

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

**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**

**Stefany Silva de Souza**  
**Engenheira Agrônoma**

**2016**

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

**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**

**Stefany Silva de Souza**

**Orientador: Prof. Dr. Leandro Borges Lemos**

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

**2016**

5729d Souza, Stefany Silva de  
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 / Stefany Silva de Souza. --  
Jaboticabal, 2016  
III, 49 p. : il. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,  
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2016  
Orientador: Leandro Borges Lemos  
Banca examinadora: Fabio Luiz Checchio Mingotte, Rogerio  
Farinelli  
Bibliografia

1. *Crotalaria spectabilis*. 2. Nitrogênio em cobertura. 3. *Phaseolus  
vulgaris*. 4. Sistema plantio direto 5. *Urochloa ruziziensis* 6. *Zea mays*.  
I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 635.652:631.84

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

## DADOS CURRICULARES DO AUTOR

**Stefany Silva de Souza** - filha de Geraldo Cezar de Souza e Elaine Helena Silva e Souza, nascida no dia 05 de janeiro de 1991, natural de Campos Altos, estado de Minas Gerais, Brasil. Iniciou o curso de Engenharia Agrônômica em 2009, no Instituto Federal do Triângulo Mineiro – Campus de Uberaba, Minas Gerais, Brasil. Como aluna de graduação foi bolsista de iniciação científica da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), durante o ano de 2010, e bolsista do Programa de Educação Tutorial (PET-MEC), de 2011 até 2013, quando concluiu o curso. Em agosto de 2014, ingressou no curso de Pós-graduação em Agronomia (Produção Vegetal), nível de mestrado, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FCAV/UNESP), sendo bolsista da Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), sob a orientação do Prof. Dr. Leandro Borges Lemos.

### **Dedico**

Ao meu pai, Geraldo César de Souza (in memorian), meu maior incentivador, pelo exemplo de força, coragem e fé.

## **Agradecimentos**

A Deus pela vida.

À minha família, avós, tios, primos, padrinhos e, em especial, à minha mãe Elaine Helena Silva e Souza e aos meus irmãos, Jéssica Silva de Souza e Geraldo Cezar Souza Júnior, pelo amor, apoio e motivação em todas minhas escolhas.

À minha prima, Taynara T. B. Valeriano, pela cumplicidade e por estar sempre ao meu lado.

À Jordana de Araujo Flôres pela imensa ajuda e companheirismo.

Ao Guilherme Nacata por todo amparo e carinho.

Aos amigos da FCAV/UNESP, especialmente, Adão Felipe, Alexson Dutra, Aline Alcântara, Antônio Pizolatto, Edgard Henrique, Larissa Nogueira, Leonardo Dias, Luiz Claudio, Riviane Donha e Rodrigo Nowaki, por fazerem dos meus dias em Jaboticabal mais felizes.

Aos amigos de Campos Altos e da vida, por todo amor e suporte.

Ao Professor Dr. Leandro Borges Lemos, pela orientação, confiança, amizade, ensinamentos e, acima de tudo, pelo apoio e compreensão nesta trajetória.

À equipe, Bruna Gambatti, Fábio Tiraboschi Leal, Filippo Perondi, Hiago Cesar, Hugo Dias Nunes, Leonardo Oliveira, Lucas Brahme, Victor D'Amico Damião e Vinícius Balieiro pelo convívio e contribuições para realização deste trabalho. Em especial, ao Almir Salvador Neto, Orlando Ferreira Morello e Pedro Afonso Couto Junior pelo apoio incondicional na condução do experimento.

Ao Professor Dr. Domingos Fornasieri Filho pelos ensinamentos, colaboração e amizade.

Aos Professores Dr. Pedro Luís da Costa Aguiar Alves e Dr José Carlos Barbosa pela imensa colaboração.

Ao Professor Dr. Márcio José de Santana, pela atenção e amizade desde a graduação.

Aos docentes do curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal da FCAV/UNESP pela importante contribuição em meu crescimento científico.

Ao Professor Paulo Eduardo Carnier, que gentilmente cedeu parte da área do Colégio Técnico Agrícola “José Bonifácio” para o desenvolvimento do trabalho experimental, bem como pela colaboração no manejo da irrigação.

Aos Professores participantes da comissão examinadora do exame geral de qualificação e da defesa de dissertação de mestrado Dr. Gustavo Vitti Môro, Dr. Fábio Luiz Checchio Mingotte e Dr. Rogério Farinelli pela atenção, gentileza e colaboração.

À Professora Dra. Mara Cristina Pessoa da Cruz por todo apoio, carinho e gentileza em presidir a banca de defesa de mestrado.

Ao Professor Dr. Rouverson Pereira da Silva e aos funcionários da Sessão Técnica de Pós-Graduação pelo empenho para que a defesa de mestrado se realizasse.

Aos funcionários da Fazenda de Ensino e Pesquisa da FCAV/UNESP, Marcelo Scatolin, Claudiney, Danilo, “Fran”, Paulo, “Sr. João”, Thiago, “Toninho” e Vagner Colovatti, pelo apoio na condução dos trabalhos de campo.

Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal da FCAV/UNESP, Rubens, Geraldo, Mônica, “Gabi”, Sidneia, Osmar e, especialmente, Sr. Sebastião Nicole (in memoriam), pelo apoio, amizade e imensa colaboração nas atividades dos experimentos.

À Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal - FCAV/UNESP e ao Programa de Pós-graduação em Agronomia (Produção Vegetal), pelos ensinamentos e pela oportunidade de realização do mestrado.

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

Por fim, a todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho, muito obrigada!

## SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	I
RESUMO.....	II
ABSTRACT.....	III
1.INTRODUÇÃO.....	1
2.REVISÃO DE LITERATURA.....	3
3.MATERIAL E MÉTODOS.....	14
4.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
5.CONCLUSÕES.....	38
6.REFERÊNCIAS.....	39



## 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

**RESUMO** - O objetivo do trabalho foi avaliar a resposta do feijoeiro, conduzido em Jaboticabal (SP), às doses de nitrogênio aplicadas via adubação de cobertura, em sistema de plantio direto, após cultivo de milho exclusivo, consorciado com braquiária e com crotalária. A cultivar de feijoeiro utilizada foi a IAC Alvorada. O solo da área experimental é do tipo Latossolo Vermelho eutroférico, de textura argilosa. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, no arranjo de parcelas subdivididas com quatro repetições. As parcelas consistiram de sistemas de cultivos de milho, sendo: exclusivo, em consórcio com braquiária (*Urochloa ruziziensis*) e com (*Crotalaria spectabilis*), precedentes à semeadura do feijão. As subparcelas foram constituídas por cinco doses de nitrogênio: 0, 50, 100, 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup>, aplicadas na adubação de cobertura do feijoeiro em sistema plantio direto. Os consórcios de milho com braquiária e com crotalária, não reduziram a produtividade de grãos do milho, demonstrando a viabilidade destes sistemas de produção. O sistema de cultivo de milho consorciado com crotalária foi responsável por maior produção e acúmulo de nitrogênio da palhada. A adubação nitrogenada em cobertura influenciou positivamente a produtividade de grãos do feijoeiro em sucessão aos consórcios de milho com braquiária e com crotalária, apresentando crescimento linear com o fornecimento do nitrogênio. Para o sistema de cultivo de milho exclusivo, a adubação nitrogenada não influenciou a produtividade de grãos do feijoeiro subsequente. Quando o milho consorciado crotalária foi o cultivo antecedente, o teor de nitrogênio foliar do feijoeiro foi maior, sendo que esta variável aumentou com a elevação das doses de nitrogênio. O feijoeiro em sucessão ao milho consorciado com braquiária e com crotalária obteve a maior quantidade de grãos retidos na peneira maior ou igual a 12.

**Palavras-chave:** *Crotalaria spectabilis*, nitrogênio em cobertura, *Phaseolus vulgaris*, sistema plantio direto, *Urochloa ruziziensis*, *Zea mays*

## TOPDRESSED NITROGEN RATES ON WINTER COMMON BEAN IN SUCESSION TO CROP SYSTEMS WITH EXCLUSIVE MAIZE, INTERCROPPED WITH BRACHIARIA AND WITH CROTALARIA

**ABSTRACT** - The objective of this study was to evaluate the common bean response, conducted in Jaboticabal (SP), to the nitrogen rates applied by topdressing in succession to exclusive maize, intercropped with brachiaria and crotalaria. The common bean cultivar used was the IAC Alvorada. The soil of experimental area was eutrophic red latosol type. The experimental design was randomized block in a split plot arrangement, with four replications. The plots consisted of maize cropping systems, as follows: exclusive, intercropped with brachiaria (*Urochloa ruziziensis*) and crotalaria (*Crotalaria spectabilis*), preceding the sowing of common bean. The subplots consisted of five nitrogen rates: 0, 50, 100, 150 and 200 kg ha<sup>-1</sup>, applied on common bean in no-tillage system. Maize intercropped with brachiaria and crotalaria didn't reduce the maize grain yield, demonstrating the viability of this production system. The maize intercropped with crotalaria system was responsible for increased production and nitrogen accumulation of mulch. The nitrogen topdressing positively influenced the common bean grain yield in succession to maize intercropped with brachiaria and crotalaria, showing linear growth with the supply of nitrogen. For the exclusive maize cropping system, nitrogen topdressing did not influence the subsequent bean grain yield. When the maize intercropped with crotalaria was the previous crop, leaf nitrogen content of the bean was higher, and this variable increased with increasing the nitrogen rates. The common bean in succession to maize intercropped with brachiaria and crotalaria had the highest amount of grain held in the largest or equal to 12 sieve.

**Keywords:** *Crotalaria spectabilis*, nitrogen in topdressing, *Phaseolus vulgaris*, no-tillage system, *Urochloa ruziziensis*, *Zea mays*

## 1.INTRODUÇÃO

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) destaca-se no cenário agrícola do Brasil, pelo cultivo durante todo o ano por meio de três safras, gerando empregos e promovendo o abastecimento interno. A terceira safra, também denominada de safra de inverno, supera as demais em relação à produtividade de grãos, devido à menor ocorrência de pragas e doenças, emprego de maior nível tecnológico, irrigação e alto fornecimento de insumos.

Contudo, pode-se maximizar esta produtividade com maior rentabilidade agrícola, através da utilização de manejos adequados e sistemas de produção sustentáveis. Para esta finalidade, ressalta-se o cultivo no sistema plantio direto (SPD), que se fundamenta no mínimo revolvimento do solo, uso de plantas de cobertura e rotação ou sucessão de culturas. Porém, as culturas utilizadas no esquema de rotação ou sucessão interferem na viabilidade do SPD, sobretudo quando se trata da permanência dos restos culturais como cobertura do solo.

Gramíneas, pertencentes à família Poaceae, como as braquiárias (gênero *Urochloa*) e milho (*Zea mays*), são indicadas para compor o esquema de alternância de culturas com o feijoeiro, por apresentarem alta relação C/N, o que favorece a permanência dos resíduos vegetais sobre o solo por maior tempo. Entretanto, a ocorrência de restos culturais sobre o solo, pode representar desvantagem com a menor decomposição e conseqüente redução nos nutrientes liberados, podendo ocorrer, no caso de nitrogênio, imobilização microbiana.

O uso de culturas como a crotalária, da família Fabaceae, conhecidas como leguminosas, constitui alternativa para remediar este empecilho, visto que por possuírem baixa relação C/N, promovem a liberação dos nutrientes pela decomposição mais rápida. Além disso, as leguminosas são capazes de realizar associação à bactérias fixadoras de N atmosférico, utilizando do nutriente no seu ciclo e fornecendo-o para o meio após sua decomposição, atuando como adubo verde.

A recomendação de uso destas plantas, entretanto, não se adequa à maioria dos sistemas agrícolas devido a inexistência de renda imediata, com os cultivos para a finalidade de cobertura de solo e/ou adubo verde. Sendo a consorciação de culturas alternativa de sistemas de produção passíveis de uso pelo produtor, compreendendo

o cultivo da planta de cobertura concomitantemente com a cultura comercial.

Destaca-se assim, o consórcio de milho com braquiária e com crotalária. No sistema de consorciação com braquiária, permite-se o retorno econômico com o comércio de grãos e a formação de palhada para o SPD e/ou formação de pastagem, caracterizando a integração lavoura-pecuária (ILP).

Na consorciação do milho com crotalária, o benefício está na produção de grãos, na melhoria da qualidade do solo via adubação verde e fornecimento de N para a cultura em sucessão. Fator primordial quando o feijoeiro é a cultura subsequente, visto que é altamente exigente em N e, apesar de pertencer à família Fabaceae, o processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN) não supre integralmente a demanda do nutriente. Sendo assim, buscam-se alternativas que promova a utilização mais eficiente do nitrogênio atmosférico, bem como o uso racional dos fertilizantes nitrogenados.

O objetivo geral do trabalho foi verificar a viabilidade dos sistemas de cultivo de milho exclusivo, consorciado com braquiária e com crotalária, quanto ao desempenho do milho e à produção de restos culturais para o sistema plantio direto. E, além disso, avaliar a resposta do feijoeiro em sucessão à estes sistemas de cultivo de milho, sob doses de nitrogênio em adubação de cobertura.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) é uma cultura de destacada importância alimentar, econômica e social para o brasileiro. Tradicionalmente e acompanhando o arroz, é constituinte principal da base alimentar da maioria das regiões do Brasil. Esta combinação é excelente quando se trata de nutrição humana, visto que os grãos de feijão são ricos em lisina e triptofano, porém pobres em aminoácidos sulfurados metionina e cisteína, enquanto que para o arroz esta relação é oposta, o que torna estas culturas complementares quanto ao fornecimento destes compostos (FIORENTIN, 2011). Além disso, no país o feijoeiro é cultivado durante todo o ano através de três safras, gerando empregos e promovendo o abastecimento interno.

A produção nacional da cultura no ano agrícola 2014/15 foi maior que 3 milhões de toneladas, em uma área cultivada de 3 milhões de hectares, correspondendo à produtividade média de 1.050 kg ha<sup>-1</sup>. Contudo, aproximadamente 1,13 milhão, 1,27 milhão e 826 mil toneladas são oriundas da primeira, segunda e terceira safra, respectivamente. E, embora a produção da terceira seja menor, esta é obtida em apenas 662 mil hectares, correspondendo a maior produtividade de grãos (1.248 kg ha<sup>-1</sup>) que os demais períodos (CONAB, 2015).

Fatores como menor incidência de pragas e doenças, emprego de alto nível tecnológico, adoção de cultivares de elevado potencial produtivo, uso de irrigação e maior fornecimento de fertilizantes, contribuem para o aumento da produtividade da terceira safra, que é também denominado de cultivo de outono-inverno, com a realização da semeadura de abril a junho (BARBOSA FILHO; SILVA, 2000; VIEIRA, 2004; LEMOS; FARINELLI; MINGOTTE, 2015; ALMEIDA; MELO; PORTES, 2016).

Contudo, pesquisas relatam valores de produtividade de grãos que ultrapassam 3.000 kg ha<sup>-1</sup> (FARINELLI et al., 2006; SANT'ANA; SILVEIRA, 2008; PELEGRIN et al. 2009; CUNHA et al., 2011; PACHECO et al., 2012), demonstrando a possibilidade de maximizar a produção nas áreas de cultivo, através de manejos adequados e sistemas de produção sustentáveis no tempo e espaço (CORSINI; CASSIOLATO, 2015).

