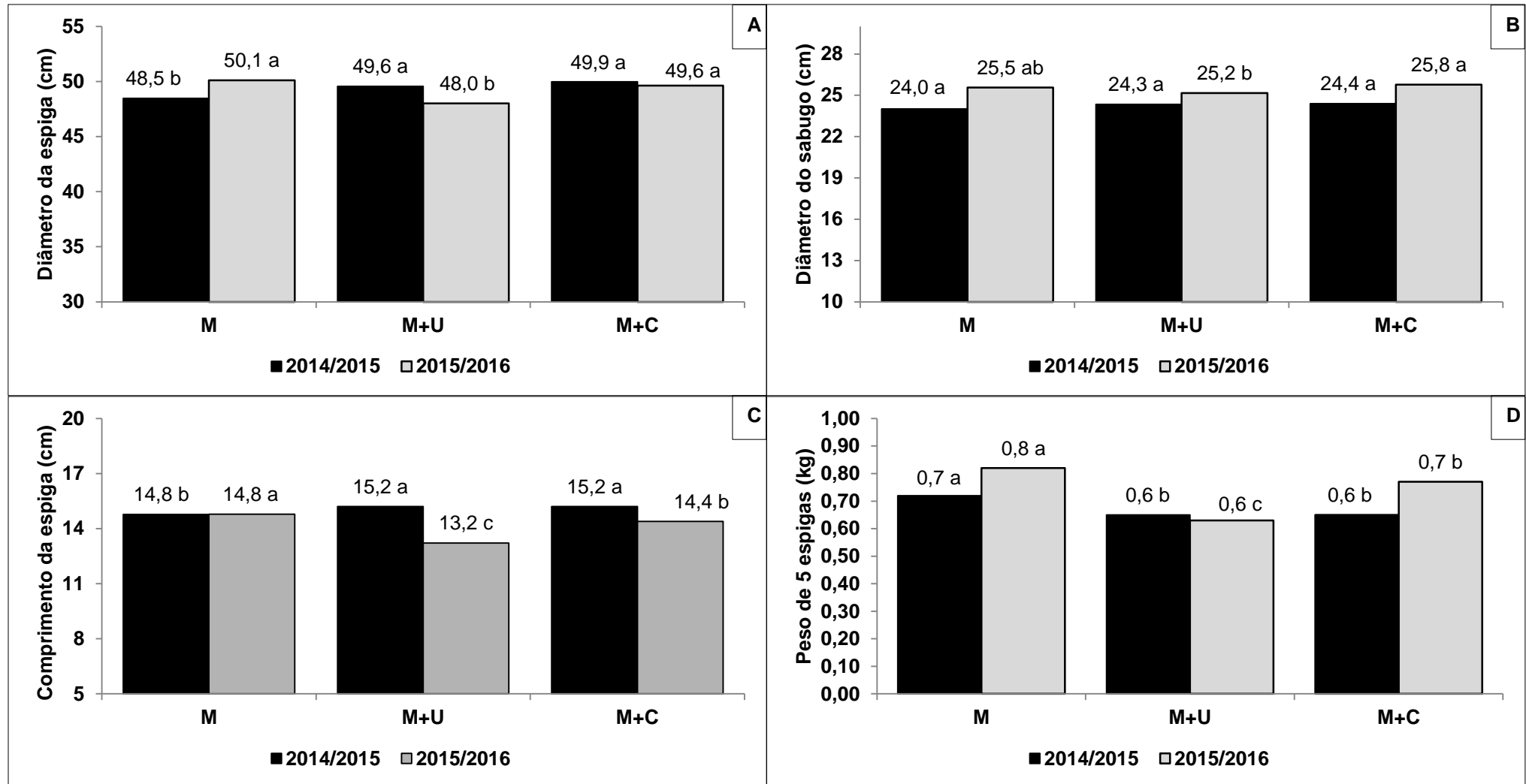


Figura 4. Diâmetro da espiga (A), diâmetro do sabugo (B), comprimento da espiga (C) e peso de cinco espigas (D) nos sistemas de cultivo: milho exclusivo (M), milho consorciado com *Urochloa ruziziensis* (M+U) e milho consorciado com *Crotalaria spectabilis* (M+C), em Jaboticabal-SP, safras 2014/2015 e 2015/2016. Médias seguidas de letras iguais, dentro de cada safra, não diferem pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Neste experimento, em ambas as safras, o número de grãos por fileira, massa de mil grãos e produtividade, obteve diferenças significativas ($P < 0,05$) em função do tipo de sistemas de cultivo adotado (Tabela 7), divergindo de Neves Neto et. al. (2016), que não observou diferenças nos componentes de produtividade, em função dos sistemas de cultivo de milho. O número de fileiras por espiga não foi influenciado pelo sistema de cultivo de milho adotado, (Tabela 7).

Tabela 7. Número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, massa de mil grãos e produtividade do milho em função do sistema de cultivo de milho exclusivo, consorciado com *Urochloa ruziziensis* ou *Crotalaria spectabilis*, Jaboticabal-SP, nas safras 2014/2015 (14/15) e 2015/2016 (15/16) ¹.

ANOVA	Fileiras por espiga		Grãos por fileira		Massa de mil grãos		Produtividade	
	----- n° -----		----- g -----		----- t ha ⁻¹ -----			
Safras	14/15	15/16	14/15	15/16	14/15	15/16	14/15	15/16
Média	16,6	14,4	31,3	28,6	31,9	38,6	9,0	6,7
CV (%)	4,1	5,3	5,2	12,4	3,9	5,2	9,4	12,9
DMS	0,36	0,47	0,87	2,18	0,66	1,24	455,4	533,2
Teste de F	0,19 ^{ns}	0,89 ^{ns}	0,00 ^{**}	0,00 ^{**}	0,05 [*]	0,00 ^{**}	0,00 ^{**}	0,03 [*]

(¹) Média: Média geral da variável; CV: coeficiente de variação; DMS: diferença mínima significativa pelo teste Tukey ($P < 0,05$) e valores de F com níveis de significância. (**) Significativo pelo teste F a 1% de probabilidade. (*) Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade. (ns) Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Alguns componentes da produção estão ligados à fatores genéticos do híbrido, como por exemplo: o número de fileiras de grãos por espiga é determinado no estágio fenológico 1; o comprimento de espiga e número de grãos por espiga nos estádios fenológicos 3, 4 e 5 e; o peso de mil grãos está associado ao estágio fenológico 6 (NEVES NETO et al., 2016), ou seja, conferindo a estas características também estarem susceptível à influência dos fatores externos (CHIODEROLI et al., 2010), pois são fatores definidos ao longo do ciclo da cultura. Pode-se inferir que a diversidade entre os valores expressados neste estudo (Figura 5A e Figura 5B), tenham sido influenciados pela diferença entre os híbridos e os fatores climatológicas ao longo das duas safras.

Os resultados obtidos nesta pesquisa para o número de fileiras de grãos de milho (Figura 5A), corroboram com os resultados encontrados por Araújo et al. (2016), porém divergindo de Neves Neto et al. (2016) que não encontraram diferenças no número de fileiras de grãos por espiga e o peso de mil grãos ao avaliarem os componentes produtivos da cultura do milho em diferentes sistemas de produção, em dois anos agrícolas.

Quanto à produtividade de grãos de milho (Figura 5D), ocorreu maior produtividade no consórcio com a *C. spectabilis*, obtendo incremento de 643 kg ha^{-1} ($\cong 11 \text{ sc ha}^{-1}$) e 1.155 kg ha^{-1} ($\cong 19 \text{ sc ha}^{-1}$) em relação ao consórcio com *U. ruziziensis* ao cultivo exclusivo, na primeira safra, respectivamente. Na segunda safra houve uma queda na produtividade utilizando o consórcio com *U. ruziziensis*, obtendo uma redução de 2.660 kg ha^{-1} ($\cong 44 \text{ sc ha}^{-1}$) e 2.701 kg ha^{-1} ($\cong 45 \text{ sc ha}^{-1}$) em relação com consórcio com a *C. spectabilis* e ao cultivo exclusivo e, respectivamente.

Apesar, da baixa produtividade no segundo ano pelo consórcio de milho com *U. ruziziensis*, a mesma se encaixa a cima da média estimada pela CONAB (2015) na safra de 2014/2015, fechada em 5.029 kg ha^{-1} . Segundo a CONAB (2015), as condições climáticas predominantes a partir de fevereiro, foram responsáveis pela boa recuperação das lavouras, possibilitando um acréscimo na produtividade.

Segundo Fancelli e Dourado Neto (2000) as condições térmicas ideais para a cultura do milho devem estar entre 25 a 30 °C, com um suprimento hídrico entre 410 a 640 mm (500 a 800 mm para obtenção de elevadas produtividades) (FORNASIERI FILHO, 2007).

Estas condições foram próximas as observadas durante a realização do experimento conforme demonstra a FIGURA 1, observando precipitação bem distribuída e em quantidades suficientes (Safra 2014/2015: 819 mm e safra 2015/2016: 1.166 mm) para o milho expressar todo seu potencial produtivo, tendo em vista o híbrido utilizado ser de alto potencial genético.

Deve-se ressaltar que no segundo ano de cultivo, no período em que o híbrido de milho estava entre VT e R₁, houve uma precipitação de 31,7 mm com temperatura média de 32 °C (Apêndice A), sendo que na transição do

pendoamento para o florescimento feminino, são necessários de até 10 mm por dia (BRUNINI et al., 1981).

Nesta fase, estresse ambiental, especialmente hídrico, causa baixa polinização e baixa granação da espiga, uma vez que, sob seca, tanto os “cabelos” como os grãos de pólen tendem à dissecação. Alguns estudos apontam que dois dias de estresse hídrico no período crítico podem reduzir em até 20% a produtividade e que, se este estresse permanecer por quatro a oito dias, poderá reduzir a produtividade em até 50% (DURÃES et al., 2004).

Alguns pesquisadores avaliaram o desempenho agrônômico do milho exclusivo e/ou consorciado (BARROS 2016; NEVES NETO et al., 2016; BORGHI et al., 2013; FERREIRA et al., 2014; COSTA et al., 2012), e demonstram que, a produtividade da cultura principal pode sofrer alterações por diversos fatores, como por exemplo, cultivar da espécie forrageira, a modalidade de consórcio utilizado, o espaçamento, densidade de plantio, modalidade de plantio das culturas secundárias, ou seja, semeadura a lanço ou na entre linha, o tipo de cultura a ser consorciada, dentre outros fatores abióticos que podem vir a interferir no ciclo da cultura.

Apesar da consorciação constituir-se numa alternativa para a redução de custos da adubação, pensando no uso das coberturas vegetais em pré-cultivo, devido ao fato de não ocupar espaço de outra cultura de renda econômica, deve-se obedecer a critérios técnicos, evitando que as coberturas compitam com a cultura principal e o seu manejo proporcione melhoria no desempenho dessas e de modo que as culturas convivam durante todo o seu ciclo ou pelo menos em parte dele (PORTES et al., 2003).

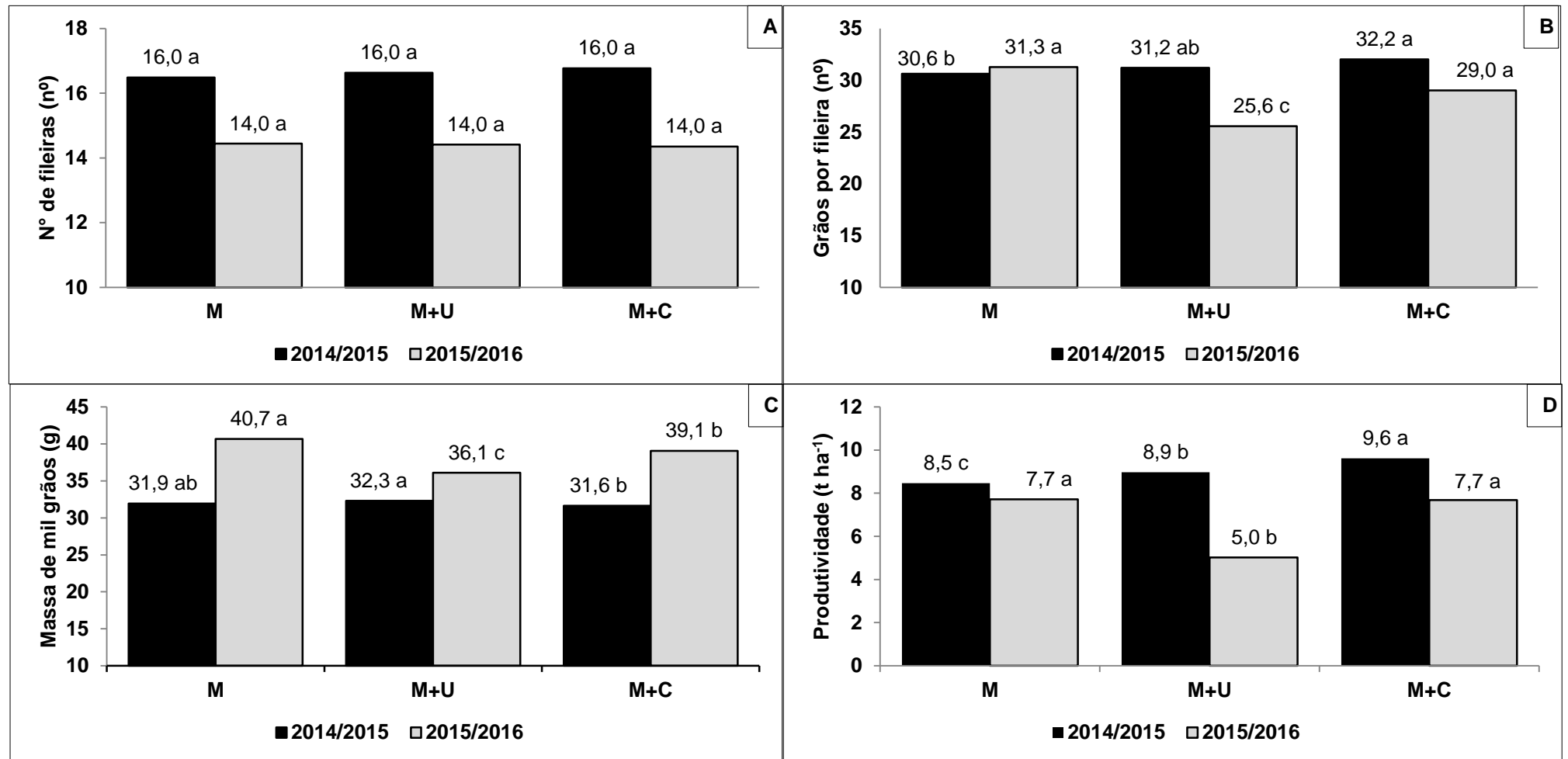


Figura 5. Número de fileiras por espiga (A), número de grãos por fileira (B), massa de mil grãos (C) e produtividade (D) do milho nos sistemas de cultivo: milho exclusivo (M), milho consorciado com *Urochloa ruziziensis* (M+U) e milho consorciado com *Crotalaria spectabilis* (M+C), em Jaboticabal-SP, safras 2014/2015 e 2015/2016. Médias seguidas de letras iguais, dentro de cada safra, não diferem pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

4.2 Cobertura vegetal do milho exclusivo e consorciado com *Urochloa ruziziensis* ou *Crotalária spectabilis*.

A palhada, oriundos dos sistemas de cultivos de milho exclusivo, consorciado com *U. ruziziensis* ou *C. spectabilis*, resultou em diferenças significativas no recobrimento da superfície do solo, em ambas as safras; na quantidade de palhada e no acúmulo de nitrogênio da palhada, na segunda safra (2015/2016). O teor de nitrogênio na palhada obteve desempenho similar (Tabela 8).

Tabela 8. Recobrimento da superfície do solo, quantidade de palhada, teor e acúmulo de nitrogênio na palhada oriundos dos sistemas de cultivos de milho exclusivo, consorciado com *Urochloa ruziziensis* ou *Crotalária spectabilis*, aos 15 dias antecedente à semeadura do feijoeiro de inverno, Jaboticabal-SP, nas safras 2014/2015 (14/15) e 2015/2016 (15/16)¹.

