

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

“Reguladores Vegetais e Nitrogênio em Cobertura em
Feijoeiro de Inverno no Sistema Plantio Direto”

MARINA MUNHOZ ROSATO FERREIRA

Orientador: Prof. Dr. Orivaldo Arf

Dissertação apresentada à Faculdade de
Engenharia - UNESP – Campus de Ilha Solteira,
para obtenção do título de Mestre em
Agronomia.

Especialidade: Sistemas de Produção

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

F383r Ferreira, Marina Munhoz Rosato.
Reguladores vegetais e nitrogênio em cobertura em feijoeiro de inverno no sistema plantio direto / Marina Munhoz Rosato Ferreira. – Ilha Solteira: [s.n.], 2013
63 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2013

Orientador: Orivaldo Arf
Inclui bibliografia

1. *Phaseolus vulgaris* L. 2. Adubação nitrogenada. 3. Modos de aplicação de reguladores vegetais.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Reguladores Vegetais e Nitrogênio em Cobertura em Feijoeiro de Inverno no Sistema Plantio Direto

AUTORA: MARINA MUNHOZ ROSATO FERREIRA

ORIENTADOR: Prof. Dr. ORIVALDO ARF

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA ,
Área: SISTEMAS DE PRODUÇÃO, pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. ORIVALDO ARF

Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. ANTONIO CESAR BOLONHEZI

Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Profa. Dra. NELI CRISTINA BELMIRO DOS SANTOS

Pólo Regional do Extremo Oeste / Agencia Paulista de Tecnologia dos Agronegocios

Data da realização: 22 de abril de 2013.

“Dedico a Deus, a minha família e principalmente a meu marido, que sempre me apoiaram e me deram força para seguir em frente e lutar pelos meus objetivos.”

AGRADECIMENTOS

A Deus por guiar os meus passos em cada fase da minha vida.

Ao meu marido Luiz Henrique, pelo carinho, incentivo e apoio todos esses anos e por estar ao meu lado nos momentos difíceis e que me fortalece a cada dia.

Aos meus pais Márcia e Sérgio e a meu irmão Matheus pelo amor e confiança.

Ao Professor Dr. Orivaldo Arf, pelo auxílio, paciência, incentivo e orientações na condução deste trabalho.

À Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (SP), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – FEIS/UNESP, pela oportunidade de realização deste trabalho.

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

Aos Funcionários da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Unesp de Ilha Solteira pelo apoio no trabalho em campo.

Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Agronomia pelos ensinamentos e contribuição à minha formação profissional.

Aos Funcionários da seção de Pós-Graduação pelo bom atendimento.

Ao Douglas de Castilho Gitti, pelo auxílio na realização deste trabalho.

Aos meus sogros Waldomiro e Maria Elena e a meu cunhado Guilherme pela amizade e carinho.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte de mais esta etapa vencida, e que mesmo não mencionados neste agradecimento sabem da sua importância em algum momento da minha vida, o meu muito obrigado.

“Construa a sua coragem para lutar contra o que está prendendo você, o que está impedindo você de seus objetivos e sonhos. Seja corajoso em sua vida e na busca das coisas que você quer e na pessoa que você quer se tornar.” (Jim Rohn).

RESUMO

O feijoeiro tem grande importância na economia e alimentação do brasileiro e o nitrogênio é o nutriente absorvido em maior quantidade pelas plantas. O uso de reguladores vegetais aliados à adubação nitrogenada tem sido estudado no sentido de incrementar a produtividade e melhorar a qualidade dos grãos de feijão. Assim, o objetivo do trabalho foi estudar doses de nitrogênio e modos de aplicação de reguladores vegetais no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro de inverno em sistema plantio direto. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com quatro repetições com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 4x4 constituído pela combinação de doses de nitrogênio em cobertura (zero, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹) aplicadas no estágio V₄ e modos de aplicação de reguladores vegetais (aplicação nas sementes - 5,0 mL kg de sementes⁻¹ durante a operação de tratamento das sementes; aplicação via foliar - aplicação de 0,5 L ha⁻¹ na fase R₅; aplicação nas sementes (5,0 mL kg de sementes⁻¹) e via foliar (0,5 L ha⁻¹ na fase R₅)) e uma testemunha (sem aplicação de RVs). Os experimentos foram conduzidos sob pivô central, em sistema plantio direto, após a cultura do arroz (2011) e milho (2012) no município de Selvíria (MS), no período de outono-inverno de 2011 e 2012 em um Latossolo Vermelho distrófico álico e de textura argilosa. Conclui-se que os reguladores vegetais, na dose e modos de aplicação estudados, não influenciam na produtividade; e o aumento nas doses de nitrogênio em cobertura proporcionou incremento na produtividade de grãos, até a máxima dose estudada de 120 kg ha⁻¹.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L.; adubação nitrogenada; modos de aplicação de reguladores vegetais.