Para altos índices de produtividade, por tempo ilimitado com maior rentabilidade agrícola, a manutenção da capacidade produtiva dos solos é fundamental, mantendo-se os atributos físicos, químicos e biológicos, que são

recursos necessários para a produção sustentável (WUTKE et al. 2000; CORSINI; CASSIOLATO, 2015). Com objetivo de cultivo adequado através da conservação do meio ambiente, atendendo ao conceito de sustentabilidade, têm-se os sistemas conservacionistas (ALVES; CARVALHO; SOUZA, 2015). Nestes, enquadra-se o sistema plantio direto, que melhora ou conserva o ambiente e se fundamenta no mínimo revolvimento do solo, com usos de cobertura por resíduos vegetais e de rotação/sucessão de culturas, mantendo-se todas as técnicas para aumentar a produtividade (HERNANI; SALTON, 1998; LEMOS; FARINELLI; MINGOTTE, 2015).

Originado em cultivos norte-americanos e ingleses, o método plantio direto chegou ao Brasil na década de 1970, na região sul, quando se buscava remediar o risco de desertificação de grandes áreas produtivas no estado do Paraná, em decorrência de processos erosivos que comprometiam a cadeia agrícola do estado. Atualmente, abrangendo mais de 32 milhões de hectares, o país é líder e referência mundial no uso dessa técnica, que evoluiu-se do conceito plantio direto para sistema plantio direto (SPD). Isto porque, tornou-se um procedimento mais apurado e complexo, ao englobar múltiplos processos tecnológicos destinados à exploração de sistemas agrícolas produtivos, com mobilização do solo somente na semeadura, manutenção permanente de cobertura vegetal e diversificação das espécies, via rotação e/ou consórcio de culturas (MOTTER; ALMEIDA, 2015).

O SPD consiste na semeadura sobre a cobertura vegetal dessecada de plantas presentes na área ou cultivada anteriormente para esta finalidade. O resíduo formado atua como proteção da superfície do solo, contra os agentes erosivos, mantendo a umidade e a estrutura, além disso, age na manutenção da temperatura do solo, controla plantas daninhas e promove a ciclagem e a disponibilidade de nutrientes para as culturas sucessoras (BOER et al., 2007; SILVA et al., 2008, MARCELO; CORÁ; FERNANDES, 2012).

Em relação aos cultivos em sucessão à safra, denominada entressafra, o feijoeiro é uma das principais culturas utilizadas em SPD no Centro-oeste e Sudeste do Brasil (SILVEIRA et al., 2011; FIORENTIN et al., 2012; SORATTO et al., 2013; MINGOTTE et al. 2014). A produtividade desta cultura aumenta com o decorrer do tempo de adoção do SPD, desde que as necessidades da cultura sejam supridas, tornando-se superior ao preparo convencional do solo (STONE; MOREIRA, 2001;

SANTOS et al., 2004).

Entretanto, a viabilidade do SPD é dependente da produção e manutenção de palhada na superfície do solo, sobretudo em regiões onde ocorre elevadas temperaturas associadas à altos volumes de chuvas no verão, favorecendo a atividade microbiana, o que acelera a decomposição dos resíduos (SKOPP; JAWSON; DORAN, 1990; TEIXEIRA et al., 2010). Para a implantação e condução do SPD de maneira eficiente, é importante que haja culturas na sucessão ou rotação que possuam alto potencial para produção de fitomassa e elevada relação C/N, para menor decomposição, garantindo a cobertura do solo por um período prolongado, tal como as gramíneas (BORGHI; CRUSCIOL; COSTA, 2006).

A sucessão de culturas é definida como o cultivo sequente de duas espécies vegetais no mesmo espaço produtivo por vários anos, enquanto que na rotação ocorre alternância ordenada, cíclica e sazonal de espécies vegetais em um espaço produtivo (HIRAKURI et al., 2012). Assim sendo, a inclusão do feijoeiro nestes esquemas de alternância de culturas, torna-se interessante em razão deste apresentar ciclo curto, fotoperíodo neutro permitindo sua exploração e semeadura em várias épocas do ano, dependendo da região ou local de cultivo (LEMOS; FARINELLI, 2008).

Contudo, a cultura antecessora tem grande influência sobre o feijoeiro em rotação ou sucessão (SILVEIRA et al., 2005). As braquiárias, plantas do gênero *Urochloa*, são destaques em cultivos alternados com o feijão em SPD, apresentado vantagens como aumento dos teores de MO, Ca e Mg, altas produtividade de massa seca e relação C/N, proporcionando grande cobertura e melhoria nas propriedades físicas do solo, com custo relativamente baixo de sementes, rusticidade, fácil controle com herbicidas, não formação de touceiras e eficiente controle das plantas daninhas (TIRITAN, 2001; STONE et al. 2006; SILVEIRA et al., 2011). Além disso, os resíduos vegetais desta espécie, tem a capacidade de reduzir os inóculos de fungos patogênicos no solo, como *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli*, *Rhizoctonia solani* e, principalmente, *Sclerotium sclerotirum* promovendo menor custo de produção, devido a economia gerada com a diminuição no uso de fungicidas (COSTA; RAVA, 2003; LEMOS; FARINELLI; MINGOTTE, 2015; COSTA et al., 2016).

Salienta-se que o SPD passou a ser realizado com eficiência e qualidade com a utilização da espécie de braquiária *Urochloa ruziziensis* para produção de matéria

seca e cobertura do solo (CECCON, 2007). Mingotte et al. (2014) observaram maior eficiência na produção de palhada pela espécie *Urochloa ruzizensis*, acima de 11 t ha<sup>-1</sup>, ao compararem o potencial de formação de palhada para o SPD, entre dezembro e julho, desta gramínea forrageira em relação ao milho, em Jaboticabal (SP). Além disso, estes autores também constataram, maior produtividade de grãos do feijoeiro em sucessão a *Urochloa ruzizensis*.

Por outro lado, ao se utilizar gramíneas, família botânica Poaceae, devido à maior relação C/N, há menor velocidade de decomposição dos resíduos culturais e, conseqüentemente, redução na taxa de liberação de nutrientes ao solo, podendo ocorrer, inclusive, imobilização microbiana de N (SILVA et al., 2006, DICK et al., 2009). Assim sendo, desenvolve-se o interesse por plantas com capacidade de utilização como adubação verde.

A adubação verde consiste no aproveitamento das plantas cultivadas para melhoria da fertilidade das áreas agrícolas e, conseqüentemente, fornecimento de nutrientes para os cultivos subsequentes, principalmente N (MARCELO; CORÁ; FERNANDES, 2012; LEMOS; FARINELLI; MINGOTTE, 2011). Esta prática pode proporcionar economia com fertilizantes nitrogenados, grande rendimento por área e sistema radicular profundo, que auxilia na descompactação do solo, melhorias da qualidade do solo, relacionadas ao aumento do teor de matéria orgânica, à maior disponibilidade de nutrientes e à capacidade de troca de cátions (CTC) efetiva do solo (SAGRILLO et al., 2009).

Para finalidade de adubação verde, as culturas da família botânica Fabaceae, conhecidas como leguminosas, são relevantes. Estas, fazem associações com microrganismos capazes de fixar biologicamente o nitrogênio da atmosfera, disponibilizando-o aos vegetais, que ao se decompor, liberam o nutriente para o meio. Sendo assim, estas cultura podem fornecer matéria seca para cobertura do solo e nitrogênio residual para as culturas em sucessão (SANTOS et al., 2010; ALBULQUERQUE et al., 2013).

Dentre as leguminosas utilizadas, as do gênero *Crotalaria* são destaques na utilização para este fim, visto que além de adubo verde, também são capazes de produzir grandes quantidades de matéria seca para o SPD (OLIVEIRA et al. 2010; KAPPES e ZANCANARO, 2015). Além disso, estas plantas tem sido recomendadas



para controle de nematoides por possuírem mecanismos de redução do parasitismo (WANG et al., 2002).

Entretanto, mesmo com as vantagens das gramíneas e leguminosas, como plantas de cobertura ou adubos verdes, a recomendação de uso destas culturas não se adequa à maioria dos sistemas agrícolas existentes devido a ausência de renda com os cultivos para este fim (OLIVEIRA et al., 2010). Sendo assim, a consorciação de culturas é uma alternativa de sistemas de produção passíveis de uso pelo produtor, compreendendo o cultivo da planta de cobertura concomitantemente com a cultura comercial, sem perder o ano agrícola e as condições naturais de vegetação nos períodos chuvosos (TELHADO, 2007).

O consórcio pode ser estabelecido com semeaduras simultâneas, com diferença de alguns dias entre as culturas ou a partir da semeadura da cultura anual e da germinação das demais por meio de sementes presentes no solo (CECCON; BORGHI; CRUSCIOL, 2013). Diversas culturas anuais são usadas para tal finalidade, mas a preferência é pela cultura do milho, destinando a produção para grãos ou silagem (SILVA; JAKELAITIS; FERREIRA, 2004).

A competição pelos recursos do meio, importante fator a ser considerado na consorciação de culturas, varia em função de diversos aspectos como: espécie intercalar, cultivar da cultura principal, população de plantas, época de semeadura, quantidade de água e nutrientes disponíveis durante o período de consórcio e espaçamento utilizado (CECCON et al., 2013).

Assim sendo, o milho é considerado um ótimo competidor em sistemas consorciados, devido ao seu metabolismo de fixação de carbono (C<sub>4</sub>), porte alto, rápido crescimento inicial, elevada capacidade de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa ao longo de seu dossel, reduzindo a quantidade desse recurso para outras espécies (OLIVEIRA et al. 2010). Essas características são desejáveis em um consórcio visto que a busca é por sistemas em que as forrageiras ou leguminosas sejam manejadas sem prejudicar a cultura principal.

Em cultivos sobre solos corrigidos, é preconizado o consórcio entre culturas graníferas e forrageiras tropicais, principalmente as dos gêneros *Panicum* e *Urochloa* (KLUTHCOUSKI et al., 2000). Estes autores evidenciam que, quando o consórcio ocorre ente culturas graníferas, sobretudo o milho, com o gênero *Urochloa*,

caracteriza-se o Sistema Santa Fé, tecnologia originária da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), que possui o objetivo de produção de grãos de milho, palhada para o sistema plantio direto ou, em casos de criação bovina, pastagem para os animais, constituindo-se assim a integração lavoura-pecuária (ILP).

A ILP é definida como sistema de produção que busca sustentabilidade na propriedade rural, envolvendo em uma mesma área, a produção de grãos, consorciados ou não, com espécies forrageiras e a produção animal (MACEDO, 2009). Esta técnica é dotada de grandes benefícios, dentre os quais diversificação da renda, baixo custo, melhor aproveitamento de máquinas e implementos agrícolas, controle de plantas daninhas, aumento da produtividade, recuperação de áreas degradadas, redução dos custos de produção e uso intensivo da área durante todo o ano (GOMES JÚNIOR; SÁ; MURAIISHI, 2008; TRACY; ZHANG, 2008; CRUSCIOL et al., 2012).

Além do Santa Fé, outra tecnologia de consorciação com a cultura do milho é o Sistema Santa Brígida. Também proveniente da EMBRAPA, esta técnica consiste da inserção de adubos verdes nos sistemas de produção, para aumento do aporte de nitrogênio no solo, sem prejudicar a produtividade da cultura principal, no caso o milho (OLIVEIRA et al., 2010). Quando se utiliza este sistema, além da melhoria na fertilidade do solo, há diversificação da palhada para o SPD, maior produção de matéria seca, em relação ao cultivo isolado de cada espécie, maior eficiência na utilização da água e dos nutrientes do solo, devido à exploração do solo por diferentes sistemas radiculares (PERIN et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2010; COLLIER et al., 2011; SILVA, et al., 2009b; GERLACH, 2014).

Outro aspecto importante, para garantir êxito nos sistemas de produção do feijoeiro, é a necessidade em suprir a demanda por nutrientes, sobretudo de nitrogênio. Isto porque, com sistema radicular superficial e ciclo curto, esta cultura tem alta exigência nutricional, sendo o nitrogênio o mais requerido (PEREZ et al., 2013; CORSINI; CASSIOLATO, 2015) e responsável pelo incremento da área foliar da planta, aumentando a eficiência de interceptação da radiação solar, a taxa fotossintética e, conseqüentemente, a produtividade de grãos (FAGERIA; BALIGAR, 2005).

O nitrogênio é amplamente encontrado na natureza, tendo como seu reservatório a atmosfera. Porém, mesmo com a abundância do elemento, a forma

presente no ar ( $N_2$ ) não é aproveitada pelas plantas, que o absorvem em amônio ( $NH_4^+$ ) ou nitrato ( $NO_3^-$ ). Assim sendo, é necessário que ocorra os processos de fixação biológica, industrial ou atmosférica para a transformação do nutriente nas formas assimiláveis pelas plantas (PRADO, 2008).

A fixação atmosférica ocorre através de descargas elétricas, que unem N e  $O_2$ , cujo composto decompõe ou é unido à água, atingindo o solo pela ação da chuva (PRADO, 2008). O processo industrial de fabricação dos fertilizantes nitrogenados é denominado de Haber-Bosch (BUCHANAN; GRUISSEN; JONES, 2000). E, por fim, através de alguns grupos de bactérias acontece a fixação biológica do nitrogênio (FBN). Para as plantas da família Fabaceae, conhecidas como leguminosas, este processo ocorre através da associação destas culturas com bactérias do gênero *Rhizobium*, que infectam as raízes, formando nódulos, e produzem a enzima dinitrogenase para quebrar a ligação tripla do nitrogênio atmosférico ( $N_2$ ), provocando a redução até amônia ( $NH_3^+$ ), a qual é incorporado  $H^+$ , transformando-se em amônio (HUNGRIA; VARGAS, 1997).

Apesar do feijoeiro pertencer à família Fabaceae, e realizar associação com bactérias do gênero *Rhizobium*, na presença destas no solo ou através da inoculação, a necessidade de N não é suprida pelo processo de FBN, sendo necessário complementar através de fertilizantes (LEMOS et al., 2003; SILVEIRA et al., 2005; BRITO; MURAOKA; SILVA, 2011). O fornecimento do nutriente através de adubação, embora necessário, é tido como manejo difícil de ser realizado pois, além do alto custo e caráter poluidor dos fertilizantes, a aplicação deste é de baixa eficiência, aproximadamente 50%, devido perdas do nitrogênio por meio de lixiviação, volatilização da amônia ou desnitrificação, ocorrência de erosões ou imobilização no sistema (AMADO et al. 2000; CORSINI; CASSIOLATO, 2015).

No cultivo do feijoeiro em SPD, o N é aplicado sobre a palhada interferindo na dinâmica do nutriente (KLUTHCOUSKI; STONE, 2003). Com a elevação do teor de matéria orgânica na camada superficial do solo, ao se implantar o SPD, ocorre aumento da atividade microbiológica que imobiliza o N (MOREIRA; SIQUEIRA, 2002), diminuindo os estoques do nutriente para absorção das plantas. Sendo assim, até a estabilização do SPD, são necessárias altas doses de fertilizantes para satisfazer a necessidade da cultura.

O sistema de produção do feijoeiro deve promover não só o acréscimo do potencial produtivo, mas também, propiciar que as características nutricionais e tecnológicas dos grãos, com destaque para o teor proteico, tempo para cozimento e capacidade de hidratação, sejam adequadas para o consumidor.

Fornasieri Filho et al. (2007), trabalhando com duas cultivares de feijoeiro (Pérola e IAC Una) e quatro doses de N em cobertura (0, 50, 100 e 150 kg ha<sup>-1</sup>) sob SPD e em sucessão ao milho, observaram incremento linear na produtividade com o aumento das doses de N fornecidas.

Em cultivo de feijoeiro irrigado sob SPD, Arf et al. (2008) verificaram diferença para a cultivar Pérola em relação as doses de N aplicadas em cobertura (0, 25, 50, 75, 100 e 125 kg ha<sup>-1</sup>), sendo que os dados se ajustaram à uma função linear, e a dose de 125 kg ha<sup>-1</sup> de N proporcionou incremento de 57% na produtividade.