ANOVA	Recobrimento da superfície do solo		Quantidade de palhada		Teor de nitrogênio na palhada		Acúmulo de nitrogênio na palhada	
	%		t ha ⁻¹		g kg ⁻¹		kg ha ⁻¹	
Safras	14/15	15/16	14/15	15/16	14/15	15/16	14/15	15/16
Média	91,73	94,57	8,08	10,14	4,20	5,75	34,52	58,52
CV (%)	2,91	4,70	31,38	19,11	40,00	16,00	55,00	26,00
DMS	2,03	3,38	2,81	1,72	1,87	0,84	21,14	13,69
Teste de F	0,00 ^{**}	0,00 ^{**}	0,68 ^{ns}	0,00 ^{**}	0,92 ^{ns}	0,85 ^{ns}	0,65 ^{ns}	0,00 ^{**}

(¹) Média: Média geral da variável; CV: coeficiente de variação; DMS: diferença mínima significativa pelo teste Tukey ($P < 0,05$) e valores de F com níveis de significância. (^{**}) Significativo pelo teste F a 1% de probabilidade. (^{*}) Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade. (^{ns}) Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Em relação ao o recobrimento do solo (Figura 6A), o consórcio de milho com *U. ruziziensis* foi superior em ambas às safras, obtendo valores da taxa de recobrindo o solo de 96 e 100%, corroborando com os resultados observados por Fiorentin et al. (2011), ao estudarem a formação e manutenção de palhada de gramíneas concomitante à influência da adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro irrigado, na implantação do sistema plantio direto. Estes autores, obtiveram 6 toneladas de palhada e 93% de taxa de recobrimento do solo quando se utilizou o consórcio de milho com a forrageira, estando acima da taxa de 30%

de recobrimento de solo, situando dentro da categoria da agricultura conservacionista (DERPSCH et al., 2014).

Observando os resultados de produção de palha e acúmulo de nitrogênio na palhada oriundos dos sistemas de cultivo de milho, nota-se desempenho distinto nas safras, com diferenças significativas para ambas, apenas na segunda safra (Figuras 6B e D). Verificou-se maior produção de palhada na safra 2015/2016 no sistema de cultivo de milho com *U. ruziziensis* (13,3 t ha⁻¹) com valores de 5,6 e 3,9 t ha⁻¹ a mais, quando comparado ao milho exclusivo (7,7 t ha⁻¹) e consorciado com *C. spectabilis* (9,4 t ha⁻¹), respectivamente.

Sabundjian et. al., (2013), no cultivo de verão em Selvíria - MS de milho consorciado com *U. ruziziensis* (semeadura simultânea), no espaçamento de 0,90 m para o cereal e com uma linha da forrageira na entrelinha, obtiveram quantidade de palhada de 8,6 a 10,4 t ha⁻¹, corroborando com esta pesquisa a qual foram observadas quantidade de palhada de 8 a 13 t ha⁻¹.

Na safra 2014/2015, o acúmulo de N na palhada variou de 31,0 a 38,8 g kg⁻¹, sem diferenças significativas entre os sistemas de cultivo de milho. No entanto, na safra 2015/2016 o acúmulo de N na palhada no consórcio de milho com *U. ruziziensis* foi de 76,4 g kg⁻¹, sendo o dobro do valor obtido na safra anterior, em razão da elevada produção de palhada, diferindo estatisticamente dos demais sistemas de cultivo.

De forma geral, a maior produção de palhada nos sistemas de milho consorciado na safra 2015/2016 ocorreu devido ao regime de precipitação pluvial, onde observou maior quantidade e melhor distribuição de chuvas ao longo do desenvolvimento das plantas. Nas safras 2014/2015 e 2015/2016, houve precipitação pluvial total de 819 e 1.166 mm, respectivamente, com uma diferença de 347 mm.

A safra 2014/2015 apresentou desde a semeadura até o final do mês de janeiro, baixa precipitação pluvial, prejudicando o desenvolvimento das plantas e conseqüentemente, obtendo menor produção de palhada. No entanto, a menor quantidade de palhada produzida na safra 2014/2015 foi suficiente para a implantação do SPD, pois a necessidade de pelo menos 7,0 t ha⁻¹ de palhada, uniformemente distribuída, para a cobertura plena da superfície do solo, foi

atendida. Resultados semelhantes foram obtidos por Kappes e Zancanaro (2015), no primeiro ano de implantação do SPD, a palhada obtida pelo cultivo de milho exclusivo e consorciado com *U. ruziziensis* e com *C. spectabilis* foi, respectivamente, de 6,1 t ha⁻¹, 7,5 e 8,1 t ha⁻¹.

Silva et al. (2009) mencionaram que a consorciação de milho com outras espécies, não apenas com leguminosas, pode superar a produção de massa seca em relação ao monocultivo dessa gramínea, fato observado no presente estudo a partir da segunda safra, uma vez que no primeiro ano o milho exclusivo não obteve diferenças significativas com os demais cultivos consorciados.

Nesse contexto, esse sucesso na utilização das *Urochloas* ocorre em razão de seu sistema radicular apresentar em média 2,0 m de profundidade, e possuir boa resistência à escassez hídrica quando comparadas com espécies produtoras de grãos, além de apresentar elevada quantidade de massa seca, chegando próximo a 20 t ha⁻¹ (KLUTHCOUSKI et al., 2000; FERREIRA et al., 2010; CRUSCIOL et al., 2012), o que pode ser explicado a elevada produção de palhada no sistema consorciado com a *U. ruziziensis*, observada ao longo das duas safras, comparadas aos demais sistemas de cultivo (Figura 6B).

Carmeis Filho et al. (2014), avaliaram o desempenho agrônômico e tecnológico do feijoeiro cultivado em sucessão a três sistemas de produção de palhada e da adubação nitrogenada em cobertura no quarto ano após a implantação do SPD. Os resultados foram semelhantes aos encontrados neste trabalho, observando que o cultivo de milho solteiro obteve menor recobrimento de solo (38% da superfície do solo não recoberto), quantidade de palhada (16% a menos), assim como a quantidade de N na palhada (36 kg ha⁻¹ a menos), comparados ao sistema consorciado.

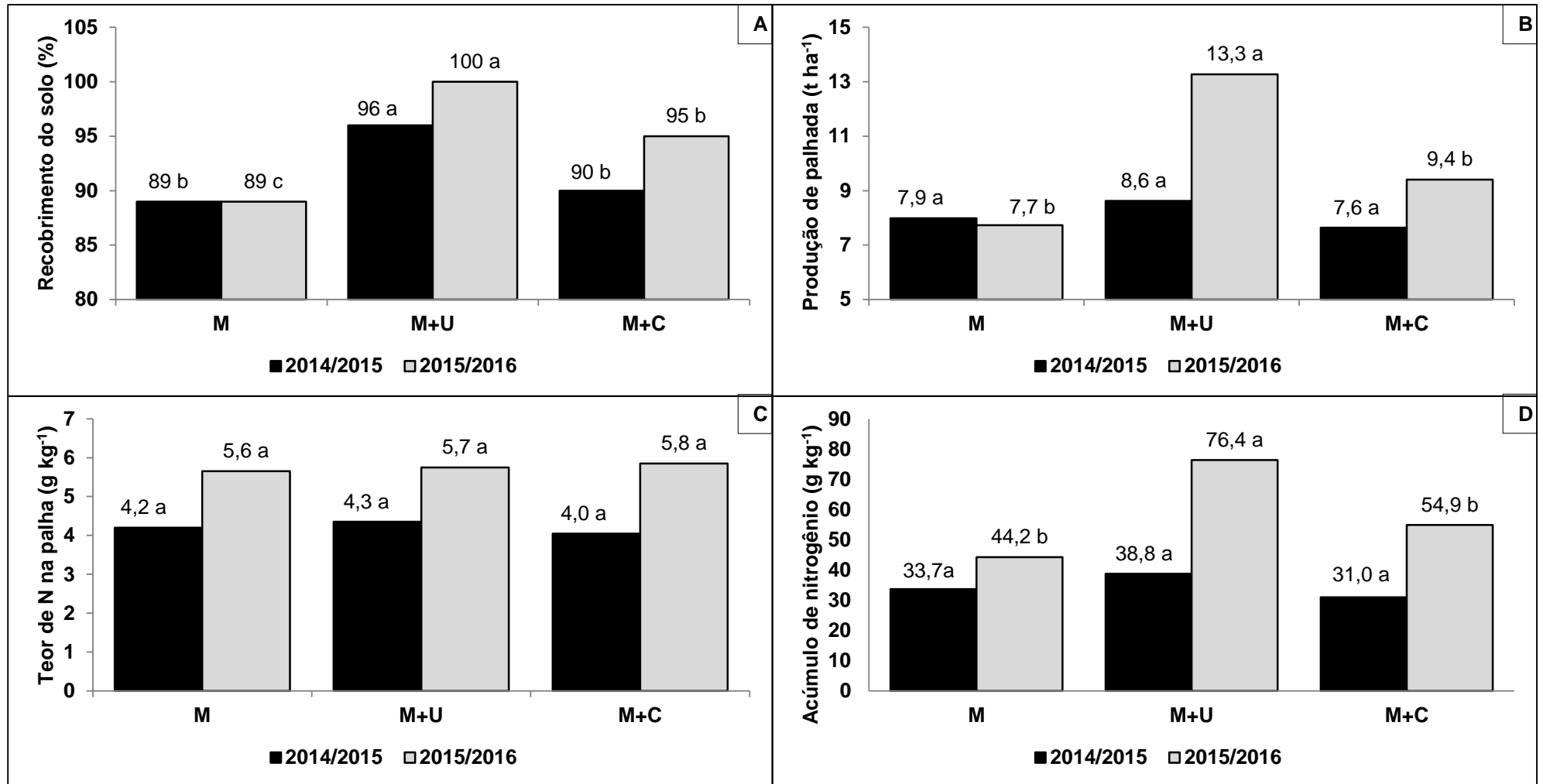


Figura 6. Recobrimento da superfície do solo (A), quantidade de palhada produzida (B), teor de nitrogênio na palhada (C) e acúmulo de nitrogênio (D) na palhada provenientes dos sistemas de cultivos de milho exclusivo (M), milho consorciado com *Urochloa ruziziensis* (M+U) e milho consorciado com *Crotalaria spectabilis* (M+C), em Jaboticabal-SP, safras 2014/2015 e 2015/2016. Médias seguidas de letras iguais, dentro de cada safra, não diferem pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

4.3. Desempenho agronômico do feijoeiro em função da sucessão aos sistemas de cultivo de milho exclusivo, consorciados com *Urochloa ruziziensis* ou *Crotalária spectabilis* e do fornecimento da adubação nitrogenada em cobertura.

O teor de nitrogênio foliar, vagens por plantas, grãos por vagens, massa de 100 grãos e a produtividade do feijoeiro houve influência para pelo menos um dos tratamentos estudados (Tabela 9).

O teor de N foliar do feijoeiro, apresentaram efeito significativo para safras. Em 2015, observou-se menor teor de N foliar quando comparado com a safra de 2016, 29 e 32 g kg⁻¹, respectivamente. Estes valores se encontram bem próximo ao limite inferior da faixa de suficiência de nitrogênio foliar proposto por Ambrosano et al. (1997), que varia de 30 a 50 g kg⁻¹.

O número de vagens por planta não diferiu em função dos sistemas de cultivos e as safras, já em função da adubação nitrogenada em cobertura, verificou-se que o tratamento com adubação de forma parcelada, até o estágio em que há a presença da terceira folha trifoliolada (V₄) é benéfico, quando comparado a ausência da adubação ou o fornecimento em dose única. Este, é o componente da produção que mais contribui para o aumento da produtividade de grãos no feijoeiro (BARILI et al., 2011), o que pode ser observado pelas maiores médias da produtividade sendo diretamente proporcional aos melhores tratamentos observados para o número de vagens por planta.

Em relação ao número de grãos por vagem, observou maior incremento na segunda safra e quando se cultivou sob a palhada do consórcio Milho + *U. ruziziensis* (Tabela 9), divergindo dos dados de Flores et al. (2017) e Soratto et al. (2013), quando estes não obtiveram diferenças significativas no número de grãos por vagem sob o cultivo de diferentes palhadas, porém corroborando quanto aos fornecimentos da adubação nitrogenada, não havendo diferenças significativas obtendo uma média de 5 grãos por vagem. Outros trabalhos encontrados na literatura (PACHECO et al., 2012; SABUNDJIAN et al., 2013) demonstraram que há incrementos no número de grãos por vagem em função da aplicação de N em cobertura no feijoeiro em SPD.

Tabela 9. Teor de nitrogênio foliar, número de vagens por planta, grãos por vagem, massa de 100 grãos e produtividade de grãos do feijoeiro em função das palhadas de diferentes sistemas de cultivo antecedente e do fornecimento do nitrogênio em cobertura em duas safras, Jaboticabal-SP.

Sistemas de cultivo	Nitrogênio foliar g kg ⁻¹	Vagens por planta n°	Grãos por vagem n°	Massa 100 grãos g	Produtividade kg ha ⁻¹
Milho exclusivo	30,3	11,6	4,7 b	27,8	2.285
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	29,5	11,2	5,2 a	27,8	2.441
Milho + <i>C. spectabilis</i>	32,0	11,3	4,9 b	29,0	2.553
C.V.%	24,3	36,5	12,0	10,9	25,2
Fornecimento de N (kg ha ⁻¹) ¹					
00+00+00	29,5	11,3 b	4,7	27,7 b	2.159
90+00+00	29,2	10,8 b	5,0	28,2 b	2.484
00+90+00	30,3	11,7 b	5,0	29,1 a	2.409
00+00+90	31,7	11,6 b	4,8	28,1 b	2.344
45+45+00	29,9	12,2 a	4,8	28,7 b	2.537
00+45+45	31,6	11,5 b	5,1	27,4 b	2.410
30+60+00	31,3	12,6 a	4,9	28,3 b	2.532
00+60+30	31,3	10,8 b	4,9	27,8 b	2.377
60+30+00	29,7	12,5 a	4,9	29,1 a	2.533
30+30+30	31,7	12,1 a	4,9	28,0 b	2.478
C.V.%	9,9	17,9	10,8	6,3	11,9
Safras					
2015	29,1 b	12,0	4,7 b	29,0 a	2.544
2016	32,2 a	11,4	5,1 a	26,6 b	2.309
C.V.%	20,5	36,5	14,8	20,2	81,1
Causas de Variação ²					
SC	2,29 ^{ns}	1,28 ^{ns}	13,67 ^{**}	3,54 ^{ns}	3,84 [*]
FN	2,44 ^{**}	2,04 [*]	1,18 ^{ns}	2,15 [*]	3,88 ^{**}
S	14,65 [*]	1,51 ^{ns}	14,60 [*]	20,98 [*]	0,84 ^{ns}
SC X FN	1,34 [*]	1,24 ^{ns}	1,25 ^{ns}	1,01 ^{ns}	1,79 [*]
SC x S	1,54 ^{ns}	0,44 ^{ns}	3,42 ^{ns}	2,39 ^{ns}	2,42 ^{ns}
FN x S	1,64 ^{ns}	0,77 ^{ns}	1,14 ^{ns}	0,28 ^{ns}	1,07 ^{ns}
SC x FN x S	1,72 ^{ns}	1,02 ^{ns}	0,68 ^{ns}	0,65 ^{ns}	0,71 ^{ns}
Média Geral	30,6	11,7	4,9	28,2	2.426

¹Quantidade de N fornecido em cobertura no feijoeiro nos estádios fenológicos V₃ (formação do primeiro trifólio), V₄ (presença da terceira folha trifoliada) e R₅ (pré-florescimento), respectivamente. ²Médias seguidas de letras distintas na coluna, dentro de cada fator, diferem entre si pelo teste Scott-knott; * (P<0,05), ** (P<0,01) e ^{ns} (não significativo), respectivamente pelo teste F; SC: sistemas de cultivo de milho; FN: Fornecimento de nitrogênio; S: Safras agrícolas.