ABSTRACT

The common bean is of great importance in the Brazilian economy and feeding and nitrogen is the taken up nutrient in larger amount. The use of plant growth regulators combined with nitrogen fertilization has been studied in order to increase productivity and improve the quality of the common bean seeds. The objective this study was to evaluate doses of sidedressing nitrogen and application methods of plant growth regulators in the development and yield of winter common bean in no tillage system. A randomized blocks design was used, in a factorial scheme 4x4 with 16 treatments constituted by doses of sidedressing nitrogen (zero, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹) applied at V₄ stadium and application methods of plant growth regulators (seed application - 5,0 mL kg⁻¹ of seeds at seeds treatment; leaf spray - 0,5 L ha⁻¹ at R₅ stadium; application by seeds treatment (5,0 mL kg⁻¹ of seeds) and leaf spray (0,5 L ha⁻¹ at R₅ stadium)) and control – without application , in four replications. The study was conducted under center pivot, on tillage system, after rice crop (2011) and corn crop (2012), in Selvíria, Mato Grosso do Sul State, in 2011 and 2012 in fall-winter season, in a dystrophic Haplustox soil. The conclusion: the plant growth regulators, at the dose and application methods studied, not affect common bean yield; and the increasing of the doses of sidedressing nitrogen provided increment in grain yield up to maximum dose of 120 kg ha⁻¹.

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L.; nitrogen fertilization; application methods of plant growth regulators.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ranking dos dez maiores produtores de feijão seco no mundo, 2010.	15
Figura 2. Precipitação pluvial, temperatura média, máxima e mínima do ar registradas durante a condução do experimento 2011 (A) e 2012 (B). Selvíria (MS), 2011 e 2012.	27
Figura 3. Altura de plantas de feijoeiro de inverno irrigado no sistema plantio direto em função das doses de N em cobertura. Selvíria, MS, 2012.	34
Figura 4. Massa seca da parte aérea do feijoeiro de inverno irrigado no sistema plantio direto em função das doses de N em cobertura. Selvíria, MS, 2012.	37
Figura 5. Teor de nitrogênio foliar do feijoeiro de inverno irrigado no sistema plantio direto em função das doses de N em cobertura. Selvíria, MS, 2011.	37
Figura 6. Teor de nitrogênio foliar do feijoeiro de inverno irrigado no sistema plantio direto em função das doses de N em cobertura. Selvíria, MS, 2012.	38
Figura 7. Número de vagens por planta do feijoeiro de inverno irrigado no sistema plantio direto em função das doses de N em cobertura. Selvíria, MS, 2011.	41
Figura 8. Número de vagens por planta do feijoeiro de inverno irrigado no sistema plantio direto em função das doses de N em cobertura. Selvíria, MS, 2012.	41