Avaliando a cultura do feijoeiro sob doses de N em cobertura (0, 20, 40, 80 e 160 kg ha<sup>-1</sup>), Pelegrin et al. (2009) obtiveram produtividades de grãos superiores a 3.200 kg ha<sup>-1</sup>, exceto para o sistema sem aplicação de N, onde a produtividade obtida foi de 2.964 kg ha<sup>-1</sup>.

Silva et al. (2009), estudando o feijoeiro cultivar Carioca Precoce (Pitoco) sob SPD, sem e com aplicação de 70 kg ha<sup>-1</sup> de N, conduzido em três coberturas vegetais (milho adensado, algodão e trigo), relataram produtividades médias de 944, 1.235 e 2.404 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Farinelli e Lemos (2010) verificaram a influência da adubação nitrogenada em cobertura (0, 40, 80, 120 e 160 kg ha<sup>-1</sup> de N, fonte uréia) sobre qualidade tecnológica dos grãos de feijão e concluíram que a adubação nitrogenada em cobertura promoveu acréscimo no teor de proteína bruta e ocasionou aumento no tempo para a máxima hidratação dos grãos de feijão até a quantidade de 120 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Em feijoeiro, cultivar BRS Horizonte, sobre palhada de milho consorciado com braquiária, avaliando cinco doses de N (0, 30, 60, 120 e 240 kg ha<sup>-1</sup>) aplicadas metade aos 10 DAE e a outra metade aos 17 DAE do feijoeiro cultivar BRS Horizonte, na forma de uréia, Sant'Ana, Silveira e Santos (2010) constataram que a dose de 140 kg ha<sup>-1</sup> de N proporcionou produtividade de grãos de 3.756 kg ha<sup>-1</sup>.

Avaliando o efeito de cinco doses de N aplicados em cobertura (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha<sup>-1</sup>) em dois estádios fenológicos do feijoeiro (V4-3 e V4-6), Gomes Junior e

Sá (2010) obtiveram resposta linear do teor de proteína bruta no feijoeiro ao incremento das doses de N até 120 kg ha<sup>-1</sup>.

Souza e Soratto (2012) avaliaram o efeito da adubação nitrogenada no feijoeiro cultivar IAC Alvorada, sob SPD, em sucessão ao milho safrinha consorciado com *Urochloa brizantha* e *Urochloa ruziziensis* e quatro doses de N (0, 35, 70 e 140 kg ha<sup>-1</sup>) aplicadas em cobertura, obtiveram assim, produtividades de grãos para as sucessões equivalentes a 1.136 kg ha<sup>-1</sup> e a 1.084 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Fiorentin et al. (2012), avaliando o desempenho tecnológico do feijoeiro cultivar Pérola sob SPD, em sucessão a três sistemas de cultivo (milho exclusivo, milho + *Urochloa ruziziensis* e *Urochloa ruziziensis* exclusiva) e aplicação de cinco doses de N em cobertura (0, 40, 80, 120 e 160 kg ha<sup>-1</sup>), não observaram influência da adubação nitrogenada, mas constataram menor porcentagem de grãos retidos no fundo do conjunto de peneiras para o sistema antecedido por *Urochloa ruziziensis* exclusiva em relação ao milho exclusivo.

Mingotte et al. (2014) estudaram a formação de palhada e recobrimento do solo em sistemas de cultivo de milho, *Urochloa ruziziensis* e consórcio entre ambos, e sua influência no desempenho produtivo e eficiência agrônômica da cultivar IPR 139 de feijoeiro em sucessão e em SPD, submetido a doses (0, 40, 80, 120 e 160 kg ha<sup>-1</sup>) de N em cobertura. Os autores verificaram que o uso de *Urochloa ruziziensis* num sistema de sucessão de culturas, seja de forma exclusiva ou consorciada com o milho favorece a formação de palhada suficiente para o total recobrimento da superfície do solo, possibilitando produtividade de grãos similar ao milho exclusivo. Além disso, o feijoeiro em sucessão à *Urochloa ruziziensis* apresentou maiores produtividade, em todas as doses testadas, em relação à sucessão aos sistemas de cultivo de milho.

Carmeis Filho et al. (2014) verificaram que a adubação nitrogenada em cobertura influenciou na produtividade do feijoeiro em sucessão a *Urochloa ruziziensis* exclusiva e milho consorciado com *Urochloa ruziziensis*, sendo que este consórcio promoveu maior massa de grãos de feijão e, conseqüentemente, rendimento de peneira, ao avaliarem o feijoeiro cultivado em sucessão a milho exclusivo, milho consorciado com *Urochloa ruziziensis* e *Urochloa ruziziensis* exclusiva, sob adubação nitrogenada (0, 40, 80, 120 e 160 kg ha<sup>-1</sup> de N) em cobertura, no quarto ano após a implantação do sistema plantio direto (SPD).

Gerlach (2014) relatou ausência de redução da população, matéria seca, massa de mil grãos e produtividade do milho em consórcio, ao estudar o consórcio de milho com as leguminosas *Cajanus cajan* (guandu), *Crotalaria spectabilis*, e *Stylosanthes macrocephala* (estilosantes), semeadas em primavera-verão, simultaneamente e no estádio V5 do milho, e os efeitos sobre a cultura do feijão em sucessão no outono-inverno. Assim, para a produtividade de grãos do feijoeiro em sucessão, os autores verificaram que não houve diferença entre os consórcios.

Cunha et al. (2015) avaliaram o desempenho agrônômico do feijoeiro, cultivar IAC Formoso, semeado em sucessão a milho exclusivo, milho consorciado com *Urochloa ruziziensis* e *Urochloa ruziziensis* exclusiva, com aplicação de doses de N (0; 40; 80; 120 e 160 kg ha<sup>-1</sup> de N). Os autores observaram maiores produtividades de grãos do feijoeiro em sucessão a *Urochloa ruziziensis* exclusiva e em consórcio com milho, tendo como benefícios a obtenção de palha e a produção de grãos de milho. Além disso, verificaram que a adubação nitrogenada em cobertura influenciou na produtividade do feijoeiro em sucessão a todas as culturas avaliadas.

Amaral et al. (2016) estudaram a influência de doses (0, 40, 80, 120 e 160 kg ha<sup>-1</sup>) de nitrogênio em cobertura para o feijoeiro, cultivar IPR Andorinha, em sucessão a milho exclusivo, milho consorciado com *Urochloa ruziziensis* e *Urochloa ruziziensis* exclusiva, e verificaram maior produtividade de grãos para o feijoeiro cultivado após *Urochloa ruziziensis*. Além disso, observaram que aplicação do N em cobertura aumentou o teor de proteína bruta e o tempo de cozimento dos grãos de feijão, além da produtividade de grãos do feijoeiro até a dose de 136 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Ao avaliar os efeitos da palhada de espécies forrageiras (*Urochloa brizantha* cv. Xaraés e *Urochloa ruziziensis* no feijoeiro de inverno, cv. Pérola adubados com N (0, 50, 100, 150 e 200 kg N ha<sup>-1</sup>), durante os anos de 2009 e 2010, Costa et al. (2016) verificaram que não houve resposta das doses de nitrogênio para a produtividade de grãos, embora esta tenha sido satisfatória, nos dois anos avaliados.

Estes resultados evidenciam a importância da realização de trabalhos de pesquisa para o feijoeiro em sucessão a diversas culturas. Além disso, devido a aplicação de altas doses de nitrogênio via adubação de cobertura, somado à dificuldade deste manejo, comprova-se a importância de alternativas que promovam a utilização mais eficiente do nitrogênio atmosférico. Assim, tem-se a premissa de que

o uso de leguminosas anteriormente à semeadura do feijoeiro resultará em uma agricultura de menor custo e com menos poluição (OLIVEIRA et al., 2010). Além disso, a melhoria da eficiência de uso de N é desejável para aumentar a produtividade, reduzir os custos de produção e manter a qualidade ambiental (SANT'ANA; SANTOS; SILVEIRA, 2011). Destaca-se assim, a necessidade do estudo da adubação nitrogenada no feijoeiro em rotação ou sucessão de culturas, no SPD.

### 3.MATERIAL E MÉTODOS

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

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho eutroférico de textura argilosa e relevo suave ondulado. No local, cultivou-se durante 15 anos, culturas anuais (milho, feijão e arroz) em semeadura convencional de manejo físico do solo, com períodos de pousio. Contudo, a partir do verão de 2008, adotou-se o SPD, cultivando-se milho e espécies de braquiária em sucessão ao feijoeiro nos seguintes anos agrícolas: 2008/09, 2009/10, 2010/11 e 2012/13. O ano 2014/15, procedeu-se com semeadura de milheto na primavera, antecedendo a implantação do experimento. Posteriormente, foi semeado milho exclusivo e consorciado com braquiária e com crotalária no verão e, por fim, feijoeiro de inverno.

No dia 26/08/2014, foi semeada a cultivar de milheto ADR-300, que apresenta a capacidade de reduzir populações de nematóides de galha (*Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica*), *Pratylenchus brachyurus* e *Rotylenchulus reniformis*, além de elevada taxa de crescimento, alta tolerância a seca e reciclagem de nutrientes, alta produção de fitomassa (palhada) e cobertura do solo (FARINELLI et al., 2004; SILVA et al., 2006a, INOMOTO e ASMUS, 2009; SEMENTES ADRIANA, s/d). A cultura foi dessecada com glifosato (1860 g i.a. ha<sup>-1</sup>), 30 dias antecedentes à semadura de milho exclusivo e consorciado com braquiária e com crotalária.

O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, no arranjo de parcelas subdivididas com quatro repetições. As parcelas consistiram de sistemas de cultivos de milho, sendo: exclusivo, em consórcio com braquiária (*Urochloa ruziziensis*) e com crotalária (*Crotalaria spectabilis*), semeados no verão, antecedendo à cultura do feijão de inverno. As subparcelas foram formadas por cinco doses de nitrogênio (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup>), aplicadas em cobertura no feijoeiro irrigado, em sistema plantio direto. A aplicação dos tratamentos foi realizada no estágio de desenvolvimento V<sub>4-4</sub>, quando 50% das plantas apresentavam quatro trifólios completamente expandidos (AMBROSANO et al., 1997). Foi utilizada ureia como



fonte, colocando-a 10 cm da linha de cultivo em filete contínuo, aplicando-se em seguida 15 mm de lâmina de água para incorporação do fertilizante nitrogenado (HANGROVE, 1988). Cada subparcela foi composta por doze linhas de feijoeiro espaçadas de 0,45 m e com 5 m de comprimento, perfazendo área total de 27,0 m<sup>2</sup>. Foi considerada como área útil as oito linhas centrais, desprezando-se 0,5 m em cada extremidade, totalizando 14,4 m<sup>2</sup>.

Antecedendo às sementeiras dos sistemas de cultivo de milho, exclusivo e consorciado com braquiária e com crotalária, e do feijoeiro, foram coletadas amostras na camada de 0-20 cm do solo (Tabela 1). A amostragem anterior à sementeira do feijoeiro, foi realizada para cada sistema de cultivo de milho para obtenção dos atributos químicos do solo.

Tabela 1. Atributos químicos do solo, à profundidade de 0-20 cm, anteriormente às sementeiras dos sistemas de cultivo de milho e do feijoeiro. Jaboticabal (SP), 2014/15.

Atributos	Anterior aos sistemas de cultivo de milho	Anterior ao Feijoeiro		
		M <sup>(1)</sup>	M+B <sup>(2)</sup>	M+C <sup>(3)</sup>
pH (CaCl <sub>2</sub> )	5,5	5,6	5,6	5,7
MO (g dm <sup>-3</sup> )	21	25	24	26
P (mg dm <sup>-3</sup> )	57	58	53	60
K (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	5,4	5,2	3,5	5
Ca (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	48	39	43	41
Mg (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	33	17	17	17
H+Al (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	24	31	28	25
CTC (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	110	92	92	88
V (%)	78	66	70	72

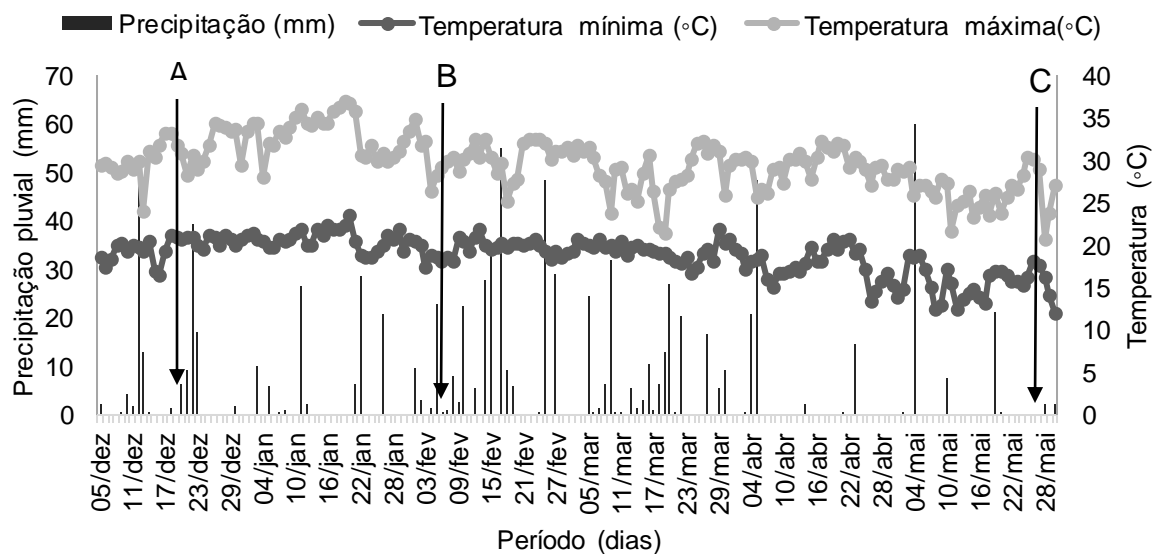
<sup>(1)</sup>Sistema de cultivo de milho exclusivo <sup>(2)</sup>Sistema de cultivo de milho consorciado com *Urochloa ruziziensis*

<sup>(3)</sup>Sistema de cultivo de milho consorciado com *Crotalaria spectabilis*.

A sementeira do milho exclusivo e dos consórcios ocorreu mecanicamente, no SPD, no dia 15/12/2014. Utilizou-se o híbrido precoce Impacto, o qual foi cultivado no espaçamento de 0,90 m entre fileiras e população final de 65 mil plantas por hectare. As culturas consorciadas com o milho foram sementeiras simultaneamente com o cereal, em fileiras duplas, utilizando-se 11 kg ha<sup>-1</sup> de sementes de braquiária, espécie *Urochloa ruziziensis*, e 12 kg ha<sup>-1</sup> de crotalária, espécie *Crotalaria spectabilis*. A

adubação de base para o milho, foi realizada com 16, 33 e 58 kg ha<sup>-1</sup> de N, K<sub>2</sub>O e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, respectivamente. Em cobertura foram aplicados 90 kg ha<sup>-1</sup> de N e 45 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, no dia 12/01/2015, quando a cultura apresentava-se com 6 folhas desenvolvidas, estágio fenológico V6. Realizou-se irrigação de 15 mm de água em seguida à adubação de cobertura. As adubações ocorreram conforme recomendações de Raij e Cantarella (1997) e Fornasieri Filho (2007).

Aos 18 dias após a emergência (DAE) do milho, foram aplicados os herbicidas: bentazona (720 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e nicosulfurom (12 g i.a. ha<sup>-1</sup>), para o consórcio milho e crotalária e, atrazina (1000 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e nicosulfurom (6 g i.a. ha<sup>-1</sup>), para o milho exclusivo e consorciado com braquiária. A colheita do milho, exclusivo e consorciado, foi realizada mecanicamente no dia 25/05/2015, seguida pela dessecação da área com glifosato (1860 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e 2,4 D (960 g i.a. ha<sup>-1</sup>), em 26/05/2015. Os dados climáticos registrados durante a condução das culturas milho, braquiária e crotalária, situam-se na Figura 1.