O fornecimento de N em cobertura bem como as safras estudadas, influenciaram na massa de 100 grãos do feijoeiro (Tabela 9). Observou-se que o fornecimento de 90 kg ha⁻¹ de N aplicada em V₄ (dose única) e 60+30+00 kg ha⁻¹, ou seja, antecipando 2/3 da dose em V₃ e o restante em V₄, proporcionaram médias significativamente maiores de massa de cem dos grãos que os demais tratamentos, porém não refletindo sendo os tratamentos com maiores produtividades.

Sabe-se que a produtividade de grãos do feijoeiro é resultado da combinação de componentes, como número de vagens por planta ou por unidade de área, número de grãos por vagem e a massa dos grãos, sendo influenciados por fatores genéticos e ambientais (FAGERIA et al., 2015). Dependendo das condições de cultivo, alguns desses componentes podem aumentar e outros diminuir, facilitando a manutenção da estabilidade da produtividade de grãos (Costa et al., 1983).

Deve-se ressaltar que o feijoeiro obteve maior massa de 100 grãos quando cultivado em sucessão milho consorciado com *C. spectabilis* (Tabela 9). Na média geral, a massa de 100 grãos foi de 28,2 gramas. O tamanho dos grãos, expresso pela massa de 100 grãos, varia em função da cultivar, sendo um atributo muito influenciado pelo ambiente e de grande importância para o mercado consumidor (CARBONELL et al., 2008; PERINA et al., 2010). Segundo Pereira et al. (2012) a massa de 100 grãos, para o tipo Carioca, preferida pelo consumidor deve ser acima de 25 g/100 grãos⁻¹, estando esta pesquisa dentro do observado em ambas as safras, 2015 e 2016, onde se obteve 29,0 e 26,6 g 100 grãos⁻¹, respectivamente.

O desdobramento da interação das palhadas de sistemas de cultivo de milho e o fornecimento da adubação nitrogenada de cobertura para o teor de nitrogênio foliar do feijoeiro (Tabela 10) revelou que, em sucessão ao cultivo de milho com *C. spectabilis*, o feijoeiro apresentou teores dentro da faixa de suficiência para todas os fornecimentos de N em cobertura, preconizada por Ambrosano et al. (1997). Este fato, pode estar relacionado a maior mineralização da *C. spectabilis* devido a sua menor relação C/N.

No entanto, quando o feijoeiro foi cultivado, em sucessão a milho exclusivo e milho consorciado com *U. ruziziensis*, observou-se valores de N na folha abaixo da faixa de suficiência, notando este comportamento mais expressivo após milho consorciado com *U. ruziziensis*. Portanto, pode-se inferir que a maior produção de

palhada (Figura 6) proveniente desse sistema de cultivo de milho, promoveu maior imobilização de N, indisponibilizando o nutriente para o feijoeiro.

Se N na folha é baixa, existe grande chance de que o nutriente esteja deficiente no solo e não está sendo absorvido pela planta por causa da falta de umidade ou algum outro fator (LOPES, 1998). A provável causa para esses resultados pode ser em razão da temperatura fria no solo, principalmente na fase de desenvolvimento vegetativo da planta, em razão das baixas temperaturas do ar no mês de julho, associada ao maior aporte de palhada na superfície do solo. Verificou-se variação da temperatura mínima do ar entre 12 a 17 °C e de 5 a 15 °C, nas safras de 2015 e 2016, respectivamente. Na safra 2015, não houve temperatura mínima abaixo de 10 °C, diferentemente da safra 2016 em que ocorreram 9 dias abaixo desse valor. Considera-se 10 °C o valor referência da temperatura base para o feijoeiro, ou seja, abaixo da qual o crescimento e desenvolvimento da planta é paralisado ou reduzido (WUTKE et al., 2000). A baixa temperatura do solo reduz a decomposição da matéria orgânica, diminuindo as quantidades de N, enxofre e de outros nutrientes a serem liberados; os nutrientes são menos solúveis em solos frios, aumentando o potencial de deficiência (LOPES, 1998).

Tabela 10. Desdobramento da interação em função das palhadas de sistemas de cultivo de milho antecessor e do fornecimento¹ da adubação nitrogenada de cobertura para o teor de nitrogênio foliar do feijoeiro, no sistema plantio direto, Jaboticabal-SP.

Fornecimento de N (kg ha ⁻¹)	Sistemas de cultivo ²		
	M	M+U	M+C
00+00+00	27,4 bB	28,8 aB	32,5 aA
90+00+00	28,3 bA	28,8 aA	30,5 aA
00+90+00	29,5 bA	31,1 aA	30,2 aA
00+00+90	30,9 aA	31,2 aA	32,9 aA
45+45+00	29,4 bA	29,3 aA	31,0 aA
00+45+45	33,5 aA	29,2 aB	31,8 aA
30+60+00	31,5 aA	29,6 aA	32,8 aA
00+60+30	31,5 aA	29,4 aB	32,9 aA
60+30+00	28,7 bB	28,6 aB	31,7 aA
30+30+30	32,3 aA	29,1 aB	33,5 aA

¹Quantidade de N fornecido em cobertura no feijoeiro nos estádios fenológicos V₃ (formação do primeiro trifólio), V₄ (presença da terceira folha trifoliada) e R₅ (pré-florescimento), respectivamente. ² M: Milho exclusivo; M+U: Milho + *U. ruziziensis*; M+C: Milho + *C. spectabilis*; Médias seguidas de letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo teste Scott-knott (p<0,05). * (p<0,05), ** (p<0,01) e ^{NS} (não significativo), respectivamente pelo teste F.

As produtividades do feijoeiro em função das palhadas dos sistemas de cultivos e o fornecimento de N em cobertura (Tabela 11), nota-se que o cultivo do feijoeiro após do milho com *C. spectabilis*, não houve respostas significativas para o fornecimento do N em cobertura. Entretanto, mesmo não havendo diferenças estatísticas, o feijoeiro na ausência da adubação nitrogenada de cobertura (00+00+00) obteve uma produtividade de 2.458 kg ha⁻¹ e quando houve o fornecimento de 1/3 da dose em V₃ e 2/3 em V₄, a produtividade foi de 2.747 kg ha⁻¹, ou seja, uma diferença de 5 sc ha⁻¹, podendo ser um ganho expressivo para o produtor rural, mudando apenas forma de manejo da adubação de cobertura. Outro fator interessante observado nesta pesquisa, foi que as maiores médias de produtividades (\pm 2.700 kg ha⁻¹) após o cultivo do milho com *C. spectabilis*, se observou na antecipação parcelada do fornecimento da adubação em V₃ e V₄ (45+45+00; 30+60+00; 60+30+00).

Bernardes et al. (2015) demonstraram isso ao avaliar o efeito de diferentes fontes de nitrogênio, inclusive a ureia com inibidor de urease e de liberação lenta, na produtividade de grãos do feijão comum, irrigado, em sistema plantio direto. Segundo esses autores, com o passar do tempo, há aumento da disponibilidade de N para as plantas do feijoeiro, nas parcelas sem aplicação de N mineral, o que pode ter ocorrido em razão da mineralização dos resíduos vegetais da superfície do solo, disponibilizando N, e, além disso, como as leituras são realizadas no florescimento nas folhas trifolioladas totalmente expandidas, com o passar do tempo pode ter ocorrido redistribuição do N das folhas mais velhas para as mais novas.

Em relação aos demais sistemas de cultivo, houve diferenças quanto ao fornecimento do N aplicado em cobertura, visto que após Milho + *U. ruziziensis* a antecipação da dose única (V₃) e o parcelamento da dose em V₃ e V₄ (45+45+00 e 30+60+00) proporcionam os maiores incrementos médios na produtividade do feijoeiro, enquanto que o cultivo após o milho exclusivo, a aplicação tardia (R₅) em dose única (00+00+90) ou a ausência da adubação (00+00+00) obteve-se as menores produtividades dentro deste sistema, (Tabela 11).

Destaca-se que a não aplicação de nitrogênio em cobertura após os consórcios de milho com *U. ruziziensis* e *C. spectabilis*, obtiverem produtividades

de 157 kg ha⁻¹ e 269 kg ha⁻¹, respectivamente, superiores comparado ao cultivo do feijoeiro após milho exclusivo.

Embora o solo com palhada melhore a fixação de N no solo, adubação nitrogenada permanece imprescindível para o feijoeiro e a eficiência agrônômica do N em cobertura varia em função do tipo de palhada presente na superfície do solo, o que pode ser observado na Tabela 11, onde a ausência da adubação nitrogenada (00+00+00) observou-se as menores médias de produtividade, porém sendo elas mais elevadas na presença de palhada sob superfície. Isso, inclusive pode justificar o fato do feijoeiro cultivado no sistema plantio direto responder à adubação nitrogenada aplicada toda na semeadura ou parcelada (FRANCO et al., 2008).

Pode-se deduzir que o consórcio do milho com *C. spectabilis* proporcionaram resíduos que liberaram maiores quantidades de nutrientes quando comparados ao milho exclusivo e o consórcio de milho com *U. ruziziensis*, devido a sua palhada conter relação C:N intermediária (MARCELO; CORÁ; FERNANDES, 2012), pois a rápida decomposição e menor permanência no solo da *crotalária* são compensadas pela alta relação C:N do milho, proporcionando assim boa cobertura de solo, bem como fornecimento de nutrientes para cultura sucessora.

Tabela 11. Desdobramento da interação em função das palhadas de sistemas de cultivo de milho antecessor e do fornecimento da adubação nitrogenada de cobertura para a produtividade (kg ha⁻¹) do feijoeiro, no sistema plantio direto, Jaboticabal-SP.¹

Fornecimento de N (kg ha ⁻¹) ²	Sistemas de cultivo ³		
	M	M+U	M+C
00+00+00	1.818 bC	2.203 bB	2.458 aA
90+00+00	2.218 aC	2.741 aA	2.497 aB
00+90+00	2.393 aA	2.455 bA	2.379 aA
00+00+90	2.250 bB	2.242 bB	2.541 aA
45+45+00	2.342 aB	2.565 aA	2.709 aA
00+45+45	2.390 aA	2.343 bA	2.499 aA
30+60+00	2.240 aB	2.610 aA	2.747 aA
00+60+30	2.300 aA	2.420 bA	2.412 aA
60+30+00	2.469 aB	2.413 bB	2.718 aA
30+30+30	2.433 aA	2.423 bA	2.578 aA
Médias	2.285	2.442	2.554

¹Médias seguidas de letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, dentro de cada fator, diferem entre si pelo teste Scott-knott (p<0,05). * (p<0,05), ** (p<0,01) e NS (não significativo), respectivamente pelo teste F. ⁽²⁾ Quantidade de N fornecido em cobertura no feijoeiro nos estádios fenológicos V₃ (formação do primeiro trifólio), V₄ (presença da terceira folha trifoliada) e R₅ (pré-florescimento), respectivamente. ⁽³⁾ M: Milho exclusivo; M+U: Milho + *U. ruziziensis*; M+C: Milho + *C. spectabilis*.

Amaral et al. (2016) estudando diferentes doses da adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro, no sistema plantio direto, observaram que a máxima produtividade de grãos (2.565 kg ha^{-1}) foi obtida com aplicação de 136 kg ha^{-1} de N, estando dentro da média observada neste experimento utilizando 46 kg ha^{-1} a menos de N, cultivando o feijoeiro na palhada de milho com *C. spectabilis*, estando próximo à média verificada na safra de inverno no Estado de São Paulo que foi de 2.525 kg ha^{-1} (IEA, 2017).

É possível afirmar que o cultivo do feijoeiro, em sistema de plantio direto, pode aumentar a produtividade de sementes em relação ao preparo convencional do solo, sobretudo com a suplementação nitrogenada (GOMES JUNIO; SÁ; MURAISHI 2008; FARINELLI; LEMOS, 2010; BINOTTI et al., 2014). O melhor aproveitamento do nitrogênio em plantio direto pode ser obtido por meio do parcelamento da dose ou pelo consórcio entre gramíneas e leguminosas (GOMES JUNIOR; SÁ; MURAISHI 2008).

4.4. Atributos qualitativos dos grãos do feijoeiro em função da sucessão aos sistemas de cultivo de milho exclusivo, consorciados com *Urochloa ruziziensis* ou *Crotalaria spectabilis* e do fornecimento da adubação nitrogenada em cobertura.

Em menção aos atributos qualitativos do feijoeiro (Tabela 12), observou-se diferenças significativas em todos os rendimentos de peneiras (RP) de crivos oblongo, na seguinte ordem: RP 11 para o fator isolado safras e a interação entre sistemas de cultivos e safras; RP 12 para sistemas de cultivo, safras, e as interações entre sistemas de cultivos e safras e fornecimento de N em cobertura e safras; RP 13 para as safras e a interação entre sistemas de cultivos e safras; RP 14: para as safras e a interação entre sistemas de cultivos e safras; RP 15: para sistemas de cultivo, fornecimento de N em cobertura, safras, a interação entre sistemas de cultivos e safras as safras e fornecimento de N em cobertura e safras; e para o RP \geq 12: para as safras e a interação entre sistemas de cultivos e safras.

Tabela 12. Rendimento de peneira determinada pela porcentagem de grãos do feijoeiro retidos em peneiras de crivos oblongo (11 a 15 e maiores ou igual a 12), em função das palhadas de diferentes sistemas de cultivo de milho e do fornecimento do nitrogênio em cobertura em duas safras, Jaboticabal-SP.

Sistemas de cultivo	Rendimento de peneira ¹					
	11	12	13	14	15	≥ 12
	----- % -----					
Milho exclusivo	16,2	29,2	37,3	17,9	4,6	84,5
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	17,1	26,2	32,9	19,5	7,8	83,3
Milho + <i>C. spectabilis</i>	15,0	24,8	33,4	20,8	9,8	85,5
C.V.%	87,3	29,7	24,3	39,3	99,2	7,7
Fornecimento de N (kg ha ⁻¹) ²						
00+00+00	16,5	27,0	35,6	19,1	5,8	84,0
90+00+00	15,6	26,9	35,1	19,5	7,3	85,0
00+90+00	15,5	27,4	34,1	19,1	8,0	85,0
00+00+90	14,9	25,9	34,9	20,4	8,0	85,6
45+45+00	15,7	26,1	35,8	19,6	7,1	84,8
00+45+45	16,8	27,2	32,9	19,6	7,7	83,8
30+60+00	16,2	27,6	35,2	18,6	6,7	84,4
00+60+30	17,6	26,5	33,7	19,1	7,0	82,9
60+30+00	16,6	26,1	33,4	19,9	8,3	84,0
30+30+30	15,8	26,6	34,6	19,2	8,0	84,7
C.V.%	45,5	13,7	11,8	15,8	25,0	4,2
Safras						
2015	8,3	19,7	34,9	29,5	13,3	92,0
2016	23,9	34,5	34,1	9,3	1,5	76,8
C.V.%	23,4	22,8	21,7	22,5	58,6	15,5
Causas de Variação ³						
SC	1,67 ^{ns}	6,42*	6,32**	2,85 ^{ns}	10,27**	2,20 ^{ns}
FN	1,04 ^{ns}	0,58 ^{ns}	1,33 ^{ns}	0,67 ^{ns}	3,98**	1,05 ^{ns}
S	73,60**	382,8**	0,67 ^{ns}	1279,40**	442,29**	81,11**
SC X FN	0,88 ^{ns}	0,74 ^{ns}	1,24 ^{ns}	0,90 ^{ns}	1,52 ^{ns}	0,86 ^{ns}
SC x S	6,94**	3,97*	4,30*	5,22*	11,29**	8,20**
FN x S	0,66 ^{ns}	2,28*	0,73 ^{ns}	1,08 ^{ns}	4,70**	0,63 ^{ns}
SC x FN x S	0,84 ^{ns}	0,92 ^{ns}	0,87 ^{ns}	1,24 ^{ns}	1,39 ^{ns}	0,82 ^{ns}
Média Geral	16,1	26,7	34,5	19,4	7,4	84,5

⁽¹⁾ RP = rendimento de peneira, obtido com auxílio do conjunto de peneiras de crivos oblongos 11/64" x 3/4 (4,37 x 19,05 mm), 12/64" x 3/4 (4,76 x 19,05 mm), 13/64" x 3/4 (5,16 x 19,05 mm), 14/64" x 3/4 (5,56 x 19,05 mm) e 15/64" x 3/4 (5,96 x 19,05 mm). ⁽²⁾ Quantidade de nitrogênio fornecido em cobertura no feijoeiro nos estádios fenológicos V₃ (formação do primeiro trifólio), V₄ (presença da Terceira folha trifoliada) e R₅ (pré-florescimento), respectivamente. ⁽³⁾ ns (não significativo), * (P≤0,05), ** (P≤0,05), respectivamente pelo teste de F; SC: sistemas de cultivo de milho; FN: Fornecimento de nitrogênio; S: Safras agrícolas.