Figura 9. Número de grãos por planta do feijoeiro de inverno irrigado no sistema plantio direto em função das doses de N em cobertura. Selvíria, MS, 2011.....	42
Figura 10. Número de grãos por planta do feijoeiro de inverno irrigado no sistema plantio direto em função das doses de N em cobertura. Selvíria, MS, 2012.....	42
Figura 11. Número de grãos por vagem do feijoeiro de inverno irrigado no sistema plantio direto em função das doses de N em cobertura. Selvíria, MS, 2011.....	43
Figura 12. Produtividade de grãos do feijoeiro de inverno irrigado no sistema plantio direto em função das doses de N em cobertura. Selvíria, MS, 2012.....	45
Figura 13. Semeadura mecânica do feijoeiro cultivar Pérola no dia 20.04.2011, Selvíria (MS), 2011.....	58
Figura 14. Semeadura mecânica do feijoeiro cultivar Pérola no dia 03.05.2012, Selvíria (MS), 2012.....	58
Figura 15. Sementes de feijão cultivar Pérola tratadas somente com fungicida e inseticida (esquerda e TEST.) e com RVs + fungicida e inseticidas (direita RVS no TS), Selvíria (MS), 2011.....	59
Figura 16. Estádio da cultura no momento da adubação de N em cobertura, V _{4.5} em 2011 (esquerda) e V ₄ em 2012 (direita), Selvíria (MS), 2011 e 2012.....	59
Figura 17. Estádio da cultura no momento da aplicação via foliar dos RVs em R ₅ no ano de 2011 (esquerda) e 2012 (direita), Selvíria (MS), 2011 e 2012.....	60

Figura 18. Aplicação via foliar dos RVs com pulverizador costal com pressão constante (3 kgf cm ⁻²) – CO ₂ , Selvíria (MS), 2011.	60
Figura 19. Vista geral da área experimental aos 30 DAS, Sevíria (MS), 2011.....	61
Figura 20. Vista geral da área experimental aos 60 DAE, Selvíria (MS), 2012.	61
Figura 21. Aspecto geral do experimento no momento da colheita de 10 plantas/parcela para determinação da altura e componentes do rendimento (24.07.2011 – 90 DAE), Selvíria (MS), 2011.	62
Figura 22. Aspecto geral do experimento no momento da colheita de 10 plantas/parcela para determinação da altura e componentes do rendimento (05.08.2012 – 88 DAE), Selvíria (MS), 2012.	62
Figura 23. Aspecto geral do experimento na colheita do feijão aos 93 DAE, Selvíria (MS), 2011.	63
Figura 24. Aspecto geral do experimento na colheita do feijão aos 92 DAE, Selvíria (MS), 2012.	63

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Resultado da análise química do solo, amostrado antes da instalação dos experimentos. Selvíria (MS), 2011 e 2012. 28
- Tabela 2.** Populações inicial, final e altura de plantas em função de doses de nitrogênio e modos de aplicação de reguladores vegetais (RVs) em feijoeiro de inverno irrigado. Selvíria (MS), 2011 e 2012..... 33
- Tabela 3.** Massa de matéria seca da parte aérea e teor de N nas folhas em função de doses de nitrogênio e modos de aplicação de reguladores vegetais (RVs) em feijoeiro de inverno irrigado. Selvíria (MS), 2011 e 2012..... 36
- Tabela 4.** Número de vagens por planta, número de grãos por planta e número de grãos por vagem em função de doses de nitrogênio e modos de aplicação de reguladores vegetais (RVs) em feijoeiro de inverno irrigado. Selvíria (MS), 2011 e 2012. 40
- Tabela 5.** Massa de 100 grãos e produtividade de grãos em função de doses de nitrogênio e modos de aplicação de reguladores vegetais (RVs) em feijoeiro de inverno irrigado. Selvíria (MS), 2011 e 2012..... 44

SUMÁRIO

1	INTODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1	A CULTURA DO FEIJÃO	15
2.2	ADUBAÇÃO NITROGENADA EM SISTEMA PLANTIO DIRETO.....	16
2.3	USO DE REGULADORES VEGETAIS NA AGRICULTURA	21
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.1	ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO	27
3.2	PREPARO DA ÀREA E SEMEADURA.....	28
3.3	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	28
3.4	INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO	29
3.5	AVALIAÇÕES REALIZADAS.....	30
3.6	ANÁLISE ESTATÍSTICA	31
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
5	CONCLUSÕES.....	47
	REFERÊNCIAS.....	48
	APÊNDICE – FOTOS DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	57

1 INTRODUÇÃO

O nitrogênio é o nutriente exigido em maiores quantidades pelo feijoeiro. Além de ser amplamente destacado e reconhecido pela sua importância no crescimento do feijoeiro e, principalmente, pelo incremento de produtividade (BUZETTI et al., 1992). A época de maior exigência é no florescimento, apesar de sua absorção ocorrer praticamente durante todo o ciclo da cultura.