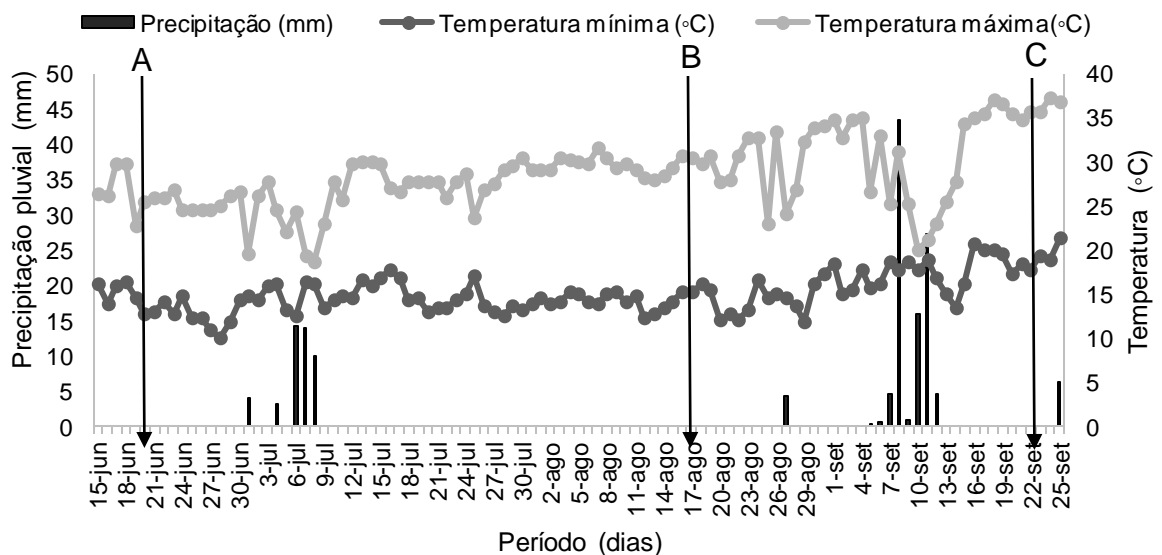
**Figura 1.** Precipitação pluvial (mm), temperatura máxima e mínima (°C), a cada cinco dias, nos meses de dezembro de 2014 a maio de 2015, ao ciclo do milho: A= emergência (22/12/2014); B= florescimento - 06/02/2015; C = colheita - 25/05/2015. Fonte: Estação Agroclimatológica do Câmpus da FCAV/UNESP - Jaboticabal, SP.

A semeadura do feijoeiro foi efetuada mecanicamente em 15/06/2015, utilizando-se o espaçamento de 0,45 m entre linhas, obtendo população final de 227

mil plantas por hectare. A adubação, neste momento, foi realizada com 40 kg ha<sup>-1</sup> de k<sub>2</sub>O e de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Já a adubação de cobertura foi a aplicação dos tratamento de doses de nitrogênio. A cultivar de feijoeiro utilizada foi a IAC Alvorada, pertencente ao grupo comercial carioca, hábito de crescimento indeterminado tipo III, crescimento semi-ereto, com ciclo de 92 dias, apresenta resistência moderada à antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*), e com alta qualidade de grãos (CARBONELL et al., 2008).

A cultura do feijoeiro foi mantida em regime de irrigação por aspersão convencional, com turno de rega de 4 a 6 dias, utilizando-se 10 a 50 mm de lâmina de água por turno, dependendo da fase de desenvolvimento.

O controle de plantas daninhas foi através dos herbicidas tepraloxidim (80 g i.a. ha<sup>-1</sup>), cletodim (108 g i.a. ha<sup>-1</sup>), bentazona+ imaxamoxi (628 g i.a. ha<sup>-1</sup>). O controle fitossanitário foi realizado com aplicações dos inseticidas tiametoxam (150 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e clorfenapir (180 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e dos fungicidas piraclostrobina (150 g i.a. ha<sup>-1</sup>), azoxistrobina (60 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e oxiclreto de cobre (441 g i.a. ha<sup>-1</sup>). A colheita da cultura foi realizada com arranquio manual, seguida de trilha mecanizada (21/09/2015). Os dados climáticos registrados durante a condução do feijoeiro, situam-se na Figura 2.



**Figura 2.** Precipitação pluvial (mm), temperatura máxima e mínima (°C), a cada três dias, nos meses de junho a setembro de 2015, referente ao ciclo do feijoeiro: A = emergência - 21/06/2015; B = florescimento pleno - 16/08/2015; C = colheita - 21/09/2015. Fonte: Estação Agroclimatológica do Campus da FCAV/UNESP - Jaboticabal, SP.

Durante o cultivo do milho, exclusivo e consorciado com braquiária e com crotalária, foram avaliadas as seguintes características:

**Teor de nitrogênio foliar ( $\text{g kg}^{-1}$ )** – Foram coletadas, no florescimento pleno, 15 folhas de plantas de milho localizadas na base da espiga principal (superior), dentro da área útil de cada parcela, escolhidas aleatoriamente, selecionando-se o terço central dessas folhas, segundo metodologia de Raij e Cantarella (1997). Após a coleta, secou-se o material a  $65^{\circ}\text{C}$  em estufa com circulação forçada de ar, por um período de 72 horas. Após moer as amostras, determinou-se o teor de nitrogênio foliar segundo metodologia proposta por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997)

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

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

**Número de grãos por espiga** - No momento da colheita, foram coletadas dez espigas representativas da parcela, para a contagem do número de grãos em cada fileira e do número de fileiras em cada espiga, através da multiplicação destas variáveis, estimou-se o número de grãos por espiga.

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

**Produtividade de grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ )** - Foi estimada coletando-se todas as espigas presentes em duas linhas de cada subparcela. As espigas foram trilhadas mecanicamente, para a determinação da produtividade de grãos ( $\text{t ha}^{-1}$ ). A umidade dos grãos foi determinada e a produtividade foi corrigida considerando grãos com 13% de umidade.

Dois dias antes da semeadura do feijoeiro determinou-se:

**Quantidade de palhada ( $\text{t ha}^{-1}$ )** - Determinada por meio da coleta de duas

amostras de 0,25 m<sup>2</sup> da área útil de cada parcela. O resíduo vegetal foi cortado rente à superfície do solo, acondicionado em sacos de papel e submetidos à lavagem e secagem em estufa de circulação forçada de ar, à temperatura de 65 °C até atingir massa constante. Em seguida, o material foi pesado em balança digital, com precisão de 0,01 gramas.

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

No cultivo do feijoeiro foram realizadas as seguintes determinações relacionadas ao desempenho agrônomo:

**Teor de N foliar (g kg<sup>-1</sup>)** - Na área útil de cada subparcela foram retiradas a terceira folha trifoliolada do terço médio de trinta plantas, no florescimento pleno (R<sub>6</sub>) (AMBROSANO et al., 1997). As folhas foram acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C, por 72 horas, moídas e submetidas à análises laboratoriais para a obtenção do teor de N, de acordo com metodologia de Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

**Número de vagens por planta** – Determinou-se a partir da coleta de dez plantas consecutivas na linha central da área útil de cada subparcela, por ocasião da maturidade fisiológica (R<sub>9</sub>). Este componente foi obtido por meio da relação entre número total de vagens e o número total de plantas coletadas.

**Número de grãos por vagem** – Estabeleceu-se a partir da coleta de dez plantas consecutivas na linha central da área útil de cada subparcela, por ocasião da maturidade fisiológica (R<sub>9</sub>). Este componente foi obtido por meio da relação entre número total de grãos e o número total de vagens coletadas.

**Massa de cem grãos (g)** – Determinou-se através da coleta e contagem de quatro amostras de 100 grãos por subparcela experimental, seguida por pesagens com transformação dos resultados a 13% umidade.

**Produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>)** – Obteve-se pelo arranquio manual das plantas da área útil de cada subparcela. As plantas foram trilhadas mecanicamente,

para a determinação da produtividade de grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). A umidade dos grãos foi determinada e a produtividade foi corrigida considerando grãos com 13% de umidade.

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, à temperatura de  $25^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa de 40%. Após esse período foram realizadas as avaliações referentes às características tecnológicas dos grãos de feijão:

**Rendimento de peneira (%)** - Os grãos colhidos foram classificados em tamanho pela passagem em conjunto de peneiras de crivos oblongos, em agitação por um minuto. As peneiras cujos crivos possuíam as dimensões  $11/64'' \times 3/4$  (4,37 x 19,05 mm),  $12/64'' \times 3/4$  (4,76 x 19,05 mm),  $13/64'' \times 3/4$  (5,16 x 19,05 mm) e  $14/64'' \times 3/4$  (5,56 x 19,05 mm) foram denominadas de P11, P12, P13 e P14, respectivamente. O percentual de grãos foi calculado através da relação entre o peso dos grãos retidos em cada peneira e o peso da amostra total de cada repetição. O somatório do percentual de grãos retidos nas peneiras P12, P13 e P14 representou o valor para peneira  $P \geq 12$ . Após a determinação da renda de benefício as amostras de grãos de feijão da peneira P12, foram utilizadas para a determinação dos demais componentes tecnológicos.

**Proteína bruta (%)** – Foi determinada por meio do cálculo:  $\text{PB} = \text{N total} \times 6,25$  onde: PB = teor de proteína bruta nos grãos (%) e N total = teor de nitrogênio nos grãos (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

**Tempo de cozimento (minutos)** - Foi realizado com o auxílio do cozedor adaptado do cozedor de Mattson, descrito por Durigan (1979), que consta basicamente de 25 estiletes verticais terminados em ponta de  $1/16''$ . A ponta fica apoiada no grão de feijão durante o cozimento e quando o grão apresenta-se cozido a ponta penetra-o deslocando o estilete. O tempo final para cozimento da amostra foi obtido quando  $50\% + 1$ , ou seja, 13 estiletes forem deslocados. Para essa determinação os grãos foram hidratados em água destilada durante um período de 12 horas. Durante a condução do teste a temperatura da água foi mantida a  $96^{\circ}\text{C}$ . Em função do tempo para cozimento foi verificado o nível de resistência dos grãos ao cozimento, adotando-se a escala de Proctor e Watts (1987).

**Capacidade de hidratação** – Determinou-se por meio da metodologia descrita por Durigan (1979), que consiste na utilização de uma proveta graduada com

capacidade de 250 mL e precisão de 5 mL, béqueres com capacidade de 250 mL. Em cada béquer foi colocada uma amostra de 50 gramas de grãos previamente escolhidos, de cada subparcela, adicionando-se 200 mL de água destilada. De hora em hora, durante 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 necessário à máxima hidratação dos grãos de feijão.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e as médias comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. Os efeitos significativos para doses de N e da interação sistemas de cultivo de milho x dose de N foram avaliados por meio de análise de regressão polinomial. A significância das regressões polinomiais foi avaliada pelo teste t. Utilizou-se o software estatístico Sisvar (Ferreira, 2011).

#### 4.RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na cultura do milho, os sistemas de cultivo influenciaram as características altura de plantas, diâmetro de colmo e número de grãos por espiga (Tabela 2). O teor de nitrogênio foliar, embora não tenha se diferenciado quando o milho foi cultivado exclusivamente ou em consórcio (Figura 3), situou-se dentro da faixa considerada adequada à cultura, entre 27 a 35 g kg<sup>-1</sup> (RAIJ; CANTARELLA, 1997).

**Tabela 2.** Coeficiente de variação (CV), valores de F e média geral para características dos sistemas de cultivo de milho: teor de nitrogênio foliar (TNF), altura de plantas (AP), altura de inserção da espiga principal (AI), diâmetro do colmo (D), número de grãos por espiga (NGE), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (P). Jaboticabal (SP), 2014/15.

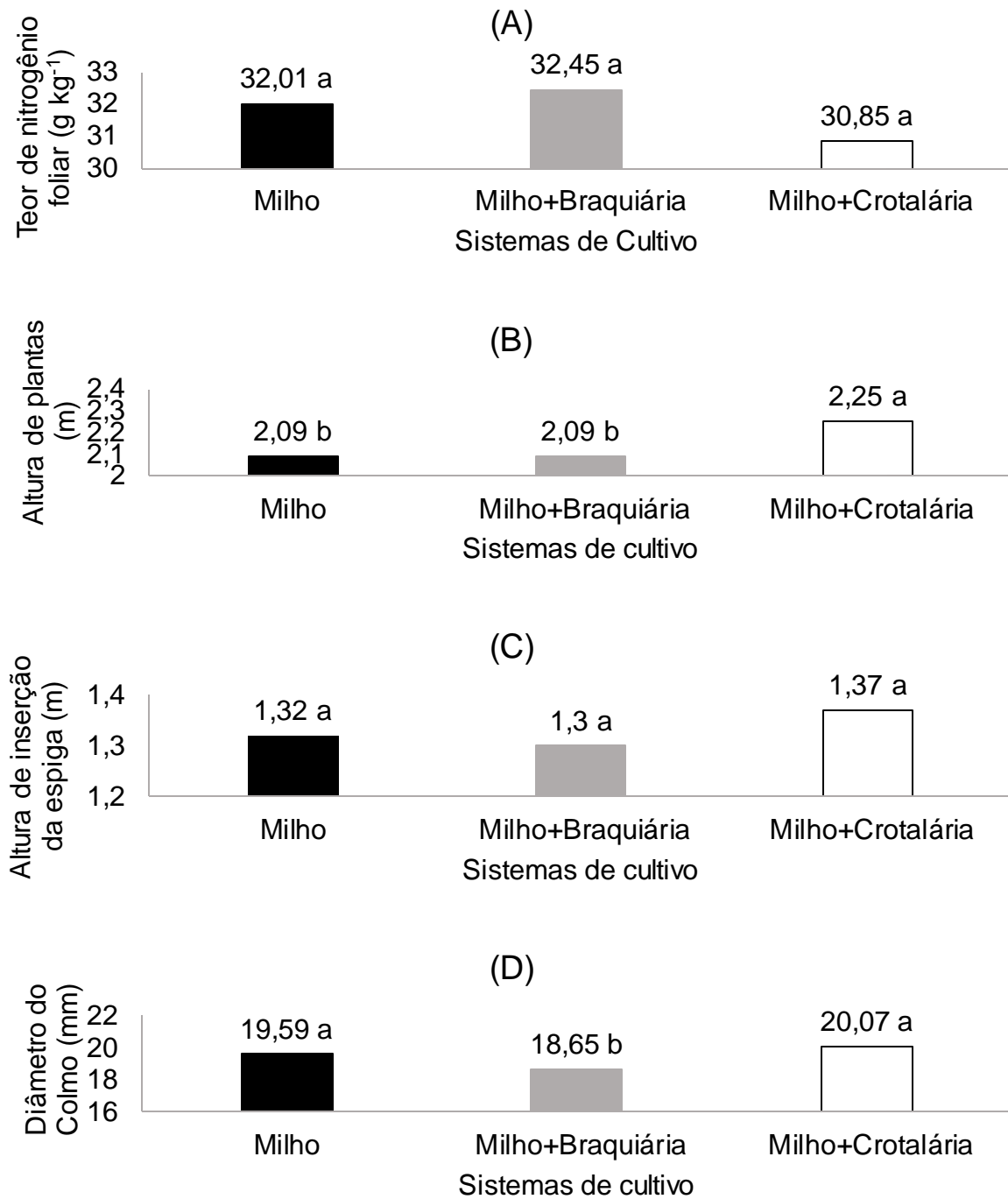
Fatores	TNF	AP	AI	D	NGE	MMG	P
	(g kg <sup>-1</sup> )	----- (m) -----	----- (mm)	(nº)	(g)	(t ha <sup>-1</sup> )	
Média Geral	31,77	2,14	1,33	19,43	538,21	343,95	10,19
CV (%)	10,96	4,31	6,01	4,37	4,35	3,88	11,61
Teste F	1,12 <sup>ns</sup>	20,05 <sup>**</sup>	4,61 <sup>ns</sup>	14,49 <sup>**</sup>	6,93 <sup>*</sup>	4,05 <sup>ns</sup>	2,25 <sup>ns</sup>

\*\*Significativo pelo teste F a 1% de probabilidade. \*Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade. <sup>ns</sup>Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Quanto ao diâmetro do colmo (Figura 3), verificou-se inferioridade nas plantas em consórcio com a braquiária. Esta redução no diâmetro pode estar relacionada à reação de competição interespecífica. Visto que por ser um órgão que além de suportar as folhas e partes florais, é destinado à reserva da sacarose para translocação às espigas (FORNASIERI FILHO, 2007), em situações em que há privação de elementos vitais às plantas, as reservas são translocadas aos drenos, minimizando a concentração das substâncias no colmo, o que proporciona menor circunferência.