Os desdobramentos das interações obtidas pelos rendimentos de peneira, determinada pela porcentagem de grãos do feijoeiro retidos em peneiras de crivos oblongo, podem ser observados pelas tabelas 13,14,15,16,17 e 18.

Observou-se maior rendimento de peneira 11 no ano de 2016, comparado ao ano antecessor (Tabela 13). Tal comportamento, pode ter sido pelo fato de os grãos estarem menores no segundo, como consta na massa de cem grãos apresentada na tabela 9, ocasionando aumentando na porcentagem de grãos retidos na peneira de menor de crivo. Estes dados corroboram com Perina et al. (2010), ao avaliarem a estabilidade e a adaptabilidade de genótipos de feijoeiro, cultivados em diferentes ambientes, citam que genótipos com alta massa de 100 grãos proporcionam maior rendimento de peneira. Na safra 2015, o maior rendimento foi observado após o cultivo do milho exclusivo (10,8%), diferente de 2016 onde se obteve 26,7% após o cultivo de milho consorciado *U. ruziziensis*.

Tabela 13. Desdobramento da interação entre as palhadas de sistemas de cultivo de milho e as safras agrícolas para o rendimento de peneiras de crivos oblongos 11/64" x 3/4 (4,37 x 19,05 mm) dos grãos do feijoeiro, no sistema plantio direto, Jaboticabal-SP.

Sistemas de Cultivo ¹	Safras (%)	
	2015	2016
Milho exclusivo	10,8 aB	21,6 bA
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	7,6 bB	26,7 aA
Milho + <i>C. spectabilis</i>	6,5 bB	23,5 bA

¹Médias seguidas de letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo teste Scott-knott ($P < 0,05$). * ($P < 0,05$), ** ($P < 0,01$) e ^{NS} (não significativo), respectivamente pelo teste F.

Conforme os desdobramentos das interações ocorridas na peneira 12 (Tabela 14), entre sistemas de cultivos e safras, houve uma maior retenção na safra de 2015 após o cultivo do milho exclusivo, não diferindo entre os sistemas de cultivo na safra 2016. No desdobramento entre o fornecimento de N em cobertura e safras, não houve diferenças entre os tipos de fornecimentos adotados, entretanto na segunda safra (2016) obteve-se maior retenção de grãos ($\pm 35\%$), comparado à 2015.

Tabela 14. Desdobramento da interação entre o fornecimento de nitrogênio em cobertura e as safras agrícolas, bem como da interação das palhadas de sistemas de cultivo de milho e as safras agrícolas para o rendimento de peneira de crivos oblongos 12/64" x 3/4 (4,76 x 19,05 mm) dos grãos do feijoeiro, no sistema plantio direto, Jaboticabal-SP.

Sistemas de Cultivo	Safras ¹ (%)	
	2015	2016
Milho exclusivo	23,2 aB	35,1 aA
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	18,5 bB	34,0 aA
Milho + <i>C. spectabilis</i>	15,3 bB	34,2 aA
Fornecimento de N (kg ha ⁻¹) ²		
00+00+00	21,7 aB	32,3 aA
90+00+00	20,2 aB	33,7 aA
00+90+00	19,3 aB	35,5 aA
00+00+90	18,0 aB	33,8 aA
45+45+00	19,0 aB	33,3 aA
00+45+45	18,1 aB	36,3 aA
30+60+00	19,9 aB	35,2 aA
00+60+30	18,7 aB	34,3 aA
60+30+00	17,9 aB	34,4 aA
30+30+30	17,5 aB	35,7 aA

¹Médias seguidas de letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, dentro de cada fator de estudo, diferem entre si pelo teste Scott-knott ($P < 0,05$). * ($P < 0,05$), ** ($P < 0,01$) e ^{NS} (não significativo), respectivamente pelo teste F. ⁽²⁾ Quantidade de nitrogênio fornecido em cobertura no feijoeiro nos estádios fenológicos V₃ (formação do primeiro trifólio), V₄ (presença da Terceira folha trifoliada) e R₅ (pré-florescimento), respectivamente.

Para o rendimento de peneira 13, foi em média 35%, porem houve diferença entre os sistemas de cultivo. Na primeira safra, após o cultivo exclusivo e na segunda após o milho consorciado com *C. spectabilis*, obtiveram os maiores percentuais de rendimento (Tabelas 15).

Tabela 15. Desdobramento da interação entre as palhadas de sistemas de cultivo de milho e as safras agrícolas para o rendimento de peneira de crivos oblongos 13/64" x 3/4 (5,16 x 19,05 mm) dos grãos do feijoeiro, no sistema plantio direto, Jaboticabal-SP.

Sistemas de Cultivo	Safras (%)	
	2015	2016
Milho exclusivo	39,2 aA	35,2 aB
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	34,0 bA	31,9 aB
Milho + <i>C. spectabilis</i>	31,6 bB	35,3 aA

¹Médias seguidas de letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo teste Scott-knott ($P < 0,05$). * ($P < 0,05$), ** ($P < 0,01$) e ^{NS} (não significativo), respectivamente pelo teste F.

Para o rendimento de peneira 14 descritos na tabela 16, houve uma média de grãos retidos em torno de 30% e 9% na primeira e na segunda safra, respectivamente. Estas diferenças discrepantes entre as safras, nas peneiras de crivos oblongos mais superiores, influenciaram no rendimento de peneiras ≥ 12 (Tabela 18). Na primeira safra, os maiores rendimentos desta peneira, foi observado após os sistemas de cultivo consorciados ($P \leq 0,05$).

Tabela 16. Desdobramento da interação entre as palhadas de sistemas de cultivo de milho e as safras agrícolas para o rendimento de peneira de crivos oblongos 14/64" x 3/4 (5,56 x 19,05 mm) dos grãos do feijoeiro, no sistema plantio direto, Jaboticabal-SP.

Sistemas de Cultivo	Safras (%)	
	2015	2016
Milho exclusivo	25,8 bA	10,5 aB
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	30,6 aA	8,5 aB
Milho + <i>C. spectabilis</i>	32,3 aA	9,3 aB

¹Médias seguidas de letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo teste Scott-knott ($P < 0,05$). * ($P < 0,05$), ** ($P < 0,01$) e ^{NS} (não significativo), respectivamente pelo teste F.

Tabela 17. Desdobramento da interação entre as palhadas de sistemas de cultivo de milho e as safras agrícolas, bem como do fornecimento de nitrogênio em cobertura e as safras agrícolas para o rendimento de peneira de crivos oblongos 15/64" x 3/4 (5,96 x 19,05 mm) dos grãos do feijoeiro, no sistema plantio direto, Jaboticabal-SP.

Sistemas de Cultivo ¹	Safras (%)	
	2015	2016
Milho exclusivo	7,4 cA	1,7 aB
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	14,3 bA	1,4 aB
Milho + <i>C. spectabilis</i>	18,1 aA	1,4 aB
Fornecimento de N (kg ha ⁻¹) ²	2015	2016
00+00+00	9,9 cA	1,6 aB
90+00+00	12,8 bA	1,8 aB
00+90+00	14,5 aA	1,3 aB
00+00+90	14,5 aA	1,5 aB
45+45+00	12,4 bA	1,8 aB
00+45+45	14,0 aA	1,4 aB
30+60+00	12,1 bA	1,4 aB
00+60+30	12,7 bA	1,3 aB
60+30+00	15,2 aA	1,5 aB
30+30+30	14,6 aA	1,4 aB

¹Médias seguidas de letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, dentro de cada fator de estudo, diferem entre si pelo teste Scott-knott ($P < 0,05$). * ($P < 0,05$), ** ($P < 0,01$) e ^{NS} (não significativo), respectivamente pelo teste F. ⁽²⁾ Quantidade de nitrogênio fornecido em cobertura no feijoeiro nos estádios fenológicos V₃ (formação do primeiro trifólio), V₄ (presença da Terceira folha trifoliada) e R₅ (pré-florescimento), respectivamente.

O desdobramento da interação das palhadas dos sistemas de cultivo de milho e as safras agrícolas para o rendimento de peneira 15 (Tabela 17), observou-se diferenças na safra 2015 ($P \leq 0,05$), sendo que o cultivo do feijoeiro após milho exclusivo, obteve um decréscimo de 7 e 11 pontos percentuais comparado aos consórcios com *U. ruziziensis* e *C. spectabilis*, respectivamente. No entanto, no segundo ano, não foram observadas diferenças significativas pelo teste de Scott-knott ($P < 0,05$).

Em função do fornecimento de N, somente na primeira safra, obteve-se influências significativas ($P < 0,01$) para o rendimento de peneira 15, sendo que, a maior retenção destes grãos foi observada quando se utilizou os parcelamentos: 00+45+45; 60+30+00; 30+30+30 kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura e na dose recomendada, bem como aplicação total tardiamente em R₅. Apesar da não diferença estatísticas, antecipando 2/3 da dose em V₃ e o restante em V₄, proporcionou maior rendimento de peneira no primeiro ano, ressaltando também que a ausência de N em cobertura obteve o pior rendimento de peneira 15 (9,9%).

Nesta pesquisa (Tabela 18), verificou-se que na primeira safra os sistemas de cultivos consorciados, promoveram rendimentos de peneiras maior ou igual a 12 superiores comparado ao cultivo do feijoeiro após o milho exclusivo. No entanto, na segunda safra, após o cultivo de milho consorciado com *U. ruziziensis*, obteve-se 73,9% de rendimento de peneira, sendo inferior aos demais sistemas de cultivo (milho exclusivo: 79,2 e milho consorciado com *C. spectabilis*: 77,3).

Tabela 18. Desdobramento da interação entre as palhadas de sistemas de cultivo de milho e as safras agrícolas para o rendimento de peneira de crivos oblongos maiores ou igual à 12/64" x 3/4 (4,76 x 19,05 mm) dos grãos do feijoeiro, no sistema plantio direto, Jaboticabal-SP.

Sistemas de Cultivo	Safras (%)	
	2015	2016
Milho exclusivo	89,8 bA	79,2 aB
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	92,7 aA	73,9 bB
Milho + <i>C. spectabilis</i>	93,7 aA	77,3 aB

¹Médias seguidas de letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo teste Scott-knott ($P < 0,05$). * ($P < 0,05$), ** ($P < 0,01$) e ^{NS} (não significativo), respectivamente pelo teste F.

Apesar das variações nos rendimentos de peneira ≥ 12 , onde se obteve na média de 92% e 77% na primeira e na segunda safra, respectivamente. Estes

resultados demonstram que o rendimento de peneira pode ser uma alternativa na busca de melhores preços de mercado (CHIORATO et al., 2009). Após o fim dos anos 90, os grãos retidos nas peneiras 12 e 13, vieram se tornando preferido pelas empresas empacotadoras e pelo consumidor final, que definem as exigências de mercado (MELO et al., 2007), ou seja, grãos de tamanhos maiores ou igual a 12 são preferidos pelas empresas 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), corroborando com os dados obtidos nesta pesquisa na qual obteve-se elevados rendimentos de peneira acima de 12 em ambas as safras (Tabela18).

Alguns autores verificaram maior retenção de grãos nas peneiras de maiores crivos (≥ 12), ou seja, grãos graúdos, quando o feijoeiro foi cultivado em sucessão à braquiária, Fiorentin et al. (2012) e Carmeis Filho et al. (2014) e milho consorciado com *U. ruziziensis* e *C. spectabilis* (SOUZA, 2016), sendo superiores ao cultivo do milho exclusivo.

Segundo Jardim (2013), avaliando o efeito do parcelamento de nitrogênio em cobertura no feijoeiro, nas modalidades 60+30+00 e 45+00+45 observou 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, divergindo dos dados desta pesquisa onde não se obteve diferenças entre as médias de grãos retidos na peneira 12.

Os atributos tecnológicos do feijoeiro que geralmente são avaliados por pesquisas ligadas à melhoristas genéticos, as alterações entre os estudos apontados na literatura estão relacionadas também devido a fatores abióticos (CARBONELL et al., 2010), que conseqüentemente, causa impactos no aumento ou diminuição da produtividade da cultura, inferindo no rendimento de peneiras.

Quanto aos atributos qualitativos do feijoeiro (Tabela 19), as avaliações de proteína bruta, relação de hidratação e tempo máximo de hidratação houveram interações entre as palhadas dos sistemas de cultivo de milho e as safras agrícolas e somente para a análise do tempo de cozimento dos grãos do feijoeiro obtiveram interação significativa entre fornecimento da adubação nitrogenada de cobertura e safras agrícolas.

Tabela 19. Proteína bruta, tempo para cozimento, relação de hidratação e tempo máximo de hidratação dos grãos do feijoeiro, em função das palhadas de diferentes sistemas de cultivo antecessor e do fornecimento do nitrogênio em cobertura em duas safras, Jaboticabal-SP.

Sistemas de cultivo	Proteína Bruta %	Tempo para cozimento minutos	Relação de Hidratação -	Tempo para Máxima Hidratação horas
Milho exclusivo	23,2	21,4	2,0	11:30
Milho + U. ruziziensis	24,8	20,5	2,0	11:30
Milho + C. spectabilis	23,9	21,3	2,0	11:36
C.V.%	11,8	13,5	1,5	2,9
Fornecimento de N (kg ha ⁻¹) ¹				
00/00/00	23,4	21,0	2,0	11:42
90/00/00	23,8	21,0	2,0	11:30
00/90/00	23,8	21,4	2,0	11:30
00/00/90	24,2	21,0	2,0	11:30
45/45/00	24,1	22,2	2,0	11:36
00/45/45	24,5	20,5	2,0	11:24
30/60/00	24,7	21,2	2,0	11:36
00/60/30	23,5	22,4	2,0	11:36
60/30/00	23,6	21,2	2,0	11:30
30/30/30	24,0	20,6	2,0	11:30
C.V.%	7,1	9,1	1,2	2,6
Safras				
2015	23,2	19,3	2,0	11,7
2016	24,8	23,3	2,0	11,3
CV (%)	16,8	21,5	3,1	4,5
Causas de Variação ²				
SC	6,38*	1,98 ^{ns}	13,70**	4,13*
FN	1,46 ^{ns}	2,24*	0,40 ^{ns}	1,54 ^{ns}
S	10,13*	44,47**	0,97 ^{ns}	28,41*
SC X FN	1,60 ^{ns}	1,29 ^{ns}	1,01 ^{ns}	1,12 ^{ns}
SC x S	4,84*	0,95 ^{ns}	14,59**	8,06**
FN x S	1,57 ^{ns}	3,31**	1,71 ^{ns}	0,83 ^{ns}
SC x FN x S	1,43 ^{ns}	1,42 ^{ns}	0,82 ^{ns}	1,73 ^{ns}
Média Geral	24,0	21'26"	2,0	11,5

⁽¹⁾Quantidade de N fornecido em cobertura no feijoeiro nos estádios fenológicos V₃ (formação do primeiro trifólio), V₄ (presença da terceira folha trifoliada) e R₅ (pré-florescimento), respectivamente. ⁽²⁾Médias seguidas de letras distintas na coluna, dentro de cada fator, diferem entre si pelo teste Scott-knott; * (P<0,05), ** (P<0,01) e ^{ns} (não significativo), respectivamente pelo teste F; SC: sistemas de cultivo de milho; FN: Fornecimento de nitrogênio; S: Safras agrícolas

Observando os teores de proteína bruta, se encontrou valores em média de 24% (TABELA 19), corroborando com diversos trabalhos na literatura com estudos

voltados a cultura do feijoeiro após a implantação do sistema plantio direto (FARINELLI; LEMOS, 2010; LEMOS et al., 2015, CORSINI; CASSIOLATO, 2015 e ALMEIDA et al., 2016). Carbonell et al. (2008) ao analisarem a qualidade tecnológica e nutricionais dos grãos, das cultivares IAC-Diplomata e IAC-Alvorada, verificaram em média 17 a 25% no teor de proteína dos grãos da cultivar IAC Alvorada no Estado de São Paulo, com semeadura no inverno, corroborando com a média encontrada nesta pesquisa. Na primeira safra (2015) não houve diferenças significativas entre os sistemas de cultivos adotados, entretanto, em 2016 após milho consorciado com *U. ruziziensis* o teor de proteína foi superior aos demais sistemas de cultivos (Tabela 20).