A fixação simbiótica de N não é suficiente para atender a demanda da planta, assim, os resultados, quanto à aplicação de nitrogênio em cobertura, tem sido positivos apresentando, em geral, ganhos na produtividade. No entanto, as respostas a esse nutriente, em sistema plantio direto, podem variar em função da espécie e quantidade de palha. No sistema plantio direto em sucessão a gramíneas, em comparação ao manejo convencional, talvez exista a necessidade de se utilizar doses maiores de nitrogênio, em virtude da velocidade de decomposição e relação C/N da palha, no processo de imobilização do nitrogênio.

O manejo da adubação nitrogenada em cobertura e de outras tecnologias, como a aplicação de reguladores vegetais (RVs), pode interferir na produtividade e na qualidade do feijão. Na busca por incrementos na produtividade e na qualidade dos grãos de feijão, pesquisas têm apontado para o uso de reguladores vegetais como uma técnica viável para o manejo desta cultura.

Os reguladores vegetais podem ser aplicados tanto no tratamento de sementes e/ou pulverizações foliares e sendo os mesmos hormônios vegetais (auxina, giberelina e citocinina), que atuam em processos como germinação, crescimento e desenvolvimento vegetal, florescimento, frutificação e maturação, podendo também aumentar a absorção de água e nutrientes pelas plantas, acredita-se que o seu uso pode favorecer o desempenho dos processos vitais da planta permitindo ganhos e melhorias na qualidade dos grãos em condições adversas.

Várias culturas têm apresentado resultados positivos, como o amendoim, sorgo, trigo, cana, feijão e outras, no entanto alguns resultados têm se mostrado contraditórios o que evidencia a necessidade de se realizar mais estudos sobre os efeitos desses produtos em diferentes culturas, cultivares, modos e época de aplicação e doses já que as respostas das plantas podem variar em função das condições ambientais.

Os trabalhos realizados até o momento prestigiam a utilização isolada de RVs ou adubação nitrogenada e não a sua associação. Não se sabe se existe alguma interação da

utilização destes RVs com a adubação nitrogenada, se o uso dos RVs pode melhorar a eficiência de utilização do N ou se podem aumentar a demanda de N para atingir maiores níveis de produtividade devido ao aumento do crescimento que eles podem propiciar. Além do que, a ação de um produto hormonal (RVs) pode ser limitada por diversos fatores, dentre eles, a nutrição da planta.

Assim, a combinação de doses de nitrogênio com o regulador vegetal pode ser uma alternativa viável e de baixo custo para aumentar a produtividade e a qualidade de grãos dessa importante cultura no Brasil. Neste sentido, objetivou-se avaliar o efeito de doses de nitrogênio em cobertura e modos de aplicação de reguladores vegetais (Stimulate®) no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro de inverno no sistema plantio direto.

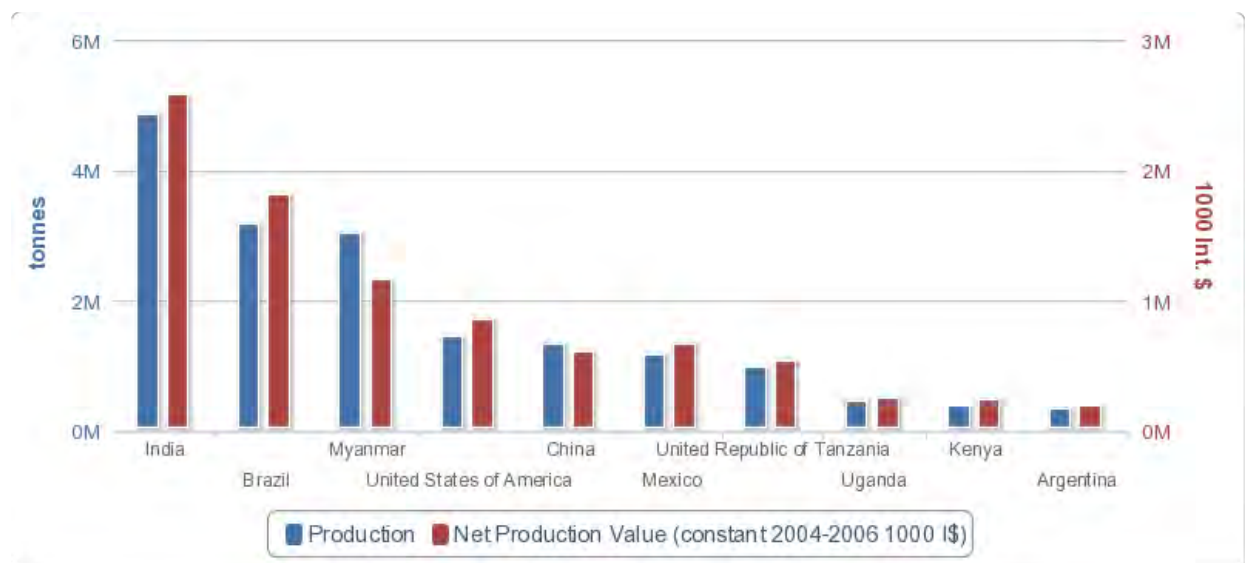
2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CULTURA DO FEIJÃO