O menor diâmetro de colmo para milho consorciado com braquiária devido competição interespecífica, também foi verificado por Mingotte et al. (2014) ao compararem os sistemas de cultivo de milho exclusivo e consorciado com braquiária (*Urochloa ruziziensis*).





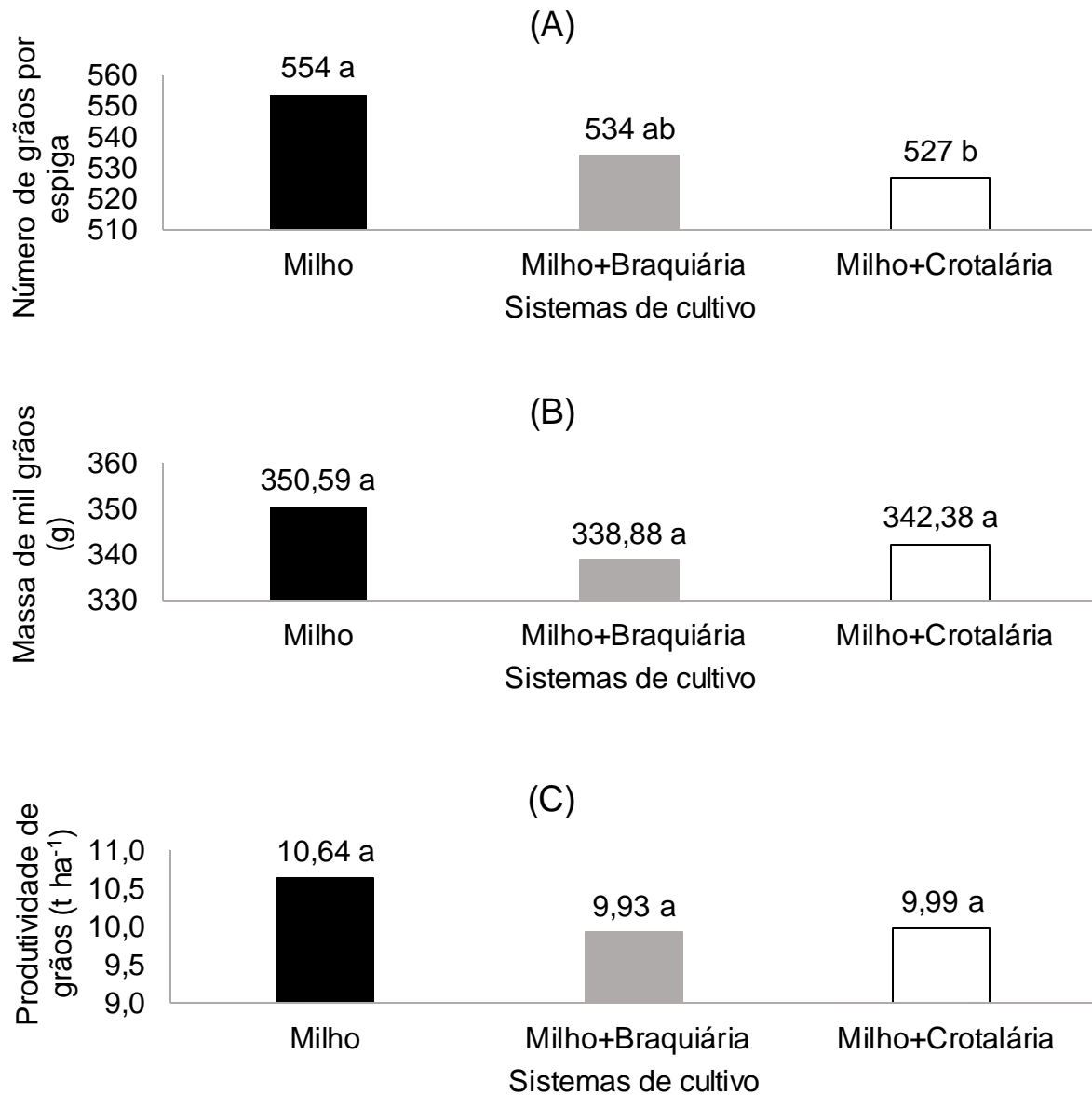
**Figura 3.** Teor de nitrogênio foliar (A), Altura de plantas (B), Inserção da espiga principal (C) e Diâmetro do colmo (D) do milho dos sistemas de cultivo: milho exclusivo, milho consorciado com braquiária (*Urochloa ruziziensis*) e milho consorciado com crotalária (*Crotalaria spectabilis*), em Jaboticabal-SP, 2014/15. Médias seguidas de letras iguais, não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A condição de competição interespecífica não foi observada para o milho consorciado com crotalária, em razão do diâmetro do colmo ter sido superior ao outro consórcio. Somando-se a isso, quando consorciado com crotalária, o milho apresentou maior altura de plantas (Figura 3), evidenciando que as reservas acumuladas foram suficientes para preenchimento de toda extensão do colmo. Isto demonstra, não só a ausência de competição interespecífica, mas também a melhoria no desenvolvimento das plantas de milho promovida pela crotalária. Sugere-se assim, que a crotalária fornece material orgânico ao solo, através de exsudatos radiculares, que após sofrer os processos de decomposição e mineralização, fornece nutrientes para o milho em consórcio, promovendo maior crescimento destas plantas (DICK et al., 2009). A superioridade na altura de plantas de milho quando consorciado com crotalária (*Crotalaria spectabilis*), em relação ao cultivo de milho exclusivo e consorciado com braquiária (*Urochloa ruziziensis*), também foi obtida no estudo de Kappes e Zancanaro (2015).

Em relação ao número de grãos por espiga (Figura 4), embora tenha sido superior quando o cultivo do milho foi realizado exclusivamente, este fator não foi capaz de alterar a produtividade de grãos (Figura 4), que não diferenciou estatisticamente quanto aos sistemas de cultivo. Este resultado difere do estudo de Kappes e Zancanaro (2015) que constataram decréscimo na produção do milho consorciado com braquiária (*Urochloa ruziziensis*) e com leguminosas (*Crotalaria ochroleuca*, *Crotalaria juncea* e *Crotalaria spectabilis*), em relação ao cultivo de milho exclusivo, justificado por competição interespecífica. Os autores evidenciaram, porém, quando o consórcio ocorreu com *Crotalaria spectabilis*, esta competição foi menor, visto que a produtividade se aproximou mais da obtida no cultivo de milho exclusivo.

Oliveira et al. (2010) observaram redução de 12% na produtividade quando o milho foi cultivado em consórcio com crotalária (*Crotalaria spectabilis*) ao comparar com o cultivo de milho exclusivo. Heinrichs et al. (2005) averiguaram produtividades semelhantes entre milho exclusivo e consorciado com crotalária (*Crotalaria spectabilis*). Lara-cabezas e Pádua (2007) e Mingotte et al. (2014) não verificaram diferença na produtividade do milho cultivado exclusivamente ou em consórcio com braquiária (*Urochloa ruziziensis*). Devido a resultados contraditórios, verifica-se portando que a influência positiva no cultivo consorciado depende das espécies

utilizadas e do manejo realizado nas culturas de cobertura, além das condições edafoclimáticas (KAPPES e ZANCANARO, 2015).



**Figura 4.** Número de grãos por espiga (A), massa de mil grãos (B), produtividade de grãos (C) do milho dos sistemas de cultivo: milho exclusivo, milho consorciado com braquiária (*Urochloa ruziziensis*) e milho consorciado com crotalária (*Crotalaria spectabilis*), em Jaboticabal-SP, 2014/15. Médias seguidas de letras iguais nas barras, não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Em relação à influência climática destaca-se, sobretudo, a temperatura na fase

de pendoamento, florescimento e polinização. A ocorrência de valores maiores de 32°C neste período, acelera os processos de diferenciação das partes reprodutivas e ocasiona elevadas taxas de aborto de grãos jovens (FORNASIERI FILHO, 2007). Neste estudo, as exigências climáticas da cultura foram atendidas (Figura 1). Além disso, mesmo com a baixa precipitação pluvial ocorrida durante o ciclo do milho, 280 mm, incapaz de satisfazer a necessidade hídrica da cultura, que varia entre 410 e 640 mm (FORNASIERI FILHO, 2007), a compensação foi realizada por meio de irrigação suplementar. Este fato, juntamente com os atributos do solo (Tabela 1), promovendo fornecimento de nutrientes além do aplicado via adubação, por meio da mineralização da matéria orgânica (DICK et al., 2009), pode ter colaborado para a obtenção de altas produtividades nos sistemas de cultivo de milho.

Visando a sustentabilidade, portanto, o cultivo consorciado é uma forma de integração entre retorno financeiro e proteção do solo. Assim sendo, verificou-se que os sistemas de cultivo de milho consorciados são viáveis, visto que não há declínio na produtividade de grãos em relação ao sistema de cultivo de milho exclusivo. Além disso, o estudo mostrou não haver prejuízo na produtividade de grãos quando objetiva-se formação de pastagem com a braquiária em estudo, através do consórcio, o que possibilita o uso de integração lavoura pecuária.

Quanto aos restos culturais, verificou-se influência dos sistemas de cultivo de milho para produção e acúmulo de nitrogênio da palhada (Tabela 3). O sistema de cultivo de milho consorciado com crotalária foi o que se destacou (Figura 5), apresentando quantidade 19 e 10% superior à das palhadas oriundas dos sistemas de cultivo de milho exclusivo e milho em consórcio com a braquiária, respectivamente. Estes resultados concordam com Kappes e Zancanaro (2015) que obtiveram maior quantidade de palhada no consórcio milho e crotalária, em relação ao milho cultivado exclusivamente ou consorciado com braquiária.

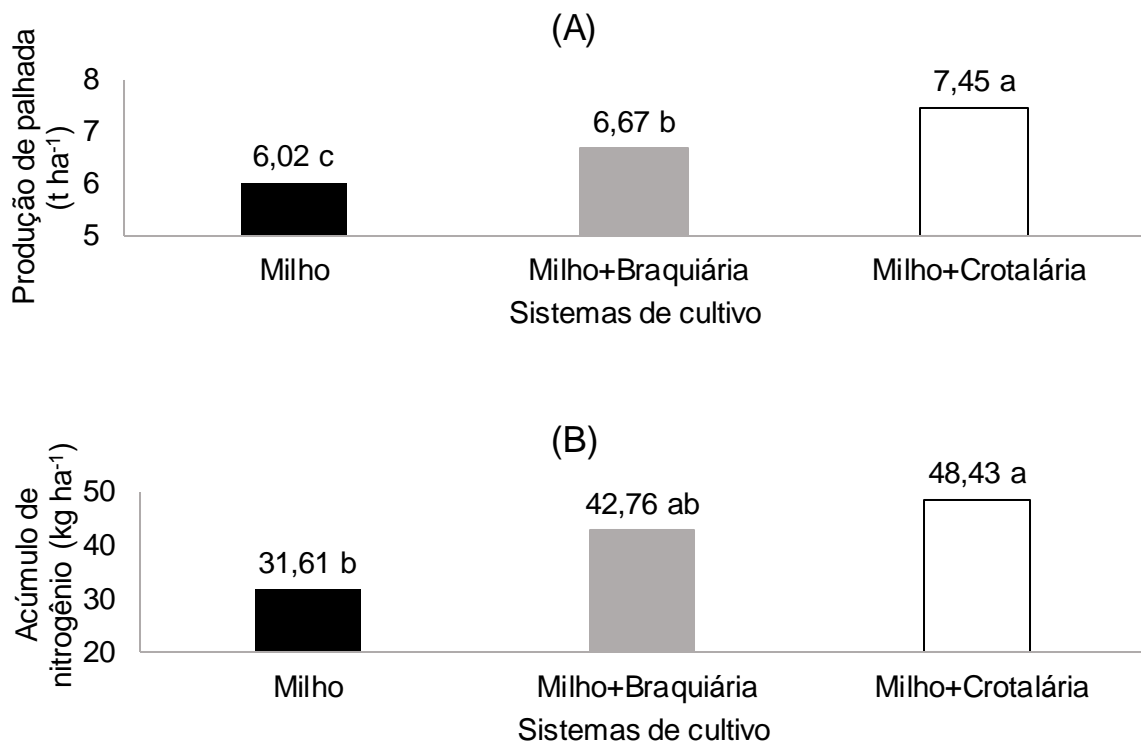
Assim, devido a capacidade em realizar FBN que a crotalária possui (AITA; GIACOMINI, 2003), o maior acúmulo do nitrogênio na palhada gerada pelo sistema de cultivo de milho que a contém (Figura 5), pode ser explicado pela maior incorporação do N ao metabolismo das plantas deste sistema em relação aos demais. Dentre o total de N acumulado pela crotalária, 70% é proveniente da FBN (GILLER, 2001). Mateus e Wutke (2006) verificaram que esta espécie fixa de 60 a 120 kg ha<sup>-1</sup>

de N.

**Tabela 3.** Coeficiente de variação (CV), valores de F e média geral para quantidade e acúmulo de nitrogênio na palhada dos sistemas de cultivo de milho. Jaboticabal (SP), 2014/15.

Fatores	Quantidade de palhada	Acúmulo de nitrogênio
	(t ha <sup>-1</sup> )	(kg ha <sup>-1</sup> )
Média Geral	6,71	43,01
CV (%)	6,01	41,63
Teste F	62,48**	6,82**

\*\*Significativo pelo teste F a 1% de probabilidade.



**Figura 5.** Produção (A) e acúmulo de nitrogênio (B) da palhada dos sistemas de cultivo: milho exclusivo, milho consorciado com braquiária (*Urochloa ruziziensis*) e milho consorciado com crotalária (*Crotalaria spectabilis*), em Jaboticabal-SP, 2014/15. Médias seguidas de letras iguais nas barras, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Desta forma, além do N fixado ser incorporado aos compostos orgânicos da crotalária, a planta libera exsudatos radiculares (Dick et al., 2009) que podem fornecer o nutriente às culturas em consórcio. Assim, com o maior fornecimento do nutriente,

há maior produção de biomassa de milho e de crotalária e, conseqüentemente, maior produção de palhada. Este fato pode ser comprovado pela superioridade de diâmetro do colmo e da altura de plantas no milho consorciado com crotalária (Figura 3).

Doneda et al. (2012) evidenciaram que o consórcio entre leguminosas e gramíneas resulta em maior produção de palhada em relação ao cultivo destas exclusivamente. Os autores afirmaram ainda que, em consórcios com leguminosas ou quando esta é cultivada exclusivamente, o N acumulado ultrapassa ao das gramíneas.

Oliveira et al. (2010) também verificaram maior acúmulo de nitrogênio para a palhada gerada do consórcio milho e crotalária (*Crotalaria spectabilis*), em relação ao milho exclusivo e consorciado com braquiária (*Urochloa ruziziensis*).