Gomes Junior e Sá (2010) e Amaral et al. (2016) avaliando o efeito das doses de nitrogênio na cultura do feijoeiro, obtiveram respostas linear do teor de proteína bruta a medida em que se foi incrementando as doses de nitrogênio (doses de até 120 kg ha⁻¹). O teor de proteína bruta do feijoeiro está diretamente ligado à disponibilidade e quantidade de absorção de nitrogênio pela cultura, pois o nitrogênio é constituinte do processo da fotossíntese e crescimento das plantas, fazendo parte da molécula de clorofila.

Outros atributos, além do nitrogênio também podem interferir no teor de proteína, Pinto (2015) observou que cultivares com maior número de grãos por vagem apresentaram propensão de reduzirem a quantidade de proteína.

Tabela 20. Desdobramento da interação em função das palhadas de sistemas de cultivo de milho e as safras agrícolas para o teor de proteína bruta dos grãos do feijoeiro, no sistema plantio direto, Jaboticabal-SP.

Sistema de Cultivo	Safras	
	2015	2016
Milho exclusivo	23,0 aA	23,4 bA
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	23,3 aB	26,4 aA
Milho + <i>C. spectabilis</i>	23,2 aB	24,7 bA

¹Médias seguidas de letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo teste Scott-knott ($P < 0,05$). * ($P < 0,05$), ** ($P < 0,01$) e ^{NS} (não significativo), respectivamente pelo teste F.

Jardim (2013), Cunha (2013), Amaral (2014) e Souza (2016), avaliando a relação de hidratação, o teor de proteína bruta e o tempo de cozimento do feijoeiro após cultivo de milho exclusivo e milho consorciado no sistema plantio direto, obtiveram valores semelhantes ao deste estudo para todas as características.

O tempo de cozimento do feijão não foi influenciado pelos sistemas de cultivos antecessores, entretanto, foi maior na safra 2016 para todos os parcelamentos de N avaliados, apenas para o tratamento com parcelamento de 30+60+00 de N, não houve diferença entre as duas safras (Tabela 21). Esse mesmo tratamento apresentou o menor tempo de cozimento na safra 2016, não diferindo dos parcelamentos 90+00+00, 00+45+45, 00+00+90, 30+30+30 e o tratamento sem aplicação de N. A forma de parcelamento de N não interferiu no tempo de cozimento do feijoeiro para a safra 2015.

O tempo médio de cozimento foi de 19,3 e 23,3 minutos para as safras 2015 e 2016, respectivamente, indicando que os grãos de feijão foram classificados como grãos de suscetibilidade média/resistência normal ao cozimento de acordo com Proctor e Watts (1987) (Tabela 4). Dessa forma, os grãos apresentam cocção rápida, dentro da faixa de tempo preconizada como aceitável que é inferior a 30 minutos, segundo Ramalho e Abreu (2006).

Tabela 21. Desdobramento da interação entre o fornecimento da adubação nitrogenada de cobertura e as safras agrícolas para o tempo de cozimento do feijoeiro (minutos: segundos), no sistema plantio direto, Jaboticabal-SP.

Fornecimento de N (kg ha ⁻¹)	Safras	
	2015	2016
00+00+00	19'11" aB	22'51" bA
90+00+00	19'50" aB	22'28" bA
00+90+00	19'15" aB	24'06" aA
00+00+90	19'04" aB	23'04" bA
45+45+00	20'23" aB	24'09" aA
00+45+45	19'08" aB	22'37" bA
30+60+00	20'44" aA	21'53" bA
00+60+30	19'36" aB	25'46" aA
60+30+00	18'30" aB	24'16" aA
30+30+30	19'49" aB	23'10" bA

¹Médias seguidas de letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, dentro de cada fator, diferem entre si pelo teste Scott-knott ($p < 0,05$). * ($p < 0,05$), ** ($p < 0,01$) e ^{NS} (não significativo), respectivamente pelo teste F. CV: Coeficiente de variação; ²Quantidade de N fornecido em cobertura no feijoeiro nos estádios fenológicos V₃ (formação do primeiro trifólio), V₄ (presença da terceira folha trifoliada) e R₅ (pré-florescimento), respectivamente. M: Milho exclusivo; M+U: Milho + *U. ruziziensis*; M+C: Milho + *C. spectabilis*.

Os dados da relação de hidratação dos grãos, determinada entre a massa após a hidratação e a massa inicial dos grãos, não apresentou diferença entre as duas safras após o cultivo de milho consorciado com *C. spectabilis*. Na safra 2016,

após milho consorciado com *U. ruziziensis* obteve-se maior retenção de água pelos grãos do feijoeiro, comparado aos demais cultivos (Tabela 22).

Tabela 22. Desdobramento da interação em função das palhadas de sistemas de cultivo de milho e as safras agrícolas para a relação de hidratação dos grãos do feijoeiro, no sistema plantio direto, Jaboticabal-SP.

Sistema de Cultivo	Safras	
	2015	2016
Milho exclusivo	2,02 aA	1,99 cB
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	2,02 aB	2,04 aA
Milho + <i>C. spectabilis</i>	2,01 aA	2,00 bA

¹Médias seguidas de letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo teste Scott-knott ($P < 0,05$). * ($P < 0,05$), ** ($P < 0,01$) e ^{NS} (não significativo), respectivamente pelo teste F.

Porém, obtendo média de 2, estes se encontram dentro da faixa adequada, ou seja, isto reflete que ao final de 12 horas em embebição, os grãos de feijão contiveram o dobro da sua massa inicial. Este fator é relevante para a culinária brasileira, uma vez que os consumidores têm o hábito de deixar o feijão submerso em água no dia anterior do cozimento. Os dados da relação de hidratação (Tabela 23), corroboram com diversas pesquisas voltada as doses ou parcelamentos da adubação nitrogenada na cultura do feijoeiro, associado ou não com sistemas de cultivos conservacionistas (FARINELLI; LEMOS, 2010, CARMEIS FILHO et al., 2014, SOUZA, 2016). Para o tempo necessário de máxima hidratação dos grãos, foi verificado que na primeira safra não houve diferenças entre os sistemas de cultivos estudados, porem na segunda safra após o cultivo de milho consorciado com *U. ruziziensis* houver o menor tempo de hidratação dos grãos, comparado aos demais sistemas.

Tabela 23. Desdobramento da interação em função das palhadas de sistemas de cultivo de milho e as safras agrícolas para o tempo de máxima hidratação (horas:minutos) dos grãos do feijoeiro, no sistema plantio direto, Jaboticabal-SP.

Sistema de Cultivo	Safras	
	2015	2016
Milho exclusivo	11:30 bA	11:18 bB
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	11:48 aA	11:12 bB
Milho + <i>C. spectabilis</i>	11:42 aA	11:10 aB

¹Médias seguidas de letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo teste Scott-knott ($P < 0,05$). * ($P < 0,05$), ** ($P < 0,01$) e ^{NS} (não significativo), respectivamente pelo teste F.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento da *Urochloa ruziziensis* na segunda safra, proporcionou grande quantidade de palhada, porém houve competição entre as espécies, promovendo diminuição da produtividade de grãos, comparado com demais sistemas de cultivo.

As produtividades de grãos de feijoeiro não diferem após o cultivo de milho com *Crotalaria spectabilis*, independente da forma de fornecimento de nitrogênio em cobertura.

Na ausência da adubação nitrogenada em cobertura, a maior produtividade de grãos de feijoeiro foi após o cultivo consorciado de *Crotalaria spectabilis*.

Após o cultivo de milho consorciado com *Urochloa ruziziensis*, a aplicação de 90 kg ha⁻¹ por ocasião do primeiro trifólio do feijoeiro, promove maior produtividade de grãos comparativamente aos demais sistemas de cultivo de milho.

A produtividade de grãos do feijoeiro não é influenciada após o cultivo de milho exclusivo ou consorciado, seja com a aplicação de 90 kg ha⁻¹ em V₄ ou parcelada 30+30+30 em V₃, V₄ e R₅.

O tamanho dos grãos de feijoeiro expresso pela porcentagem de grãos retidos em todas as peneiras, foi influenciado pela interação dos fatores sistemas de cultivo de milho x safras.

6. CONCLUSÕES

Os três sistemas de cultivo de milho tiveram para a produção de palhada e recobrimento da superfície do solo valores acima de 7,0 t ha⁻¹ e 89 %, respectivamente, viabilizando a adoção do sistema plantio direto, sendo que para a produtividade, quando consorciado com *Crotalaria spectabilis*, houve superioridade.

A produtividade de grãos no feijoeiro é influenciada pela forma de fornecimento de nitrogênio em cobertura e pelo sistema de cultivo de milho antecessor.

O fornecimento de nitrogênio em cobertura no feijoeiro como 45+45+00 e 30+60+00, após os sistemas de cultivo de milho consorciados, promovem maiores produtividades de grãos, comparativamente ao sistema de milho exclusivo.

As variáveis respostas qualitativas, proteína bruta, relação de hidratação e tempo para máxima hidratação dos grãos do feijoeiro são influenciadas pelos sistemas de cultivo de milho vs safras, bem como o fornecimento de nitrogênio em cobertura vs as safras agrícolas para o tempo de cozimento.

7. REFERÊNCIAS

ABBOUD, A. C. S.; DUQUE, F. F. Efeitos de matéria orgânica e vermiculita sobre a seqüência feijão-milho-feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 227-236, 1986.

AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T. Palhada de braquiária: redução dos riscos e do custo de produção das lavouras. In: Integração lavoura-pecuária. **Informe Agropecuário**: Belo Horizonte, v.28, p.30-38, 2007.

ALMEIDA, O.M. de; MELO, H.C. de; PORTES, T. de A. Growth and yield of the common bean in response to combined application of nitrogen and paclobutrazol. **Revista Caatinga**, v.29, p.127-132, 2016.

AMABILE, R. F.; FANCELLI, A. L.; CARVALHO, A. M. Comportamento de espécies de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura e espaçamentos na região dos Cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 1, p. 47-54, 2000.

AMARAL, B, do A, **Doses de nitrogênio em cobertura no feijoeiro em sucessão à gramíneas no cultivo de inverno-primavera**, 2014, 44 f, Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2014.

AMARAL, C. B.; PINTO, C. C.; FLÔRES, J. A.; MINGOTTE, F. L. C.; LEMOS, L. B.; FORNASIERI FILHO. Produtividade e qualidade do feijoeiro cultivado sobre palhadas de gramíneas e adubado com nitrogênio em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 9, p. 1602-1609, 2016.

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. (Org.). **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: 2. ed. IAC, 1997, p. 194-195. (Boletim Técnico, 100).

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, 1999, Brasília. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1999. p. 1-4.

AOAC. Official methods of analysis of AOAC International. In: **Protein** 20. ed. Washington: Association of Official Analytical Chemists, 2016. p. 24.

ARAÚJO, L. S.; SILVA, L. G. B.; SILVEIRA, P. M. da.; RODRIGUES, F.; LIMA, M. L. da P.; CUNHA, P. C. R. da, Desempenho agrônomico de híbridos de milho na região sudeste de Goiás, **Revista Agro@ambiente**, Boa Vista, v. 10, n. 4, p. 334-341, 2016.

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.

ARF, O.; SILVA, L. S.; BUZETTI, S.; ALVES, M. C.; SÁ, M. E.; RODRIGUES, R. A.; HERNANDEZ, F. B. T. Efeito da rotação de culturas, adubação verde e nitrogenada sobre o rendimento do feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 11, p. 2029-2036, 1999.

AUSTIN, E. E.; WICKINGS, K.; MCDANIEL, M. D.; ROBERTSON, G. P.; GRANDY, A. S. Cover crop root contributions to soil carbon in a no-till corn bioenergy cropping system. **GCB Bioenergy**, Londres, v. 9, [s.n.], p. 1252–1263, 2017.

BARILI, L. D. et al. Correlação fenotípica entre componentes do rendimento de grãos de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.). *Semina: Ciências Agrárias*, v. 32, n. 4, p. 1263-1274, 2011.

BARROS, J, **Doses de nitrogênio na cultura do milho cultivado em sucessão a plantas de cobertura solteira e consorciadas sob sistema de plantio direto no cerrado**, 2016, 41 f, Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Goiás, Unidade Acadêmica especial de ciências agrárias, Jataí, 2016.

BERNARDES, T. G.; SILVEIRA, P. M.; CARVALHO, M. T. M.; MADARI, B. E.; CARVALHO, M. C. S.; Produtividade do feijoeiro irrigado em razão de fontes de adubo nitrogenado estabilizado e de liberação controlada. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 62, n. 6, 2015.

BINOTTI, F. F. S; ARF, O.; CARDOSO, E. D.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S. Manejo do nitrogênio em cobertura do feijoeiro de inverno no sistema plantio direto. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 1, p. 58-64, 2014.

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

BONETTI, J. A.; ANGHINONI, I.; MORAES, M. T.; FINK, J. R. Resilience of soils with different texture, mineralogy and organic matter under long-term conservation systems. **Soil and Tillage Research**, Amsterdã, v. 174, p. 104-112, 2017.

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.

BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C.; MATEUS, G. P.; NASCENTE, A. S.; MARTINS, P. O. Intercropping time of corn and palisadegrass or guineagrass affecting grain yield and forage production. **Crop Science**, Madison, v. 53, n. 2, p. 629-636, 2013.

BORTOLOZO, F. R.; AGUIAR, T. R.; HANSEL, F. A.; FILHO, E. F. R.; PARRON, L. V.; FROEHNER, S. Peatland as a natural sink for pesticides from no-till systems in subtropical climate. **Agricultural Water Management**, Amsterdã, v. 163, p. 19-27, 2016.

BRIDGEWATER, S.; RATTER, J. A.; RIBEIRO, J. F. Biogeographic patterns, β -diversity and dominance in the cerrado biome of Brazil. **Biodiversity & Conservation**, Norwell, v. 13, n. 12, p. 2295-2317, 2004.

BRITO, M.M.P.; MURAOKA, T.; SILVA, E.C. Contribuição da fixação biológica de nitrogênio, fertilizante nitrogenado e nitrogênio do solo no desenvolvimento de feijão caupi. **Bragantia**, v.70, p.206-215, 2011.

BRUNINI, O.; CAMARGO, M. B. P.; MIRANDA, L. T.; SAWASAKI, E. Resistência estomatal e potencial de água em variedades de milho em condições de campo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 2., 1981, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1981. p. 134-138.

BURATTO, J. S.; CIRINO, V. M.; SCHOLZ, M. B. S.; LANGAME, D. E. M.; JUNIOR, N. S. F. CAVENAGHI PRÉTE, C. E. Variabilidade genética e efeito do ambiente para o teor de proteína em grãos de feijão. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 4, 2009.