O feijão é uma importante fonte de proteína e componente na dieta alimentar da população menos favorecida dos países em desenvolvimento. Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (2012) a produção total prevista para a safra 2011/12 (total – 1ª, 2ª e 3ª safra) foi de 2,9 milhões de toneladas e área colhida de aproximadamente 3,2 milhões de hectares.

A Índia e o Brasil são os maiores produtores mundiais de feijão, com produção de aproximadamente 4,87 e 3,16 milhões de toneladas (Figura 1), respectivamente (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS/FAOSTAT - FAO, 2013).

Figura 1. Ranking dos dez maiores produtores de feijão seco no mundo, 2010.



Fonte: Food and agriculture organization of the united nations/FAOSTAT – FAO, 2013.

O Brasil é o maior consumidor e segundo maior produtor de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) do mundo, mas, no entanto a produtividade brasileira está muito baixa em relação ao potencial que a cultura pode atingir, mais de 4.000 kg ha⁻¹. Por tanto, na busca de elevação dos níveis atuais de produtividade e redução nos custos de produção, novas tecnologias estão sendo incorporadas aos sistemas de produção do feijoeiro no Brasil.

Devido à sua boa adaptação às mais variadas condições de clima e solo de nosso país, o feijoeiro é explorado na maioria dos sistemas produtivos dos pequenos, médios e grandes produtores. É uma das principais culturas utilizadas na entressafra, em sistemas irrigados, nas regiões central e sudeste do Brasil (BARBOSA FILHO; FAGERIA; SILVA, 2001).

Pode ser cultivado em três safras anuais, “das águas” (de setembro a dezembro), “da seca” (de janeiro a março) e “de inverno” (maio a julho). Outra prática que tem sido utilizada e que os resultados de estudos têm viabilizado no cultivo do feijoeiro é o sistema plantio direto que, reduz a erosão do solo, aumenta a retenção de água do solo, controla a população de plantas daninhas e reduz o custo de produção. Além disso, permite racionalizar os custos, o uso de equipamentos e o tempo, e melhorar a qualidade do solo (SALTON; HERNANI; FONTES, 1998). Além da superioridade, em alguns casos, do sistema plantio direto no rendimento do feijoeiro observadas por Silva; Andrade e Ramalho (1996) e Merten (1994).

2.2 ADUBAÇÃO NITROGENADA NO SISTEMA PLANTIO DIRETO

O feijoeiro é uma planta exigente em nutrientes, principalmente em relação ao nitrogênio, sendo este de maior absorção e extração pela cultura (ALVAREZ et al., 2005). Como leguminosa produtora de grãos ricos em proteína, requer um suprimento adequado de N, tanto para a formação de vagens e grãos (BUZETTI et al., 1992).

O feijoeiro apresenta algumas particularidades importantes do ponto de vista da adubação, pois é uma cultura que apresenta ciclo curto e possui um sistema radicular pouco profundo (BOARETTO ; ROSOLEM, 1989). Necessita que os nutrientes estejam prontamente disponíveis nos estádios de demanda, para que não haja limitação da produtividade (SILVA ; SILVEIRA, 2000).