Outro aspecto importante da palhada produzida pelo consórcio milho e crotalária é que, embora a relação C/N dos restos culturais desta leguminosa seja baixa, promovendo maior decomposição e, conseqüentemente, menor permanência de cobertura do solo, esta relação é alterada com a participação do milho no consórcio. Isto porque, como os resíduos vegetais do milho possuem alta relação C/N, sendo mais difíceis de sofrerem decomposição, quando ocorre a combinação dos resíduos originários de milho e crotalária, resulta-se em palhada de relação C/N intermediária. Assim, a velocidade de decomposição é relativamente equilibrada, promovendo cobertura do solo para o sistema plantio direto e fornecimento de nutriente para o solo e, conseqüentemente, nutrir as plantas em sucessão. Marcelo, Corá e Fernandes (2012), mencionaram que pode ocorrer misturas de diferentes resíduos vegetais na superfície do solo, resultando em relação C/N intermediária, ou seja, com características favoráveis tanto à proteção do solo, proporcionada principalmente por resíduos de gramíneas, quanto pelo aporte de N, propiciado pelas leguminosas.

Evidencia-se assim, que o consórcio de milho com crotalária, é viável para uso em sistema plantio direto, posto que promove alta produção de palhada para cobertura do solo, além de grande fixação de nitrogênio atmosférico.

Na cultura do feijoeiro em sucessão aos sistemas de cultivo de milho e sob doses de nitrogênio em cobertura, os fatores estudados influenciaram as características teor de nitrogênio foliar, número de vagens por planta e produtividade de grãos (Tabela 4).

**Tabela 4.** Teor de nitrogênio foliar (TNF), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de cem grãos (MCG) e produtividade de grãos (PG) para o feijoeiro, IAC Alvorada, conduzido com aplicações de doses de nitrogênio em cobertura, em sucessão a milho exclusivo e consorciado com braquiária e crotalária. Jaboticabal (SP), 2014/15.

Tratamentos	TNF	NVP	NGV	MCG	PG
	(g kg <sup>-1</sup> )	(nº)	(nº)	(g)	(kg ha <sup>-1</sup> )
<b>Sistemas de Cultivo (S)</b>					
Milho	30,1 b	8,1 c	4,4	27,69	2.125 c
Milho + Braquiária <sup>(2)</sup>	30,0 b	9,3 b	4,4	28,14	2.403 b
Milho + Crotalária <sup>(3)</sup>	35,4 a	10,4 a	4,9	28,25	2.884 a
CV (%)	6,04	4,26	13,7	2,89	5,84
DMS	1,86	0,38	0,61	0,79	94,68
<b>Doses de Nitrogênio (N)<sup>(4)(5)</sup></b>					
0	29,6 b	7,8 d	4,3	27,72	2.339 d
50	31,5 ab	9,0 c	4,5	27,95	2.417 cd
100	32,2 ab	9,5 bc	4,6	28,05	2.485 bc
150	32,6 a	9,9 ab	4,7	28,18	2.546 ab
200	33,0 a	10,2 a	4,8	28,24	2.567 a
CV (%)	5,03	6,49	9,82	3,01	4,13
DMS	1,87	0,7	0,53	0,99	80,9
<b>Teste F</b>					
S	52,56**	166,46**	4,88 <sup>ns</sup>	2,64 <sup>ns</sup>	309,73**
N	8,45**	30,21**	2,30 <sup>ns</sup>	0,74 <sup>ns</sup>	22,17**
SxN	1,09 <sup>ns</sup>	3,44**	0,20 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	4,36**
<b>Média Geral</b>	<b>31,8</b>	<b>9,3</b>	<b>4,6</b>	<b>28,03</b>	<b>2.471</b>

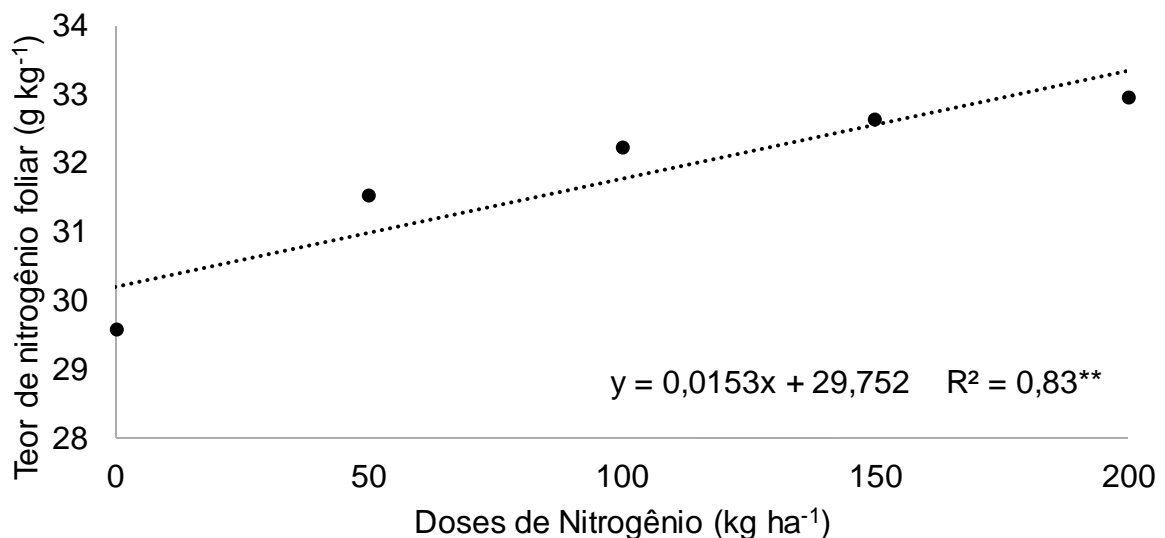
<sup>(1)</sup> Médias seguidas de letras iguais nas colunas, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. <sup>ns</sup> Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade. <sup>\*\*</sup> Significativo pelo teste F a 1% de probabilidade. <sup>\*</sup> Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade. <sup>(2)</sup> Milho consorciado com *Urochloa ruziziensis*. <sup>(3)</sup> Milho consorciado com *Crotalaria spectabilis*. <sup>(4)</sup> Adubação nitrogenada realizada do estágio fenológico V<sub>4-4</sub> do feijoeiro, em kg ha<sup>-1</sup>.

O teor de nitrogênio foliar do feijoeiro, foi maior quando o cultivo da cultura ocorreu após milho consorciado com crotalária (Tabela 4). Infere-se assim, que houve maior mineralização de N da palhada deste consórcio, fornecendo maiores quantidades do nutriente para o feijoeiro. Maluf et al. (2015) evidenciaram que a mineralização de N é regulada pela composição inicial do elemento nos resíduos

vegetais. Dessa maneira, a maior mineralização de N foi devido ao maior acúmulo de nitrogênio na palhada de milho consorciado com crotalária. Teodoro et al. (2011) evidenciaram que esta leguminosa apresenta elevado potencial para o incremento na oferta de N aos sistemas de produção. Oliveira et al. (2010) verificaram que os resíduos vegetais da crotalária são capazes de fornecer N para a cultura em sucessão (OLIVEIRA et al. 2010).

Embora os cultivos de feijoeiro em sucessão ao milho exclusivo e ao consorciado com braquiária apresentaram menores valores de teor de nitrogênio foliar, ambos estiveram entre 30 e 50 g kg<sup>-1</sup>, que é a faixa considerada adequada à cultura (Ambrosano et al., 1997).

Quanto ao efeito da adubação nitrogenada, à medida que se elevou as doses de N fornecidas em cobertura, ocorreu aumento linear no teor foliar do nutriente (Figura 6).



**Figura 6.** Teor de nitrogênio foliar em função da aplicação de doses de nitrogênio em cobertura no feijoeiro, cultivar IAC Alvorada, cultivado em sucessão a sistemas de cultivo de milho exclusivo, consorciado com braquiária (*Urochloa ruziziensis*) e com crotalária (*Crotalaria spectabilis*), em Jaboticabal-SP, 2014/15. \*\*Significativo a 1% pelo teste t.

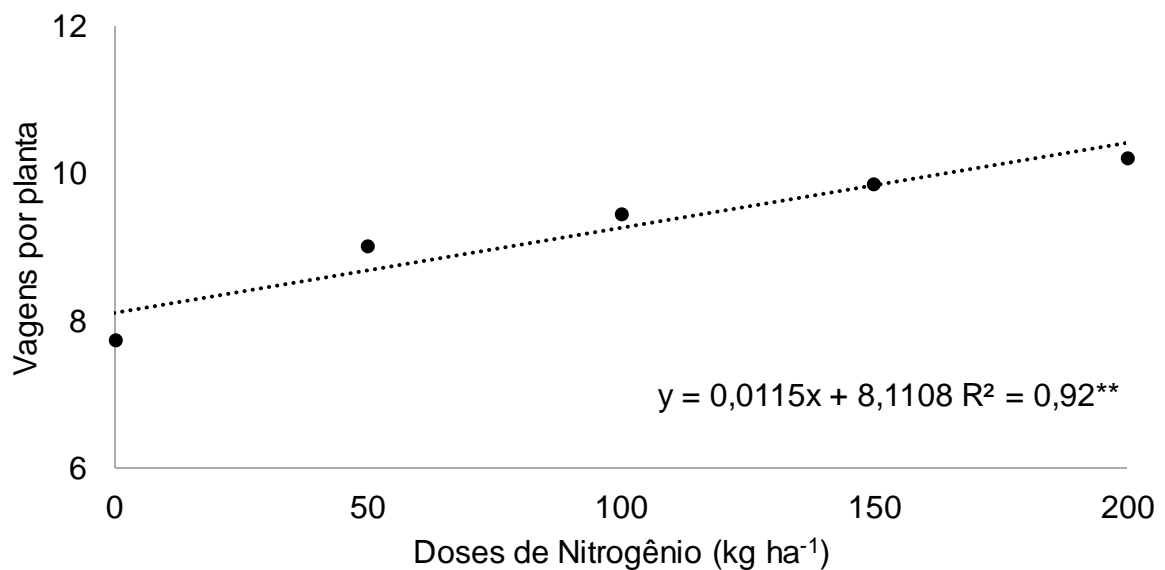
Carneis Filho et al. (2014) e Cunha et al. (2015) não constataram diferença no teor de nitrogênio foliar para o feijoeiro, cultivar IAC Formoso, em sucessão ao milho exclusivo, à braquiária exclusiva e ao consórcio milho e braquiária. Porém, assim como neste estudo, estes autores verificaram influência da adubação nitrogenada com



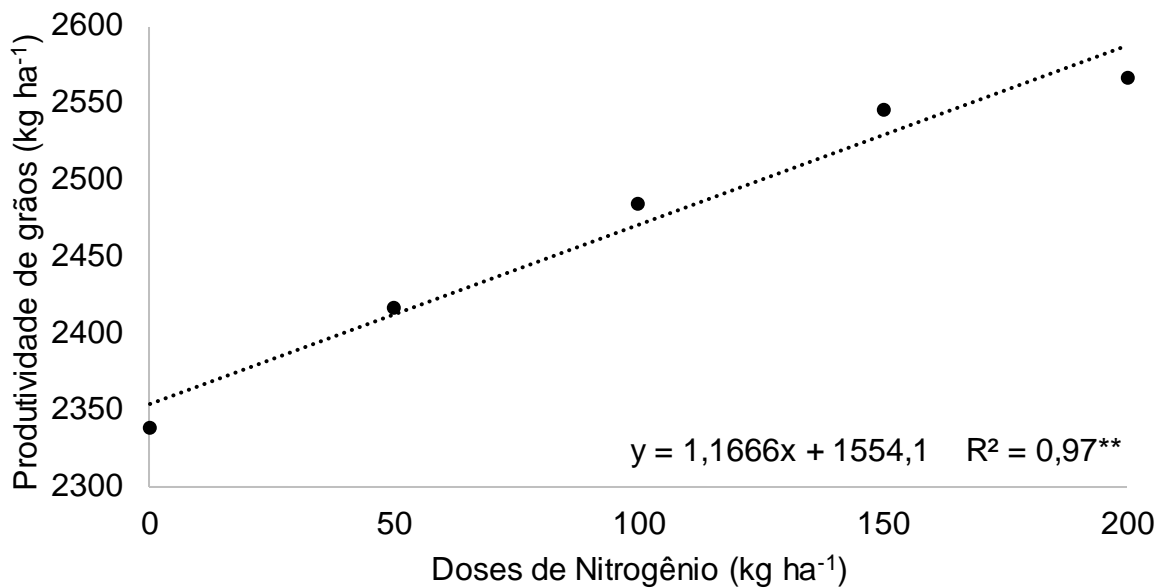
aumento dos valores de teor de nitrogênio foliar linearmente ao incremento do nutriente.

Em relação ao número de grãos por vagem e massa de cem grãos do feijoeiro (Tabela 4), os sistemas de cultivo de milho exclusivo ou consorciado e as doses de N aplicadas em cobertura não interferiram, sendo encontradas as médias equivalentes a 5 e a 28,03 g, respectivamente. Sugere-se assim que estas podem ser variáveis de ordem genética, sendo pouca ou nula a contribuição do ambiente.

As características número de vagens por planta e produtividade de grãos foram influenciadas pelo sistema de cultivo de milho antecessor e pelas doses de N, ocorrendo ainda interação entre os fatores sistemas de cultivo e doses de N. Os maiores valores foram observados no feijoeiro em sucessão ao milho com crotalária. Quanto ao efeito de doses de N, observou-se crescimento linear das variáveis à medida que aumentou o fornecimento do nutriente (Figuras 7 e 8).



**Figura 7.** Número de vagens por planta em função da aplicação de doses de nitrogênio em cobertura no feijoeiro, cultivar IAC Alvorada, cultivado em sucessão a sistemas de cultivo de milho exclusivo, consorciado com braquiária (*Urochloa ruziziensis*) e com crotalária (*Crotalaria spectabilis*), em Jaboticabal-SP, 2014/15. \*\*Significativo a 1% pelo teste t.



**Figura 8.** Produtividade de grãos em função da aplicação de doses de nitrogênio em cobertura no feijoeiro, cultivar IAC Alvorada, cultivado em sucessão a sistemas de cultivo de milho exclusivo, consorciado com braquiária (*Urochloa ruziziensis*) e com crotalária (*Crotalaria spectabilis*), em Jaboticabal-SP, 2014/15. \*\*Significativo a 1% pelo teste t.

Além disso, ocorreu interação dos fatores para número de vagens por planta e produtividade de grãos. Assim, o feijoeiro respondeu de maneira diferente às doses nitrogenadas quando esteve em sucessão a cada sistema de cultivo (Figuras 9 e 10). Os valores, em função da adubação nitrogenada, foram maiores quando o cultivo do feijoeiro foi realizado em sucessão ao consórcio milho e crotalária, sendo que os resultados se ajustaram ao modelo linear crescente. Este fato é explicado pelo maior fornecimento do N mineralizado da palhada originária deste consórcio, promovendo maior expansão das áreas vegetativas da planta e, conseqüentemente, mais fotossíntese (FAGERIA; BALIGAR, 2005). Desta forma, resultou-se em elevada produção de vagens por planta ocasionando em maiores produtividades.