CARMEIS FILHO, A. C. A. C.; CUNHA, T. P. L.; MINGOTTE, F. L. C.; AMARAL, C. B.; LEMOS, L. B.; FILHO, D. F. Adubação nitrogenada no feijoeiro após palhada de milho e braquiária no plantio direto. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 2, 2014.

CARBONELL, S. A. M.; CHIORATO, A. F.; ITO, M. F.; PERINA, E. F.; GONÇALVES, J. G. R.; SOUZA, P. S.; GALLO, P. B.; TICELLI, M.; COLOMBO, C. A.; AZEVEDO FILHO, J. A. IAC-Alvorada and IAC-Diplomata: New common bean cultivars. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 8, n. 2, p. 163-166, 2008.

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.

CARMEIS FILHO, A. C. A.; CUNHA, T. P. L.; MINGOTTE, F. L. C.; AMARAL, C. B.; LEMOS, L. B.; FORNASIERI FILHO, D. Adubação nitrogenada no feijoeiro após palhada de milho e braquiária no plantio direto. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 2, p. 66-75, 2014.

CARVALHO, J. S.; KUNDE, R. J.; STÖCKER, C. M.; LIMA, A. C. R.; SILVA, J. L. S. Evolução de atributos físicos, químicos e biológicos em solo hidromórfico sob sistemas de integração lavoura-pecuária no bioma Pampa. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 51, n. 9, p. 1131-1139, 2016.

CEPF – **Critical Ecosystem Partnership Fund. Cerrado**. Disponível em <<http://www.cepf.net/resources/hotspots/South-America/Pages/Cerrado.aspx>> Acesso em: 01 Mar. 2017.

CHIODEROLI, Carlos A. et al. Consorciação de braquiárias com milho outonal em plantio direto sob pivô central. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 6, p. 1101-1109, 2010.

CHIORATO, Alisson Fernando et al. IAC-Jabola and IAC-Esperança: common bean cultivars for market niches. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 9, n. 2, p. 199-201, 2009.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento, **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: quinto levantamento, safra 2014/15, 2015**, v. 2, n. 5, p. 117. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>, Acesso em: 23 de outubro de 2016.

CORSINI, D.C.D.C.; CASSIOLATO, A.M.R. Microbiologia do solo e fixação simbiótica do nitrogênio. In: ARF, O; LEMOS, L.B.; SORATTO, R.P.; FERRARI, S.(Ed.). **Aspectos gerais da cultura do feijão: Phaseolus vulgaris L.** 1.ed. Botucatu: UNESP, 2015, p.111-116.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; FERNANDES, J. C.; CAVASANO, F. A.; ULIAN, N. A.; PARIZ, C. M.; SANTOS, F. G. Acúmulo de nutrientes e decomposição da palhada de braquiárias em função do manejo de corte e produção do milho em sucessão. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 9, n. 2, p. 166-173, 2014.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M; GAMEIRO, R. A.; PARIZ, C. M.; BUZETTI, S.; LOPES, K. S. M. Adubação nitrogenada no consórcio de milho com duas espécies de braquiária em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 8, p. 1038-1047, 2012.

COSTA, J. G. C. DA.; KOHASHI-SHIBATA, J.; COLIN, S. M. Plasticidade no feijoeiro comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 18, n. 2, p. 159-167, 1983.

CRUSCIOL, C. A. C.; MATEUS, G. P.; NASCENTE, A. S.; MARTINS, P. O.; BORGHI, E.; PARIZ, C. M. An innovative crop–forage intercrop system: early cycle soybean cultivars and palisadegrass. **Agronomy journal**, Madison, v. 104, n. 4, p. 1085-1095, 2012.

CRUZ, F.; OLIVEIRA, J.; KAMEL T. Desempenho agrônômico de variedades de feijoeiro no sistema plantio direto. **Revista Caatinga**, Mossoró v. 27, n. 3, p. 83 – 89, 2014.

CUNHA, T. P. L. **Adubação nitrogenada no feijoeiro irrigado em sucessão à milho e braquiária em plantio direto.** 2013. 51 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2013.

DERPSCH, R.; FRANZLUEBBERS, A. J.; DUIKER, S. W.; REICOSKY, D. C.; KOELLER, K.; FRIEDRICH, T.; STURNY, W. G.; SÁ, J. C. M.; WEISS, K. Why do we need to standardize no-tillage research?. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 137, p. 16-22, 2014.

DERPSCH, R. Sistemas conservacionistas de produção: como assegurar a sua sustentabilidade? In: III REUNIÃO PARANAENSE DE CIÊNCIA DO SOLO, Londrina, 2013. **Resumos...** Londrina: SBCS, 2013. P. 201.

DERPSCH, R.; ROTH, C.H.; SIDIRAS, N.; KOPKE, U. **Controle da erosão no Paraná, Brasil: Sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo.** Eschborn, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), 1991. 272p.

DOURADO NETO, D.; PALHARES, M.; VIEIRA, P. A.; MANFRON, P. A.; MEDEIROS, S. L. P.; ROMANO, M. R. Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 2, n. 3, p. 63- 77, 2003.

DURÃES, F.O.M.; dos SANTOS, M.X.; GAMA, E.E.G.; MAGALHÃES, P.C.; ALBUQUERQUE, P.E.P.; GUIMARÃES, C.T. **Fenotipagem associada à tolerância a seca em milho para uso em melhoramento, estudos genômicos e seleção assistida por marcadores.** Sete Lagoas: EMBRAPA, 2004. 17p. (Circular Técnica, n.39).

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.** 3. ed. Brasília: EMBRAPA, 2013. p. 197-201.

FAGERIA, N. K.; STONE, L. F.; SANTOS, A. B. ; CARVALHO, M. C. S. **Nutrição mineral do feijoeiro.** Embrapa: Brasília, 2015. p. 9, 95-152.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Produção de milho. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.

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.

Fernandez, F.; Gepts, P.; Lopez, M. Etapas de desarrollo en la planta de frijol . In: López Genes, Marceliano; Fernández O., Fernando O.; Schoonhoven, Aart van (eds.). Frijol: Investigación y producción . Programa de las Naciones Unidas (PNUD); **Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)**, Cali, CO. p. 61-78. 1985.

FERREIRA, E. A.; COLETTI, A. J.; SILVA, W. M.; MACEDO, F. G.; ALBUQUERQUE, A. N. Desempenho e uso eficiente da terra de modalidades de consorciação com milho e forrageiras. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 3, p. 22-29, 2014.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 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**, v.33, p.2825-2836, 2012.

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

FLORES, J. DE A.; DO AMARAL, C. B.; PINTO, C. C.; MINGOTTE, F. L. C.; LEMOS, L. B. Características agronômicas e qualitativas de feijoeiro em razão da palhada e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics)**, v. 47, n. 2, p. 195-201, 2017

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

FRANCO, E.; ANDRADE, C. A. B.; SCAPIM, C. A.; FREITAS, P. S. L. Resposta do feijoeiro à aplicação de nitrogênio na semeadura e cobertura no sistema plantio direto. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 3, p. 427-434, 2008.

FRIEDRICH, T.; KASSAM, A. Reasons to Adopt and Spread Conservation Agriculture Globally: a new paradigm for sustainable production intensification. In: 2016 ASABE Annual International Meeting. American Society of Agricultural and Biological Engineers, 5., 2016, Orlando. **Proceedings...** Orlando: ASABE, 2016. p. 1.

GOMES JUNIOR, F. G.; SÁ, M. E. Proteína e qualidade de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em função da adubação nitrogenada em plantio direto. **Revista brasileira de sementes**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 34-44, 2010 .

GOMES JUNIOR, F. G.; SA, M. E.; MURASHI, C. T.. Adubação nitrogenada no feijoeiro em sistema de semeadura direta e preparo convencional do solo. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, supl. spe, p. 673-680, 2008 .

IEA. Instituto de Economia Agrícola. **Previsões e Estimativas das Safras Agrícolas do Estado de São Paulo, Intenção de Plantio do Ano Agrícola 2017/18 e Levantamento Final Ano Agrícola 2016/17**. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=14385>>. Acesso em: 29 novembro de 2017.

JARDIM, C. A. **Parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro em sucessão ao milho e *Urochloa ruziziensis* em sistema plantio direto**. 2013. 57 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2013.

KAPPES, C.; ZANCANARO, L. Sistemas de consórcios de braquiária e de crotalárias com a cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 14, p. 219-234, 2015.

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

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; COSTA, J. D. S.; PORTELA, C.. **Cultivo do feijoeiro em palhada de braquiária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa: CNPAF, 2003. 28 p.(Embrapa-CNPAF. 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.

LEMOS, L. B.; MINGOTTE, F. L. C.; FARINELLI, R. Cultivares. In: ARF, O.; LEMOS, L. B.; SORATTO, R. P.; FERRARI, S. (Ed.). **Aspectos gerais da cultura do feijão-Phaseolus vulgaris L.** Botucatu: FEPAF, 2015. p. 181-207.

LOPES, A. D. S.; OLIVEIRA, G. Q.; SOUTO FILHO, S. N.; GOES, R. J.; CAMACHO, M. A. Manejo de irrigação e nitrogênio no feijoeiro comum cultivado em sistema plantio direto. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 1, p. 51-56, 2011.

LOPES, A. S. **Manual internacional de fertilidade do solo.** 2 ed. Piracicaba: Potafós, 1998. 386 177p.

LOVERA, B. T. F. **Estabelecimento do amendoim forrageiro (Arachis pintoi) cv. Amarillo em associação com milho (Zea mays).** 2003. 56 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2006.

MACHADO, J. A. **Efeito dos sistemas de cultivo reduzido e convencional na alteração de algumas propriedades físicas e químicas do solo.** 1976. 129 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Frederico Westphalen, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1976.

MAIA, S. C.MENDONÇA; SORATTO, R. P.; BIAZOTTO, F. O.; ALMEIDA, A. Q. Estimativa da necessidade de nitrogênio em cobertura no feijoeiro IAC Alvorada com clorofilômetro portátil. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 5, p. 2229-2238, 2013.

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

MARCELO, A. V.; CORÁ, J. E.; FERNANDES, C. Sequências de culturas em sistema de semeadura direta. II - Decomposição e liberação de nutrientes na entressafra. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p.1568-1582, 2012.

MELO, L.C. et al. Interação com ambientes e estabilidade de genótipos de feijoeiro-comum na Região Centro-Sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.715-723, 2007.

MENEZES, L. A. S.; LEANDRO, W. M. Avaliação de espécies de coberturas do solo com potencial de uso em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 34, n. 3, p. 173-180, 2004.

MINGOTTE, F.L.C; YADA, M.M.; JARDIM, C.A.; FIORENTIN, C.F.; LEMOS, L.B.; FORNASIERI FILHO, D. Sistemas de cultivo antecessores e doses de nitrogênio em cobertura no feijoeiro em plantio direto. **Bioscience Journal**, v.30, p.696-706, 2014.

MORAES, S. R.; CAMPOS, V. P.; POZZA, E. A.; FONTANETTI, A.; CARVALHO, G. J.; MAXIMINIANO, C. Influência de leguminosas no controle de fitonematóides no cultivo orgânico de alface americana e de repolho. **Fitopatologia Brasileira**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 188-191, 2006.

MUZILLI, O. Influência do sistema de plantio direto, comparado ao convencional, sobre a fertilidade da camada arável do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, S.D., 1983.

NEVES NETO, D. N.; SANTOS, A. C. dos.; SANTOS, P. M. dos. dos Santos Araujo, A.; OLIVEIRA, L. B. T. Componentes agrônômicos e produtividade do milho em diferentes sistemas de produção. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 1, p. 90-98, 2016.

NOGUEIRA, C. H. P.; CORREIA, N. M. Selectivity of Herbicides Bentazon and Nicosulfuron for *Crotalaria juncea* Intercropped with Maize Culture. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 34, n. 4, p. 747-758, 2016.

OLIVEIRA, P. de; KLUTHCOUSKI, J.; FAVARIN, J.L.; SANTOS, D. de C. **Sistema Santa Brígida – Tecnologia Embrapa**: Consorciação de Milho com Leguminosas. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2010. p.2-14.

OLIVEIRA, D. P.; VIEIRA, N. M. B.; SOUZA, H. C.; MORAIS, A. R.; PEREIRA, J.; ANDRADE, M. J. B.; Qualidade tecnológica de grãos de cultivares de feijão-comum na safra das águas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 5, p. 1831-1838, 2012.

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

PALMER, J.; THORBURN, P. J.; BIGGS, J. S.; DOMINATI, E. J.; PROBERT, M. E.; MEIER, E. A.; PARTON, W. J. Nitrogen cycling from increased soil organic carbon contributes both positively and negatively to ecosystem services in wheat agro-ecosystems. **Frontiers in plant science**, Lausana, v. 8, 2017.

PAVANI, L. C.; LOPES, A. S.; GALBEIRO, R. B. Manejo da irrigação na cultura do feijoeiro em sistemas plantio direto e convencional. **Engenharia Agrícola**, Brasília, v.28, n.1, p.12-21, 2008.

PEGORARO, R. F.; OLIVEIRA, D.; MOREIRA, C. G.; KONDO, M. K.; PORTUGAL, A. F. Partição de biomassa e absorção de nutrientes pelo feijoeiro comum. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 3, p. 41 – 52, 2014.

PEREIRA, H. S.; ALMEIDA, V. M.; MELO, L. C.; WENDLAND, A.; FARIA, L. C.; PELOSO, M. J. D.; MAGALD, M. C. S. Influência do ambiente em cultivares de feijoeiro- comum em cerrado com baixa altitude. **Bragantia**, v.71, p.165-172, 2012.

PEREZ, A. A. G.; SORATTO, R. P.; MANZATTO, N. P.; SOUZA, E. F. C. Extração e exportação de nutrientes pelo feijoeiro adubado com nitrogênio, em diferentes tempos de implantação do sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 5, p. 1276-1287, 2013.

PERIN, A.; BERNARDO, J. T.; SANTOS, R. H. S.; FREITAS, G. B. D. Desempenho agrônomo de milho consorciado com feijão-de-porco em duas épocas de cultivo no sistema orgânico de produção. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 903-908, 2007.

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.

PORTES, T. A. CARVALHO, S. I. C.; KLUTHCOUSKI, J. Aspectos fisiológicos das plantas cultivadas e análise de crescimento da braquiária consorciada com cereais. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Eds.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 303-330.

PINTO, C. C. **Atributos produtivos e qualitativos de grãos e fisiológicos e sanitários das sementes de cultivares de feijão.** 2015, 73F. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2015.

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**, v.20, p.9-14, 1987.

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

RAIJ, B. van.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais.** Campinas, Instituto Agrônômico de Campinas, 2001. 285p.

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

RAMOS, D. P.; SOUSA, S. A.; OLIVEIRA, T. C.; GONÇALVES, G. D. M. O.; PASSOS, N. G.; FIDELIS, R. R. Adubação nitrogenada no feijoeiro comum irrigado em diferentes épocas, com e sem parcelamento das doses. **Biotemas**, Florianópolis, v. 27, n. 1, p. 9-21, 2014.

REATTO, A; PASSOS, R. F. Soil as an integrating factor between environmental components and agricultural production. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 9, p. 9-11, 2016.

REIS JÚNIOR, R. A. Kimcoat N - Uma nova ferramenta para a otimização do uso de fertilizantes. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S (Ed.). **Informações recentes para otimização agrícola.** Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2007. p. 13-14. (Informações Agronômicas, 117).

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. **Como a planta de milho se desenvolve.** Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2003. 20p. (Informações Agronômicas, 103).

ROSSI, C. Q.; PEREIRA, M. G.; MOURA, O. V. T. D.; ALMEIDA, A. P. C. D. Formation pathways, stability and chemical characteristics of soil aggregates in agroecological management systems. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 9, p. 1677-1685, 2016.

SÁ, J. C. M.; CERRI, C. C.; DICK, W. A.; LAI, R.; FILHO, S. P. V.; PICCOLO, M. C. FEIGI, B. E. Organic matter dynamics and carbon sequestration rates for a tillage chronosequence in a Brazilian Oxisol. **Soil Science Society of America Journal**, Amstedã, v. 65, n. 5, p. 1486-1499, 2001.

SÁ, J.; VIEIRA, A.; BOZZA, D. Avaliação do desenvolvimento radicular e atributos de genótipos de milho submetidos a níveis de palha no sistema plantio direto. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 80, p. 46-60, 2004.

SABUNDJIAN, M. T.; ARF, O.; KANEKO, F. H.; FERREIRA, J. P. Adubação nitrogenada em feijoeiro em sucessão a cultivo solteiro e consorciado de milho e *Urochloa ruziziensis*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 3, p. 292-299, 2013.

SANTI, A. L.; BASSO, C. J.; LAMEGO, F. P.; FLORA, L. P. D.; AMADO, T. J. C.; CHERUBIN, M. R. Épocas e parcelamentos da adubação nitrogenada aplicada em cobertura na cultura do feijoeiro, grupo comercial preto e carioca, em semeadura direta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 5, p. 816-822, 2013.

SANTOS, J. B.; PROCÓPIO, S. O.; PIRES, F. R.; SILVA, A. A.; SANTOS, E. A. Fitorremediação de solo contaminado com trifloxysulfuron-sodium por diferentes densidades populacionais de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.). **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 3, p. 444-449, 2006.

SCARANO, F. R.; SILVA, J. M. C. D.; GUIMARÃES, A. L.; RAIK, D.; BOLTZ, F. Brazil on the spot: Rio+ 20, sustainability and a role for science. **Brazilian Journal of Botany**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 233-239, 2012.

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

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

SILVA, P. C. G.; FOLONI, J. S. S.; FABRIS, L. B.; TIRIRTAN, C. S. Fitomassa e relação C/N em consórcios de sorgo e milho com espécies de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 11, p. 1504-1512, 2010.

SILVA, T. R. B.; LEMOS, L. B.; CRUSCIOL, C. A. C.. Effects of liming on common bean yield and technological characteristics under no-tillage system. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 1, p. 196-205, 2011.

SILVA, M. P.; ARF, O.; SÁ, M. E.; ANDREOTTI, M.; ABRANTES, F. L. Coberturas vegetais e adubação fosfatada no feijoeiro “de inverno” em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 8, n. 4, , p.540-546 , 2013.

SILVA, M. P.; ARF, O.; SÁ, M. E.; ABRANTES, F. L.; BERTI, C. L. F.; SOUZA, L. C. D.; ARRUDA, N. Palhada, teores de nutrientes e cobertura do solo por plantas de cobertura semeadas no verão para semeadura direta de feijão. **Agrarian**, Dourados, v. 7, n. 24, p. 233-243, 2014.

SILVA, A. R., SALES, A.; VELOSO, C. A. C.; CARVALHO, E. J. M. Híbrido simples de milho (brs 1030) submetido a diferentes sistemas de cultivo. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 8, n. 3, p. 50-58, 2015.

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

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

SORATTO, R. P.; FERNANDEZ, A. M.; PILON, C.; CRUSCIOL, C. A. C.; BORGHI, E. Épocas de aplicação de nitrogênio em feijoeiro cultivado após milho solteiro ou consorciado com braquiária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, p. 1351-1359, 2013.

SOUZA, S. S. **Doses de nitrogênio em cobertura no feijoeiro de inverno em sucessão a sistemas de cultivo com milho exclusivo e consorciado com braquiária e com crotalária**. 2016. 48 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2016.

TANTACHASATID, P.; BOYER, J.; THANISAWANYANKURA, S.; SÉGUY, L.; SAJJAPHAN, K. Soil macrofauna communities under plant cover in a no-till system in Thailand. **Agriculture and Natural Resources**, Bangkok, v. 51, n. 1, p. 1-6, 2017.

TEIXEIRA, I. R.; SILVA, R. P.; SILVA, A. G.; FREITAS, R. S. Competição entre feijoeiros e plantas daninhas em função do tipo de crescimento dos cultivares. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 235-240, 2009.

TEIXEIRA, R. B.; BORGES, M. C.; ROQUE, C. G.; OLIVEIRA, M. P. Tillage systems and cover crops on soil physical properties after soybean cultivation. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 20, n. 12, p. 1057-1061, 2017.

TORRES, J. L.; CIABOTTI, E. D.; GOMES, F. R.; JUNIOR, A. L. L.; VIEIRA, D.; COSTA, L. L. Physico-chemical attributes of no-till Brassica crops cultivated after various cover crops. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 2, p. 252-257, 2017.

VASCONCELOS JÚNIOR, J. F. S. V.; GARCIA, R. F.; RABELLO, W. S.; KLAVER, P. P. C.; MANHÃES, C. M. C. Influência do sistema de cultivo nas características produtivas do feijão xodó (*Phaseolus vulgaris* L.). **Global Science And Technology**, Rio Verde, v. 9, n. 1, p.68 - 75, 2016.

VÁZQUEZ, A. C.; PRIETO, S. J. G. Fate of 15 N-fertilizers in the soil-plant system of a forage rotation under conservation and plough tillage. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 161, p. 10-18, 2016.

WUTKE, E.B.; BRUNINI, O.; BARBANO, M.T.; CASTRO, J.L. de.; GALLO, P.B.; KANTHACK, R.A.D.; MARTINS, A.L.M.; PEREIRA, J.C.V.N.A.; BORTOLETTO, N.; PAULO, E.M.; SAKAI, M.; SAES, L.A.; AMBROSANO, E.J.; CARBONELL, S.A.M.; SILVEIRA, L.C.P. Estimativa de temperatura base e graus-dia para feijoeiro nas diferentes fases fenológicas. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.8, p.55-61, 2000.

APÊNDICES

Apêndice A. Dados climáticos diários do experimento

Tabela 1A. Valores diários de precipitação pluviométrica (P.P), temperatura máxima e mínima do ar, nos meses de dezembro a fevereiro de 2014/2015, referentes ao ciclo do milho. Fonte: Estação Agroclimatológica Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP - Campus de Jaboticabal, SP.

Dia	Dezembro 2014			Janeiro 2015			Fevereiro 2015		
	Temperatura		P.P	Temperatura		P.P	Temperatura		P.P
	Máxima	Mínima		Máxima	Mínima		Máxima	Mínima	
----- °C -----	----- °C -----	mm	----- °C -----	----- °C -----	mm	----- °C -----	----- °C -----	mm	
1	28,5	20,5	0,0	33,5	21,1	0,0	34,8	20,5	9,4
2	26,0	18,5	0,0	34,5	21,5	0,0	31,7	19,9	2,8
3	29,2	17,8	0,0	34,5	20,7	10,0	32,2	17,5	0,0
4	33,3	19,5	0,0	28,1	20,4	0,0	26,3	18,9	1,5
5	29,5	18,7	2,2	32,0	19,8	6,0	28,3	18,6	22,7
6	29,7	17,3	0,0	31,8	19,7	0,0	29,2	18,2	0,2
7	29,3	18,3	0,0	33,4	20,7	0,2	30,0	18,6	0,8
8	28,6	19,9	0,0	32,8	20,4	1,0	30,4	18,0	7,8
9	28,8	20,3	0,2	33,9	20,7	0,0	28,7	20,9	2,4
10	29,8	19,4	4,3	35,1	21,4	0,0	30,2	20,5	22,4
11	28,9	19,9	1,9	36,1	21,9	26,4	30,8	19,4	0,0
12	30,0	19,8	51,5	34,3	20,1	2,1	32,5	20,9	5,3
13	24,0	19,3	13,0	34,1	19,9	0,0	30,4	21,9	0,0
14	31,1	20,5	0,2	35,2	21,8	0,0	32,6	19,9	27,8
15	30,4	16,9	0,0	34,5	21,1	0,0	30,4	19,5	33,4
16	31,7	16,5	0,0	34,5	22,4	0,0	28,4	19,8	0,0
17	33,2	19,2	0,0	35,8	21,8	0,0	29,6	20,2	54,9
18	33,3	21,2	1,4	36,3	22,0	0,0	25,1	19,8	9,0
19	31,7	21,0	0,0	37,1	22,4	0,0	27,4	20,2	5,7
20	30,9	20,8	6,2	36,8	23,5	0,0	27,8	20,2	0,0
21	28,2	20,9	9,3	35,7	20,5	6,4	32,0	20,0	0,0
22	30,6	20,9	39,4	30,6	18,8	28,6	32,5	20,2	0,0
23	29,0	19,9	17,2	30,3	18,6	0,0	32,4	20,6	0,0
24	29,9	19,5	0,0	31,9	18,5	0,0	32,5	19,9	0,2
25	31,9	21,1	0,0	30,0	19,4	0,0	32,0	19,2	48,4
26	34,5	20,9	0,0	30,9	19,9	20,8	30,2	18,4	0,0
27	34,1	20,0	0,0	29,9	21,1	0,0	31,0	19,2	29,0
28	34,0	21,1	0,0	30,4	20,8	0,0	31,0	18,5	0,0
29	33,4	20,8	0,0	31,0	21,8	0,0	-	-	-
30	33,6	19,9	1,9	32,3	19,3	0,0	-	-	-
31	29,4	20,8	0,0	33,4	20,8	0,0	-	-	-
Total	-	-	148,7	-	-	101,5	-	-	283,7

Tabela 2A. Valores diários de precipitação pluviométrica (P.P), temperatura máxima e mínima do ar, nos meses de março a maio de 2015, referentes ao ciclo do milho. Fonte: Estação Agroclimatológica Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP - Campus de Jaboticabal, SP.

Dia	Março 2015			Abril 2015			Maio 2015		
	Temperatura		P.P	Temperatura		P.P	Temperatura		P.P
	Máxima	Mínima		Máxima	Mínima		Máxima	Mínima	
----- °C -----	----- °C -----	mm	----- °C -----	----- °C -----	mm	----- °C -----	----- °C -----	mm	
1	31,6	19,0	0,0	30,1	19,6	0,0	29,0	13,9	0,0
2	30,7	19,4	0,0	30,1	19,0	0,0	28,7	14,8	0,3
3	31,9	20,7	0,0	30,4	17,2	0,2	29,1	18,8	0,0
4	31,2	20,3	0,0	29,9	18,2	20,7	25,8	18,6	60,2
5	31,5	19,9	24,4	25,7	18,4	48,5	27,0	18,9	0,0
6	30,4	19,8	0,5	26,6	18,8	0,0	27,1	17,1	0,0
7	28,3	20,7	1,2	26,2	16,1	0,0	26,4	15,0	0,0
8	27,5	19,8	6,3	28,9	15,0	0,0	25,6	12,4	0,0
9	23,7	20,0	31,9	29,2	16,6	0,0	27,9	13,0	0,0
10	28,9	19,4	0,4	27,4	16,8	0,0	27,3	17,1	7,4
11	29,1	20,4	0,2	30,2	17,0	0,0	21,6	15,6	0,0
12	26,1	18,8	0,0	30,1	17,3	0,0	24,7	12,4	0,0
13	26,5	19,7	5,4	30,8	16,9	0,0	25,1	13,6	0,0
14	25,2	20,0	1,5	29,9	17,8	2,0	26,4	14,3	0,0
15	28,5	19,6	3,0	27,7	19,8	0,0	23,3	14,7	0,0
16	30,7	19,5	10,3	30,3	18,2	0,0	24,6	13,8	0,0
17	26,3	19,3	0,8	32,2	18,2	0,0	25,8	13,1	0,0
18	22,2	19,1	6,4	31,6	19,6	0,0	23,5	16,4	0,0
19	21,5	19,0	12,7	31,2	20,7	0,0	26,1	16,9	21,0
20	26,6	18,5	26,8	32,1	19,5	0,0	23,8	16,9	0,2
21	27,6	18,0	0,2	31,9	20,5	0,4	25,6	16,4	0,0
22	27,9	17,9	20,2	29,3	20,7	0,0	27,1	15,8	0,0
23	28,2	18,5	0,0	30,5	19,1	14,4	26,5	15,8	0,0
24	30,1	16,6	0,0	29,8	19,5	0,0	28,3	15,2	0,0
25	32,0	17,4	0,0	29,0	17,1	0,0	30,5	16,3	0,0
26	32,2	19,0	0,0	27,0	13,5	0,0	30,2	18,0	0,0
27	30,9	19,6	16,5	29,2	14,6	0,0	28,9	17,7	0,0
28	31,8	18,2	0,0	29,5	15,7	0,0	20,6	16,3	2,2
29	31,1	21,9	5,4	27,9	16,7	0,0	23,8	14,0	0,0
30	25,9	20,3	9,2	27,9	15,2	0,0	27,2	11,9	2,2
31	29,5	20,8	0,0	-	-	-	22,2	14,2	15,7
Total	-	-	183,3	-	-	86,2	-	-	109,2

Tabela 3A. Valores diários de precipitação pluviométrica (P.P), temperatura máxima e mínima do ar, nos meses de junho a agosto de 2015, referentes ao ciclo do feijoeiro. Fonte: Estação Agroclimatológica Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP - Campus de Jaboticabal, SP.

Dia	Junho 2015			Julho 2015			Agosto 2015		
	Temperatura		P.P mm	Temperatura		P.P mm	Temperatura		P.P mm
	Máxima ----- °C	Mínima -----		Máxima ----- °C	Mínima -----		Máxima ----- °C	Mínima -----	
1	24,3	17,0	0,0	19,4	14,8	4,0	29,1	14,5	0,0
2	21,3	16,3	0,4	26,1	14,3	0,0	29,1	13,8	0,0
3	27,4	14,9	0,0	27,7	15,9	0,0	30,5	14,1	0,0
4	26,9	15,4	0,0	24,4	16,2	3,0	30,1	15,1	0,0
5	26,7	14,2	0,0	22,1	13,2	0,0	29,9	14,9	0,0
6	27,6	14,3	0,0	24,3	12,5	14,1	29,8	14,1	0,0
7	28,3	15,7	0,0	19,2	16,4	14,0	31,6	13,8	0,0
8	28,7	15,7	0,0	18,5	16,2	9,8	30,5	15,0	0,0
9	28,2	14,5	0,0	22,8	13,3	0,0	29,2	15,2	0,0
10	28,4	14,2	0,0	27,6	14,4	0,0	29,7	14,1	0,0
11	29,2	14,1	0,0	25,6	14,7	0,0	29,0	14,8	0,0
12	29,4	13,8	0,0	29,7	14,5	0,0	28,1	12,3	0,0
13	29,8	14,6	0,0	30,0	16,6	0,0	28,0	12,6	0,0
14	29,3	15,3	0,0	30,0	15,8	0,0	28,3	13,4	0,0
15	26,2	16,0	0,0	29,6	16,8	0,0	29,3	14,0	0,0
16	26,0	13,8	0,0	26,9	17,6	0,0	30,6	15,1	0,0
17	29,7	15,9	0,0	26,5	16,9	0,0	30,3	15,1	0,0
18	29,7	16,3	0,0	27,6	14,2	0,0	29,7	16,2	0,0
19	22,7	14,6	0,0	27,6	14,5	0,0	30,6	15,4	0,0
20	25,4	12,6	0,0	27,6	12,9	0,0	27,7	12,0	0,0
21	25,9	13,0	0,0	27,7	13,4	0,0	27,8	12,8	0,0
22	25,9	14,1	0,0	25,9	13,4	0,0	30,7	12,1	0,0
23	26,7	12,7	0,0	27,7	14,4	0,0	32,7	13,1	0,0
24	24,4	14,7	0,0	28,5	15,0	0,0	32,6	16,6	0,0
25	24,6	12,2	0,0	23,5	17,1	0,0	22,8	14,5	0,0
26	24,4	12,3	0,0	26,8	13,7	0,0	33,3	14,9	0,0
27	24,4	10,8	0,0	27,4	12,9	0,0	24,1	14,6	4,4
28	24,9	10,0	0,0	29,0	12,5	0,0	26,8	13,6	0,0
29	26,0	11,8	0,0	29,4	13,7	0,0	32,3	11,8	0,0
30	26,5	14,2	0,0	30,4	13,1	0,0	33,7	16,1	0,0
31	-	-	-	29,0	13,8	0,0	34,1	17,2	0,0
Total	-	-	0,4	-	-	44,9	-	-	4,4

Tabela 4A. Valores diários de precipitação pluviométrica (P.P), temperatura máxima e mínima do ar, nos meses de setembro e outubro de 2015, referentes ao ciclo do feijoeiro. Fonte: Estação Agroclimatológica Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP - Campus de Jaboticabal, SP.