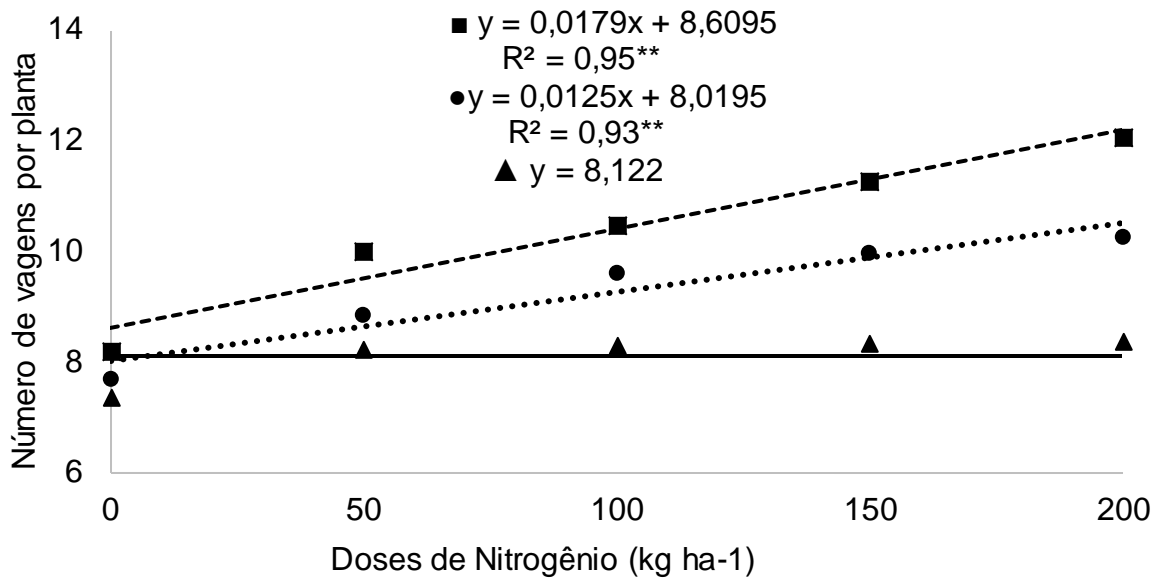
Outro ponto é que, quando não se aplicou N em cobertura (0 kg ha<sup>-1</sup> de N), a produtividade de grãos, do feijoeiro em sucessão a milho consorciado com crotalária, foi superior aos valores obtidos com a aplicação da maior dose deste estudo (200 kg ha<sup>-1</sup> de N) no feijoeiro cultivado após os demais sistemas de cultivo. Sendo assim, o uso do consórcio milho e crotalária foi equivalente à aplicação de mais de 200 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura no feijoeiro, utilizando-se ureia como fonte do nutriente. Silva et al. (2016) verificaram que o uso de leguminosas como plantas de cobertura

promoveram efeito proporcional à adubação de 60 kg ha<sup>-1</sup>, na forma de ureia, sobre a produtividade de grãos de arroz. Assim, a utilização do consórcio milho e crotalária, pode promover economia com uso de fertilizantes nitrogenados no cultivo de feijoeiro em sucessão (SAGRILLO et al., 2009).

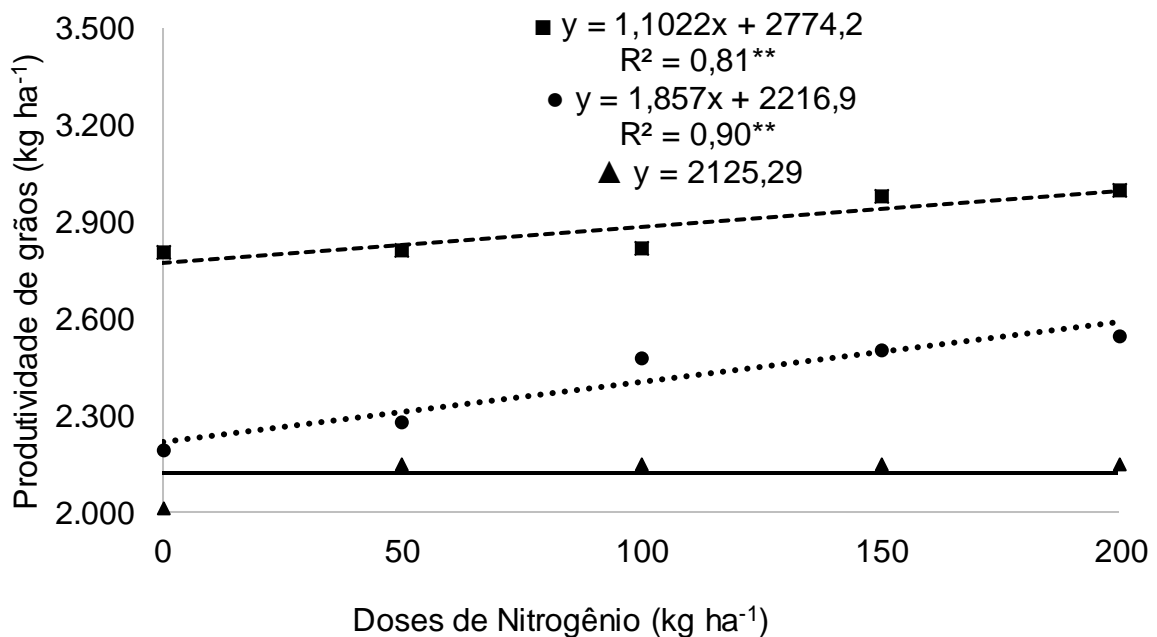
Quando o cultivo do feijoeiro ocorreu após consórcio milho e braquiária, os resultados de número de vagens por planta e produtividade de grãos também se ajustaram conforme modelo linear (Figuras 9 e 10). Dessa maneira, ocorreu incremento nas variáveis com o aumento das doses aplicadas. O feijoeiro em sucessão ao milho exclusivo não respondeu à adubação nitrogenada, e o comportamento para número de vagens por planta e produtividade de grãos foi constante (Figuras 9 e 10), com valores médios iguais a 8 e 2.125 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Carmeis Filho et al. (2014) também verificaram interação entre sistemas de cultivos de milho antecessor e doses de N para vagens por planta, número de grãos por vagem e produtividade de grãos do feijoeiro em sucessão, cultivar IAC Formoso. Mingotte et al. (2014) e Cunha et al. (2015), utilizando as cultivares IPR Juriti e IAC Formoso, respectivamente, verificaram maiores produtividades para o feijoeiro cultivado em palhada de milho com braquiária (*Urochloa ruziziensis*) quando comparado com o cultivo em sucessão a apenas milho. Além disso, estes autores verificaram o comportamento de aumento linear para a variável com o fornecimento de nitrogênio.

Outro aspecto que deve ser observado é o fator climático, visto que determina o potencial de resposta em produção (PORTUGAL; PERES; RODRIGUES, 2015). Temperaturas diurnas e noturnas acima de 30 e 25°C, respectivamente, sobretudo no período de florescimento, são prejudiciais ao pegamento de botões florais e formação de vagens (BARBOSA; GONZAGA, 2012). Neste estudo, as condições climáticas estiveram adequadas para a produção dos grãos (Figura 2) e, a necessidade hídrica do feijoeiro, entre 300 a 500 mm durante o ciclo (DOORENBOS; KASSAN, 1979), foi suprida adequadamente através da irrigação.



**Figura 9.** Desdobramento da interação entre sistemas de cultivo e doses de nitrogênio referente ao número de vagens por planta para o feijoeiro, cultivar IAC Alvorada, cultivado em sucessão com milho exclusivo (▲), milho consorciado com *Urochloa ruziziensis* (●) e milho consorciado com *Crotalaria spectabilis* (■), em função da aplicação de doses de nitrogênio em cobertura. Jaboticabal, 2014/15. \*\*Significativo pelo teste t a 1% de probabilidade.



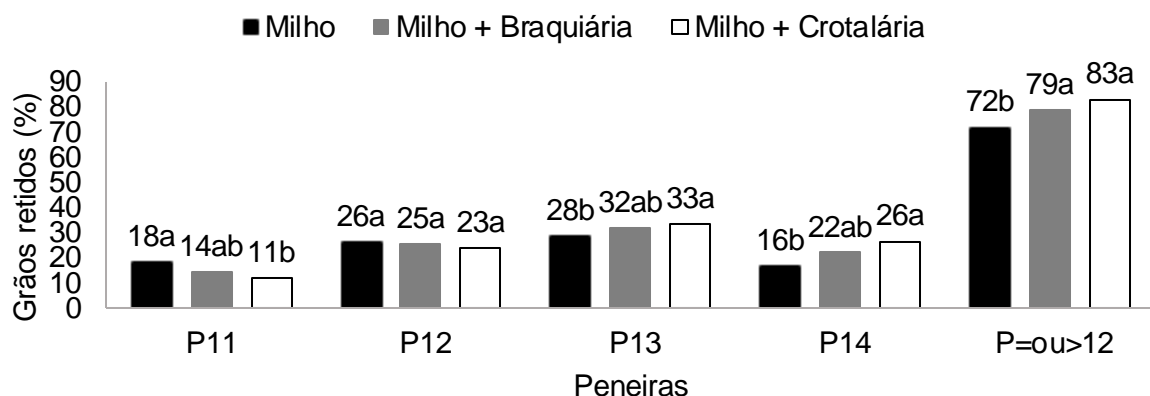
**Figura 10.** Desdobramento da interação entre sistemas de cultivo e doses de nitrogênio referente à produtividade de grãos para o feijoeiro, cultivar IAC Alvorada, cultivado em sucessão com milho exclusivo (▲), milho consorciado com *Urochloa ruziziensis* (●) e milho consorciado com *Crotalaria spectabilis* (■), em função da aplicação de doses de nitrogênio em cobertura. Jaboticabal, 2014/15. \*\*Significativo pelo teste t a 1% de probabilidade.

Sobre o rendimento de peneira dos grãos, ocorreu variação em relação ao sistema de cultivo antecessor ao feijoeiro, porém, quanto às doses de N em cobertura, não houve interferência (Tabela 5). Assim, a sucessão com o consórcio milho e crotalária, promoveu maiores proporções de grãos retidos nas peneiras P13 e P14 para o feijoeiro (Figura 11). Isto contribuiu para que mais de 80% dos grãos ficassem retidos nas peneiras de maiores crivos, correspondente a maior ou igual a P12, enquanto que no local onde havia milho exclusivo, a porcentagem da retenção nestas peneiras foi 13% menor. Além disso, para o feijoeiro após o cultivo de milho exclusivo houve maior retenção dos grãos na peneira P11, que corresponde ao menor crivo.

**Tabela 5.** Valores de F, níveis de significância e coeficiente de variação (CV) do percentual de grãos retidos nas peneiras de beneficiamento, para o feijoeiro IAC Alvorada, conduzido com aplicações de doses de nitrogênio em cobertura, em sucessão a sistemas de cultivo de milho. Jaboticabal – SP, 2014/15.<sup>(1)</sup>

Fatores	Peneiras				
	11	12	13	14	≥12
Sistemas de Cultivo (S)	20,18**	2,69 <sup>ns</sup>	7,08*	11,44**	15,33**
CV (%)	23,29	14,46	10,24	30,48	8,24
Doses de Nitrogênio (N)	1,21 <sup>ns</sup>	0,44 <sup>ns</sup>	1,28 <sup>ns</sup>	1,73 <sup>ns</sup>	2,52 <sup>ns</sup>
CV (%)	20,92	13,28	6,10	20,51	5,93
Interação SxN	0,69 <sup>ns</sup>	0,62 <sup>ns</sup>	0,73 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>	0,44 <sup>ns</sup>

\*Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade. \*\*Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade. <sup>ns</sup>Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.



**Figura 11.** Percentual de grãos retidos nas peneiras de beneficiamento (P), para o feijoeiro, cultivar IAC Alvorada, cultivado em sucessão a milho exclusivo, milho consorciado com braquiária (*Urochloa ruziziensis*) e milho consorciado com crotalária (*Crotalaria spectabilis*), em Jaboticabal-SP, 2014/15. Médias seguidas de letras iguais nas barras, dentro da peneira, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A importância da classificação dos grãos ser em rendimento de peneira igual ou maior a P12, é que devido esta peneira ser a referência pelas empacotadoras, há um maior retorno financeiro para lotes que apresentam esse rendimento superior a 70% (Carbonell et al., 2010). Logo, os lotes oriundos do feijoeiro em sucessão ao consórcio milho e crotalária podem ser melhor remunerados.

Fiorentin et al. (2012) e Carneis Filho et al. (2014) também obtiveram influência no rendimento de peneira para os grãos de feijoeiro em sucessão aos cultivos exclusivos de braquiária (*Urochloa ruziziensis*) e milho e ao consórcio entre ambos. Assim, estes autores verificaram maior retenção de grãos nas peneiras de maiores crivos, ou seja, grãos graúdos, quando o feijoeiro foi cultivado em sucessão à braquiária,

Quanto ao teor de proteína bruta, tempo de cozimento, relação de hidratação e tempo para máxima hidratação, não houve interferência dos fatores estudados (Tabela 6), e as médias das variáveis foram, respectivamente, 20,35%, 19 minutos, 2,02 e 11 horas e 35 minutos. Carbonell et al. (2008), ao analisarem a cultivar de feijão IAC Alvorada no Estado de São Paulo, encontraram teores de proteína bruta na faixa compreendida entre 17,52% e 25,68%, a qual compreende a média deste estudo.

Além disso, em sucessão a ambos sistemas de cultivo de milho, tratando-se do tempo de cozimento, os grãos de feijão foram classificados como grãos de suscetibilidade média de acordo com Proctor e Watts (1987), indicando ser de cocção rápida, e dentro da faixa preconizada como aceitável que é inferior a 30 minutos, segundo Ramalho e Abreu (2006).

Ainda que, com a relação de hidratação próxima a 2, pode-se afirmar que, após o período de hidratação, os grãos absorveram massa de água semelhante à sua massa inicial, concordando com os resultados de Farinelli e Lemos (2010) e Carneis Filho et al. (2014). Como na culinária brasileira, deixam-se os grãos de feijão em embebição na noite anterior ao preparo, o ideal é que o tempo para máxima hidratação seja inferior a 12 horas, como obtido neste estudo.

**Tabela 6.** Teor de proteína bruta, tempo de cozimento, tempo para máxima hidratação e relação de hidratação de grãos de feijoeiro IAC Alvorada em função de doses de nitrogênio em cobertura, em sucessão a milho exclusivo e consorciado com braquiária e com crotalária, em Jaboticabal – SP, 2014/15.<sup>(1)</sup>

Tratamentos	Proteína bruta	Tempo de cozimento	Tempo para máxima hidratação	Relação de hidratação
	(%)	(minutos)	(hora:minutos)	-----
<b>Sistemas de Cultivo (S)</b>				
Milho	20,1	19,1	11:27	2,00
Milho + Braquiária <sup>(2)</sup>	20,5	19,8	11:43	2,03
Milho + Crotalária <sup>(3)</sup>	20,4	19,9	11:35	2,03
CV (%)	13,91	4,84	4,79	1,54
DMS	2,34	0,92	0:32	0,03
<b>Doses de Nitrogênio (N)<sup>(4)</sup></b>				
0	20,2	19,1	11:42	2,01
50	20,3	19,7	11:38	2,01
100	20,4	19,7	11:35	2,02
150	20,5	19,7	11:32	2,02
200	20,6	19,8	11:28	2,03
CV (%)	9,25	6,55	3,45	1,33
DMS	1,15	1,50	0:32	0,03
<b>Teste F</b>				
S	0,18 <sup>ns</sup>	9,45 <sup>ns</sup>	1,13 <sup>ns</sup>	4,63 <sup>ns</sup>
N	1,05 <sup>ns</sup>	1,00 <sup>ns</sup>	0,73 <sup>ns</sup>	2,20 <sup>ns</sup>
SxN	0,81 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,96 <sup>ns</sup>	1,03 <sup>ns</sup>
<b>Média geral</b>	<b>20,35</b>	<b>19,67</b>	<b>11:35</b>	<b>2,02</b>

<sup>(1)</sup> Médias seguidas de letras iguais nas colunas, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. <sup>ns</sup>Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade. <sup>\*\*</sup> Significativo pelo teste F a 1% de probabilidade. <sup>(1)</sup> Médias seguidas de letras iguais nas colunas, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. <sup>ns</sup>Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade. <sup>\*\*</sup> Significativo pelo teste F a 1% de probabilidade. <sup>\*</sup> Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade. <sup>(2)</sup> Milho consorciado com *Urochloa ruziziensis*. <sup>(3)</sup> Milho consorciado com *Crotalaria spectabilis*. <sup>(4)</sup> Adubação nitrogenada realizada do estágio fenológico V<sub>4.4</sub> do feijoeiro, em kg ha<sup>-1</sup>.