Dia	Setembro 2015			Outubro 2015		
	Temperatura		P.P mm	Temperatura		P.P mm
	Máxima ----- °C	Mínima ----- °C		Máxima ----- °C	Mínima ----- °C	
1	34,7	18,4	0,0	31,7	19,4	0,0
2	32,7	15,0	0,0	35,1	19,7	0,0
3	34,7	15,4	0,0	28,2	21,2	0,0
4	34,9	17,8	0,0	28,5	18,8	0,0
5	26,6	15,7	0,1	31,5	17,8	0,0
6	32,9	16,2	0,6	34,3	15,4	0,0
7	25,1	18,6	4,5	35,6	19,3	0,0
8	31,1	17,8	43,4	35,3	21,5	0,0
9	25,2	18,5	0,9	36,0	20,8	0,0
10	19,9	17,7	15,9	25,6	19,7	1,1
11	21,2	18,8	27,1	32,9	20,0	0,0
12	22,9	16,7	4,6	32,1	19,0	0,0
13	25,3	14,9	0,0	35,4	17,7	0,0
14	27,6	13,4	0,0	37,2	20,0	0,0
15	34,3	16,1	0,0	38,1	19,9	0,0
16	35,0	20,6	0,0	39,1	22,1	0,0
17	35,3	20,0	0,0	38,4	21,0	0,0
18	37,0	19,9	0,0	36,4	18,4	0,0
19	36,6	19,4	0,0	31,5	17,5	0,0
20	35,4	17,3	0,0	38,6	23,3	0,0
21	34,8	18,4	0,0	36,2	22,9	0,5
22	35,5	17,8	0,0	36,5	18,6	12,7
23	35,7	19,3	0,0	29,9	19,2	0,0
24	37,3	18,9	0,0	34,7	18,3	0,0
25	36,8	21,4	6,2	35,6	18,0	14,8
26	25,9	18,4	2,5	30,8	19,4	2,0
27	31,8	19,4	1,4	31,6	20,1	18,0
28	26,0	19,2	0,0	29,2	19,7	100,6
29	28,8	18,3	13,0	31,4	18,2	0,0
30	31,4	17,9	0,0	32,4	19,2	0,0
31	-	-	-	27,9	19,3	14,6
Total	-	-	120,2	-	-	164,3

Tabela 5A. Valores diários de precipitação pluviométrica (P.P), temperatura máxima e mínima do ar, nos meses de dezembro a fevereiro de 2015/2016, referentes ao ciclo do milho. Fonte: Estação Agroclimatológica Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP - Campus de Jaboticabal, SP.

Dia	Dezembro 2015			Janeiro 2016			Fevereiro 2016		
	Temperatura		P.P	Temperatura		P.P	Temperatura		P.P
	Máxima	Mínima		Máxima	Mínima		Máxima	Mínima	
----- °C -----	----- °C -----	mm	----- °C -----	----- °C -----	mm	----- °C -----	----- °C -----	mm	
1	31,5	19,4	0,4	30,9	20,6	8,6	33,7	20,3	0,0
2	32,9	20,8	31,6	28,9	21,3	0,4	35,4	20,8	0,0
3	31,7	19,9	0,0	27,3	21,3	0,8	34,0	21,4	0,0
4	32,1	20,5	78,6	29,4	20,4	0,0	32,9	20,6	10,0
5	31,0	19,6	0,0	30,8	21,1	0,0	33,9	20,9	0,0
6	29,8	20,6	7,6	31,3	20,2	0,0	30,6	20,9	0,0
7	27,5	21,2	9,0	32,1	20,8	0,0	32,4	20,1	34,4
8	31,4	20,1	38,0	31,2	21,8	8,8	30,1	20,0	0,0
9	29,6	19,5	0,0	27,1	21,6	16,6	32,5	20,2	0,0
10	25,9	19,6	7,7	29,8	21,3	17,9	32,9	20,7	0,0
11	31,3	19,9	0,6	27,1	20,8	57,7	33,1	20,8	12,3
12	31,3	20,0	0,0	23,1	21,2	64,6	31,6	20,1	0,0
13	29,1	19,5	0,0	25,4	21,6	17,6	33,3	19,9	0,0
14	32,7	22,0	0,0	25,1	21,0	79,2	33,9	21,6	9,0
15	32,2	19,9	41,6	25,1	21,4	116,3	32,3	20,9	24,6
16	27,4	19,5	0,0	28,4	19,6	0,0	29,6	20,0	0,0
17	33,5	19,4	0,0	29,5	17,7	0,0	32,7	21,0	24,0
18	34,3	19,8	0,0	28,8	19,1	0,0	30,7	20,5	33,8
19	31,6	19,6	0,0	27,3	20,1	1,9	31,7	19,9	15,8
20	31,2	20,7	0,0	29,9	19,0	0,0	31,7	21,1	2,5
21	32,6	20,4	0,2	29,8	18,6	0,0	27,0	20,4	8,6
22	32,6	21,9	0,8	31,3	18,0	0,0	28,9	20,2	3,7
23	31,8	21,7	0,0	32,0	18,4	0,0	27,2	20,0	0,0
24	33,6	21,0	0,0	32,7	19,8	0,0	27,0	19,9	6,4
25	32,8	20,0	46,0	32,6	18,9	9,0	31,4	19,6	0,0
26	28,6	20,1	2,0	33,0	19,7	8,1	32,7	19,8	1,5
27	29,2	19,5	19,0	31,3	21,4	5,0	30,7	21,4	9,3
28	27,8	19,8	9,3	30,9	20,2	9,6	30,8	21,2	5,1
29	23,3	19,8	9,7	28,0	20,3	23,0	28,9	20,0	5,0
30	27,0	19,8	3,5	31,5	20,0	0,0	-	-	-
31	30,1	20,8	0,9	32,7	20,0	0,0	-	-	-
Total	-	-	306,5	-	-	445,1	-	-	206,0

Tabela 6A. Valores diários de precipitação pluviométrica (P.P), temperatura máxima e mínima do ar, nos meses de março a maio de 2016, referentes ao ciclo do milho. Fonte: Estação Agroclimatológica Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP - Campus de Jaboticabal, SP.

Dia	Março 2016			Abril 2016			Maio 2016		
	Temperatura		P.P mm	Temperatura		P.P mm	Temperatura		P.P mm
	Máxima ----- °C	Mínima ----- °C		Máxima ----- °C	Mínima ----- °C		Máxima ----- °C	Mínima ----- °C	
1	27,4	19,2	6,4	33,2	20,0	0,0	25,2	9,8	0,0
2	29,6	20,3	5,0	33,3	19,4	0,0	28,1	9,3	0,0
3	29,6	20,4	10,4	34,1	20,3	0,0	29,5	11,7	0,0
4	30,5	20,0	0,0	33,1	20,1	0,0	29,3	13,4	0,0
5	29,8	19,9	3,3	32,3	19,3	0,0	29,2	14,1	0,0
6	30,8	19,2	0,0	33,1	18,4	0,0	30,5	13,8	0,0
7	31,8	19,9	0,0	33,1	18,5	0,0	30,3	16,4	0,0
8	33,6	19,9	22,0	33,2	18,8	0,0	30,8	17,5	0,0
9	32,1	20,5	2,1	34,1	19,5	0,0	31,6	17,6	0,0
10	30,4	20,9	19,1	33,6	19,0	0,0	22,5	16,1	0,8
11	29,9	21,1	0,0	33,2	18,9	0,0	26,5	14,8	5,0
12	29,6	19,6	0,0	32,7	20,0	0,0	27,2	17,3	0,0
13	32,4	19,6	6,5	32,7	20,1	0,0	26,5	16,3	0,0
14	32,3	19,2	13,1	33,2	20,8	0,0	28,2	14,8	0,0
15	29,9	20,1	6,5	32,9	19,3	0,0	30,0	15,2	12,6
16	29,1	19,4	0,0	32,3	18,1	0,0	28,3	18,6	14,8
17	31,5	19,0	0,3	32,5	17,9	0,0	25,8	17,6	0,0
18	32,0	18,5	0,0	32,3	18,5	0,0	25,7	15,5	0,0
19	32,6	20,5	0,0	31,7	17,5	0,0	26,3	17,0	0,5
20	33,1	18,6	0,0	32,4	18,7	0,0	29,9	17,1	47,5
21	33,2	19,4	0,0	32,0	17,8	0,0	24,2	17,9	1,8
22	32,5	20,9	0,0	33,3	18,0	0,0	29,7	16,7	0,8
23	31,9	19,2	7,6	32,5	17,7	0,0	20,9	12,1	1,2
24	27,6	18,7	2,4	32,4	19,1	0,0	22,1	9,5	0,0
25	26,3	20,1	14,0	32,7	17,7	0,0	27,6	11,1	0,0
26	29,0	20,0	9,0	23,9	19,4	8,9	28,1	13,5	0,0
27	30,5	20,2	0,0	19,8	12,1	0,0	28,6	15,1	0,0
28	31,1	20,4	0,2	21,5	9,1	0,0	28,1	16,0	0,0
29	32,3	18,7	0,0	19,4	13,5	0,2	18,1	14,1	5,6
30	31,6	20,4	0,0	23,4	11,4	0,0	17,1	12,7	27,6
31	32,6	20,1	0,0	-	-	-	23,7	15,7	5,9
Total	-	-	127,9	-	-	9,1	-	-	124,1

Tabela 7A. Valores diários de precipitação pluviométrica (P.P), temperatura máxima e mínima do ar, nos meses de junho a agosto de 2016, referentes ao ciclo do feijoeiro. Fonte: Estação Agroclimatológica Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP - Campus de Jaboticabal, SP.

Dia	Junho 2016			Julho 2016			Agosto 2016		
	Temperatura		P.P mm	Temperatura		P.P mm	Temperatura		P.P mm
	Máxima ----- °C	Mínima ----- °C		Máxima ----- °C	Mínima ----- °C		Máxima ----- °C	Mínima ----- °C	
1	28,0	16,3	31,4	26,7	15,0	0,0	27,9	14,2	0,0
2	24,8	16,3	45,7	27,4	13,8	0,0	28,8	15,3	0,0
3	21,8	16,0	3,5	27,5	13,5	0,0	28,3	12,9	0,0
4	25,9	19,3	0,0	27,3	14,4	0,0	29,1	13,5	0,0
5	28,4	19,0	5,0	27,9	13,8	0,0	30,5	16,2	0,0
6	27,6	19,1	15,2	27,5	15,2	0,0	31,1	15,2	0,0
7	20,7	15,6	6,6	25,0	11,2	0,0	32,2	13,9	0,0
8	20,7	13,8	0,0	26,2	8,0	0,0	32,7	14,9	0,0
9	20,8	10,8	0,0	29,3	9,4	0,0	30,7	15,1	0,0
10	21,7	10,2	0,0	29,8	13,4	0,0	20,1	12,0	0,2
11	21,4	10,7	0,0	30,6	14,8	0,0	23,5	8,4	0,0
12	19,8	7,2	0,0	30,5	14,2	0,0	25,9	7,8	0,0
13	22,3	5,0	0,0	31,4	14,0	0,0	29,9	8,5	0,0
14	25,2	8,0	0,0	30,1	15,2	0,0	33,0	13,3	0,0
15	26,3	13,0	0,0	30,9	14,1	0,0	32,6	14,9	17,3
16	26,4	13,1	0,0	29,3	13,4	0,0	24,6	16,0	0,0
17	27,1	12,1	0,0	20,5	9,1	0,0	31,4	14,4	0,0
18	28,5	11,7	0,0	24,0	4,7	0,0	33,4	16,1	0,0
19	28,7	12,0	0,0	25,9	7,7	0,0	34,2	15,1	1,4
20	28,6	12,7	0,0	26,7	10,4	0,0	26,0	19,0	32,3
21	25,5	11,4	0,0	26,8	10,7	0,0	21,0	10,7	5,2
22	27,2	12,8	2,5	25,2	11,5	0,0	20,2	9,1	0,0
23	26,5	13,9	0,0	29,0	11,0	0,0	27,5	8,3	0,0
24	27,7	14,2	0,0	29,9	14,7	0,0	29,8	12,3	0,0
25	26,9	14,1	0,0	29,4	15,2	0,0	31,2	14,4	0,0
26	25,1	12,4	0,0	29,5	12,8	0,0	30,2	14,1	0,0
27	25,5	11,3	0,0	30,3	13,9	0,0	31,6	13,3	0,0
28	25,2	10,6	0,0	28,6	14,7	0,0	32,8	15,7	0,0
29	26,3	12,2	0,0	29,4	14,1	0,0	32,7	16,6	0,0
30	26,3	14,1	0,0	28,0	13,2	0,0	28,9	17,3	6,5
31	-	-	-	27,2	13,5	0,0	19,1	15,1	8,9
Total	-	-	109,9	-	-	0,0	-	-	71,8

Tabela 8A. Valores diários de precipitação pluviométrica (P.P), temperatura máxima e mínima do ar, nos meses de setembro a outubro 2016, referentes ao ciclo do feijoeiro. Fonte: Estação Agroclimatológica Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP - Campus de Jaboticabal, SP.

Dia	Setembro 2016			Outubro 2016		
	Temperatura		P.P mm	Temperatura		P.P mm
	Máxima ----- °C	Mínima ----- °C		Máxima ----- °C	Mínima ----- °C	
1	27,4	14,5	0,0	32,0	14,6	0,0
2	32,4	14,4	4,7	32,2	15,2	0,0
3	29,6	18,5	0,0	32,3	15,5	3,4
4	23,8	17,2	0,3	26,5	16,8	0,0
5	30,4	16,8	1,2	29,9	15,4	0,0
6	24,0	16,8	3,2	26,4	15,2	0,0
7	23,4	15,0	0,0	28,0	10,4	0,0
8	26,5	12,2	0,0	31,0	13,6	0,0
9	29,7	14,0	0,0	33,9	15,1	0,0
10	33,0	15,5	0,0	34,6	16,4	0,0
11	33,1	17,3	0,0	35,0	17,1	19,0
12	33,0	17,7	0,0	33,1	16,9	0,0
13	34,6	18,1	0,0	30,0	18,1	15,4
14	31,4	18,1	0,0	24,0	19,7	6,9
15	29,5	17,0	0,0	32,2	19,7	0,0
16	31,9	13,9	0,0	35,6	19,4	0,0
17	34,9	16,8	0,0	36,6	21,4	0,0
18	36,1	20,7	0,0	36,4	22,6	0,2
19	34,6	17,7	8,4	36,7	22,2	0,0
20	28,9	15,3	0,0	32,8	22,1	0,0
21	26,8	9,0	0,0	32,4	19,5	11,8
22	31,0	11,5	0,0	31,0	19,5	7,3
23	33,6	13,9	0,0	32,3	19,2	0,0
24	31,9	15,8	0,0	33,0	21,7	0,0
25	29,3	14,9	0,0	29,0	20,0	0,0
26	29,4	11,6	0,0	35,0	19,9	0,0
27	30,1	11,9	0,0	29,8	18,3	0,0
28	33,0	13,9	0,0	27,9	15,0	0,0
29	33,6	16,4	0,0	29,8	13,0	0,0
30	33,5	14,0	0,0	32,6	14,9	0,0
31	-	-	-	32,2	17,8	0,0
Total	-	-	17,8	-	-	64,0