## 5.CONCLUSÕES

1. O consórcio de milho com crotalária promove maior produção e acúmulo de nitrogênio na palhada, com produtividade de grãos de milho semelhante aos demais cultivos.

2. O feijoeiro cultivado após milho consorciado com crotalária, na ausência ou com a aplicação de nitrogênio em cobertura, obteve maior produtividade de grãos.

3. O feijoeiro cultivado após milho consorciado com crotalária e braquiária apresenta grãos graúdos.

4. Os atributos qualitativos dos grãos de feijão não são alterados pelos sistemas de cultivo de milho e pela aplicação de N em cobertura.



## 6.REFERÊNCIAS

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

AITA, C.; GIACOMINI, S.J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.601-612, 2003.

ALBULQUERQUE; A.W.; SANTOS, J.R.; FILHO, G.M.; REIS, L.S. Plantas de cobertura e adubação nitrogenada na produção de milho em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, p.721–726, 2013.

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.

ALVES, M.C.; CARVALHO, M. de P. e.; SOUZA, E.J. de. Manejo do solo. 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.39-63.

AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J. Estimativa da adubação nitrogenada para o milho em sistemas de manejo e culturas de cobertura do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.553-560, 2000.

AMARAL, C.B.; PINTO, C.C.; FLÔRES, J. de A.; MINGOTTE, F.L.C.; LEMOS, L.B.; FORNASIERI FILHO, D. Produtividade e qualidade do feijoeiro cultivado sobre palhadas de gramíneas e adubado com nitrogênio em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, 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.(Ed.). **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, 1997, p.194-195. (Boletim Técnico, 100).

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

Aspectos agronômicos de leguminosas para adubação verde no Cerrado do alto vale do Jequitinhonha. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, p.635-643, 2011.

BARBOSA FILHO, M.P.; SILVA, O.F. Adubação e calagem para o feijoeiro irrigado em solo de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.1317-1324, 2000.

BARBOSA, F.R.; GONZAGA, A.C. de O. **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na Região Central-Brasileira:2012-2014**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2012. 247 p. (Embrapa Arroz e Feijão, Documentos 272).

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

BORGHI, E.; CRUSCIOL, C.A.C.; COSTA, C. Desenvolvimento da cultura do milho em consorciação com *Brachiaria brizantha* em sistema de plantio direto. **Energia na Agricultura**, v. 21, p.19-33, 2006.

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.

BUCHANAN, B.B.; GRUISSEM, W.; JONES, R.L. **Biochemistry & molecular biology of plants**. Rockville: American Society of Plant Physiologists, 2000. p.787-799.

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**, v.40, p.2067-2073, 2010.

CARBONELL, S.A.M.; CHIORATO, A.F.; ITO, M.F.; PERINA, E.F.; GONÇALVES, J.G.R.; SOUZA, P.S. de, GALLO, P.B.; TICELLI, M.; COLOMBO, C.A.; AZEVEDO FILHO, J.A. de. IAC-Alvorada and IAC-Diplomata: new common bean cultivars. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v8, p.163-166, 2008.

CARMEIS FILHO, A.C.A.; CUNHA, T.P.L. da; 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**, v.27, p.66-75, 2014.

CECCON, G. Milho safrinha com solo protegido e retorno econômico em Mato Grosso do Sul. **Revista Plantio Direto**, v.17, p.17-20, 2007.

CECCON, G.; BORGHI, E.; CRUSCIOL, C.A.C. Modalidade e métodos de implantação do consórcio milho-braquiária. In: CECCON, G. (Ed.). **Consórcio milho-braquiária**. 1.ed. Brasília: EMBRAPA, 2013, p.25-46.

CECCON, G.; STAUT, L.A.; SAGRILO, E.; MACHADO, L.A. NUNES, D.P.; ALVES, V.B. Legumes and forage species sole or intercropped with corn in soybean-corn succession in Midwestern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, p. 204-212, 2013.

COLLIER, L.S.; KIKUCHI, F.Y.; BENÍCIO, L.P.F.; SOUSA, S.A. de. Consórcio e sucessão de milho e feijão-de-porco como alternativa de cultivo sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, p.306-313, 2011.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v. 3- Safra 2015/16 - primeiro levantamento, Brasília, p. 1-104, outubro 2015.

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, J.L.S.; RAVA, C.A. Influência da braquiária no manejo de doenças do feijoeiro com origem no solo. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; ALDAR, H. (Eds.) **Integração lavoura-pecuária**, 2003. p. 523-536.

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**, v.47, p.1038-1047, 2012.

COSTA, N.R.; ANDREOTTI, M.; LOPES, K.S.M.; YOKOBATAKE, K.L.A.; LIMA, C.G. da R. Winter bean productivity under urochloa straw fertilized with nitrogen. **Revista Caatinga**, v.29, p.133-142, 2016.

COSTA, N.R.; ANDREOTTI, M.; LOPES, K.S.M.; YOKOBATAKE, K.L.A.; LIMA, C.G. da R. Winter bean productivity under urochloa straw fertilized with nitrogen. **Revista Caatinga**, v.29, p.133-142, 2016.

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**, v.104, p.1085-1095, 2012.

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

CUNHA, T.P.L. da; MINGOTTE, F.L.C; CARMEIS FILHO, A.C.; CHIAMOLERA, F.M.; LEMOS, L.B.; FORNASIERI FILHO, D. Agronomic performance of common bean ins straw mulch systems and topdressing nitrogen rates in no-tillage. **Ceres**, v.62, p.489-495, 2015.

DICK, D.P.; NOVOTNY, E.H.; DIECKOW, J.; BAYER, C. Química da matéria orgânica do solo. In: MELO, V. de F.; ALLEONI, L.R.F (Ed). **Química e Mineralogia do Solo: Parte II – Aplicações**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009, p. 1-67.

DONEDA, A.; AITA, C.; GIACOMINI, S.J.; MIOLA, E.C.C.; GIACOMINI, D.A.; SCHIRMANN, J.; GONZATTO, R. Fitomassa e decomposição de resíduos de plantas de cobertura puras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, p.1714-1723, 2012.

DOORENBOS, J.; KASSAN, A.H. **Yield response to water**. Roma: FAO, 1979. 193 p.

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

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

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

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

FARINELLI, R.; LEMOS, L.B.; PENARIOL, F.G.; NASCIMENTO, E.S. Desempenho da cultura do milheto em função de épocas de semeadura e do manejo de corte da parte aérea. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.3, p.391-401, 2004.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p.1039-1042, 2011.

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

Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 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.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: FUNEP, 2007.576 p.

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

GERLACH, G. A. X. **Consórcio entre milho e leguminosas, produção de palha e manejo do nitrogênio no feijão “de inverno” em região com verão chuvoso e inverno seco**. 2014. 80f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2014.

GILLER, K.E. **Nitrogen fixation in tropical cropping systems**. Wallingford: CBA International, 2001. 448p.

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

GOMES JÚNIOR, F.; SÁ, M. E.; MURAISHI, C. T. Adubação nitrogenada no feijoeiro em sistema de semeadura direta e preparo convencional do solo. **Acta Scientiarum** v.30, p.673-680, 2008.

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

HEINRICHS, R.; VITTI, G. C.; MOREIRA, A.; FANCELLI, A. L. Produção e estado nutricional do milho em cultivo intercalar com adubos verdes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, p. 225-230, 2005.

HERNANI, L.C.; SALTON, J.C. Conceitos. In: SALTON, J.C.; HERNANI, L.C.; FONTES, C.Z.(Ed.). **Sistema plantio direto: o produtor pergunta e a EMBRAPA responde**. 1.ed. Brasília: EMBRAPA, 1998. 248 p.

HIRAKURI, M.H.; DEBIASI, H.; PROCÓPIO, S. de O.; FRANCHINI, J.C.; CASTRO, C. **Sistemas de Produção: conceitos e definições no contexto agrícola**. Londrina: Embrapa Soja, 2012. 24 p. (Embrapa Soja. Documentos, 335).

HUNGRIA, M.; VARGAS, M.A.T. Environmental factors affecting N<sub>2</sub> fixation in grain legumes in the tropics, with an emphasis on Brazil. **Field Crops Research**, v. 65, p.151-164, 2000.

INOMOTO, M.M.; ASMUS, G.L. Culturas de cobertura e de rotação devem ser plantas não hospedeiras de nematóides. **Plantio direto**. Visão Agrícola: ESALQ/Piracicaba, n. 9, p.112-116, 2009.

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

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).

LARA CABEZAS, W.A.R.; ARRUDA, M.R.; CANTARELLA, H.; PAULETTI, V.; TRIVELIN, P.C.O.; BENDASSOLLI, J.A. Imobilização de nitrogênio da ureia e do sulfato de amônio aplicado em pré-semeadura ou cobertura na cultura de milho, no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.215-226, 2005.

LEMOS, L.B.; FARINELLI, R.; MINGOTTE, F.L.C. Adubação verde e rotação de culturas. 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.117-147.

LEMOS, L.B.; FARINELLI, R. **Rotação do feijoeiro em sistemas de produção agrícolas**. Documentos, IAC, Campinas, 85, 2008. p. 1693-1733.

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

MACEDO, M.C.M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.133-146, 2009.

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.

MALUF, H.J.G.M.; SOARES, E.M.B.; SILVA, I.R. da; NEVES, J.C.L.; SILVA, L. de O.G. Decomposição de resíduos de culturas e mineralização de nutrientes em solo com diferentes texturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.39, p.1681-1689, 2015.

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.

MATEUS, G. P.; WUTKE, E. B. **Espécies de leguminosas utilizadas como adubos verdes**. 2006. Disponível em: <[http://www.aptaregional.sp.gov.br/artigo.php?id\\_artigo=269](http://www.aptaregional.sp.gov.br/artigo.php?id_artigo=269)> Acesso em: 28/04/2016.

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

MINGOTTE, F.L.C.; YADA, M.M.; JARDIM, C.A.; 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.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: Editora UFLA, 2002. 626p.

MOTTER, P; ALMEIDA, H.G. de. **Plantio direto: A tecnologia que revolucionou a agricultura brasileira**. Foz do Iguaçu: Parque Itaipu, 2015. 144 p.

NUNES, U.R.; ANDRADE JÚNIOR, V.C.; SILVA, E.B.; SANTOS, N.F.; COSTA, H.A.O.; FERREIRA, C.A. Produção de palhada de plantas de cobertura e rendimento do feijão em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.943-948, 2006.

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

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.

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

PEREZ, A.A.G.; SORATTO, R.P.; MANZATTO, N.P.; SOUZA, E.F.C. de. 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**, v.37, p.1276-1287, 2013.

PERIN, A.; SANTOS, R.H.S.; URQUIAGA, S.; GUERRA, J.G.M.; CECON, P.R. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.1, p.35-40, 2004.

PORTUGAL, J.R.; PERES, A.R.; RODRIGUES, R.A.F. Aspectos climáticos no feijoeiro. 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.65-75.

PRADO, R. M. **Nutrição de Plantas**. São Paulo: UNESP, 2008, 407 p.

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).

RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B. Cultivares. In: VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T.J.; BORÉM, A. **Feijão**. Viçosa: Editora UFV, 2006. p.415-436.

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

SAGRILO, E.; LEITE, L.F.C.; GALVÃO, S.R.S.; LIMA, E.F. **Manejo Agroecológico do Solo: os Benefícios da Adubação Verde**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2009. 24 p. (Documentos, 193).

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



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

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

SANTOS, P.A.; SILVA, A.F.D.; CARVALHO, M.A.C.D.; CAIONE, G. Adubos verdes e adubação nitrogenada em cobertura no cultivo do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 9, p.123-134, 2010.

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

SEMENTES ADRIANA. **ADR – 300: Reduz nematóides, recicla nutrientes** (Folder técnico de divulgação). 4 p. sem data.

SILVA, A.A.; JAKELAITIS, A. FERREIRA, L.R. Manejo de plantas daninhas no sistema integrado agricultura-pecuária. In: ZAMBOLIM, L.; FERREIRA, A.A.; AGNES, E.L. (Eds.). **Manejo integrado: Integração agricultura-pecuária**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. p.117-169.

SILVA, E.C. da; MURAOKA, T.; FRANZINI, V.I.; SAKADEVAN, K.; BUZETTI, S. Use of nitrogen from fertilizer and cover crops by upland rice in an Oxisol under no-tillage in the Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, p.728-737, 2016.

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, F.A.M.; PINTO, H.S.; SCOPEL, H.; CORBEELS, M.; AFFHOLDER F. Dinâmica da água nas palhadas de milho, milheto e soja utilizadas em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.717-724, 2006a.

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

SILVA, T.R.B.; LEMOS, L.B.; TAVARES, C.A. Produtividade e característica tecnológica de grãos adubados com nitrogênio e molibdênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.739-745, 2006.

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**, v.40, p.377-381, 2005.

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

SKOOPP, J.; JAWSON, M.D.; DORAN, J.W. Steady-State Aerobic Microbial Activity as a Function of Soil Water Content. **Soil Science Society of America Journal**, v.54, p.1619-1625, 1990.

SORATTO, R.P.; FERNANDES, 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**, v.48, p.1351-1359, 2013.

SOUZA, E.F.C.; SORATTO, R.P. Adubação nitrogenada no feijoeiro após milho safrinha consorciado com *Urochloa brizantha* e *Urochloa ruziziensis*. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, p.2669-2680, 2012.

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

STONE, L.F.; SILVEIRA, P.M. da; MOREIRA, J.A.A.; BRAZ, A.J.B.P. Evapotranspiração do feijoeiro irrigado em plantio direto sobre diferentes palhadas de culturas de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.577-582, 2006.

TEIXEIRA, C.M.; CARVALHO, G.J.; SILVA, C.A.; ANDRADE, M.J.B.; PEREIRA, J. M. Liberação de macronutrientes das palhadas de milheto solteiro e consorciado com feijão-de-porco sob cultivo de feijão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p.497-506, 2010.

TELHADO, S.F.P. **Desempenho e produtividade de milho em consórcio com adubos verdes em sistema orgânico de produção**. 2007. 122f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

TEODORO, R.B.; OLIVEIRA, F.L.; SILVA, D.M.N.; FÁVERO, C.; QUARESMA, M.A.L.

TIRITAN, C.S. **Alterações dos atributos químicos do solo e resposta do milho à calagem superficial e incorporada em região de inverno seco**. 2001. 108 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 2001.

TRACY, B.F.; ZHANG, Y. Soil compaction, corn yield response, and soil nutrient pool dynamics within an integrated crop-livestock system in Illinois. **Crop Science**, v. 48, p. 1211-1218, 2008.

VIEIRA, C. Métodos Culturais. In: **Feijão de Alta Produtividade**. Informe Agropecuário: Belo Horizonte, v.25, n.240, p.57-59, 2004.

WANG, K.; SIPES, B.S.; SCHMITT, D.P. Crotalaria as a cover crop for nematode management: A review. **Nematropica**, v.32, n.1, p.35-57, 2002.

WUTKE, E.B.; BRUNINI, O.; BARBANO, M.T.; CASTRO, J.A.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.

YOKOYAMA, L.P.; BANNO, K.; KLUTHCOUSKI, J. Aspectos socioeconômicos da cultura. In: ARAUJO, R. J.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Coord). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFOS, 1996. p.1-21.