O nitrogênio é o nutriente absorvido em maiores quantidades pelo feijoeiro e, pelo fato de aproximadamente 50% do N total absorvido ser exportado para os grãos, a sua deficiência é a mais freqüente (OLIVEIRA et al., 1996). Devendo-se precisar a dose e época corretas, de modo a propiciar boa nutrição da planta no momento em que ainda é possível aumentar o número de vagens por planta, ou seja, até o início do florescimento (CARVALHO et al., 2001).

O fornecimento adequado do N pelo solo ou pelo solo mais adubo, como regra, melhora a qualidade dos produtos agrícolas. O excesso, porém, pode ser prejudicial. O nitrogênio é constituinte de aminoácidos, proteínas, enzimas e coenzimas, ácidos nucléicos,

vitaminas, glico e lipoproteínas, pigmentos e produtos secundários. Participa de processos como: absorção iônica, fotossíntese, respiração, síntese em geral, multiplicação e diferenciação celular (MALAVOLTA, 2006).

Arf et al. (1994) citaram que a adubação nitrogenada na cultura do feijão pode ser utilizada com objetivo de aumentar a produtividade e, ainda, como alternativa para elevar o teor protéico dos grãos colhidos, melhorando assim o seu valor nutritivo.

Devido à mobilidade do nitrogênio no solo, esse nutriente tem sido pesquisado tanto no sistema convencional como no sistema plantio direto, pois apesar do feijoeiro apresentar respostas a doses de nitrogênio, quando utilizado em sistema convencional, o acúmulo de matéria orgânica comum no sistema plantio direto influencia diretamente a disponibilidade do nutriente, mudando, dessa forma, sua dinâmica no solo. Portanto, espera-se que no sistema plantio direto a cultura apresente resultados diferenciados, de acordo com a dose e as plantas de cobertura utilizadas (SATO et al., 2002).

O uso da irrigação permitiu o surgimento de uma nova época de cultivo denominada “cultivo de inverno”, com semeadura realizada nos meses de maio a julho. Essa nova época chamou a atenção dos médios e grandes produtores que, auxiliados pelo melhor uso de tecnologia, conseguem produzir e colocar o feijão no mercado no período de entressafra (NASCIMENTO et al., 2004). Uma prática que tem sido utilizada no cultivo do feijoeiro irrigado por aspersão é o sistema plantio direto e vem tendo aceitação cada vez maior na região do cerrado. Com isso, é preciso ajustar o manejo da adubação nitrogenada a esse sistema (SILVA; STONE; MOREIRA, 2002).

As primeiras pesquisas nacionais com o cultivo do feijoeiro no sistema plantio direto foram realizadas pelo IAPAR, os resultados obtidos mostraram a viabilidade da inclusão desta cultura no sistema de rotação de culturas em sistema plantio direto (BALBINO et al., 1996).

Da mesma forma, resultados obtidos por Silva et al. (2001) permitiram concluir que as maiores produtividades do feijoeiro foram obtidas ao se adotar o sistema plantio direto, quando em função da maior preservação de umidade sob os resíduos vegetais, o crescimento radicular teria sido estimulado.

Stone e Moreira (2001) verificaram que a produtividade do feijoeiro aumenta com o decorrer do tempo de adoção do sistema plantio direto, onde os mesmos constataram rendimentos de 1.072, 1.652 e 2.542 kg ha⁻¹ para os cultivos de 1995 + 1996 (média), 1997 e 1998, respectivamente, para a cultivar Aporé, utilizando o milho (1995 e 1996) e o arroz (1997 e 1998) como cultura anterior.

Nos trópicos, a decomposição da palhada em sistema de plantio direto é rápida (SANCHEZ ; LOGAN, 1992), exigindo que plantas que tenham uma relação C/N mais ampla sejam utilizadas no sistema, permitindo assim uma retenção de palha por mais tempo. Essa situação favorece bastante o uso do arroz no sistema, uma vez que esta planta tem relação C/N alta, essencial para a manutenção da palhada na superfície do solo por maior período, além das melhorias nas propriedades físicas do solo (MEIRA et al., 2005).

Moreira et al. (2003) observaram que a palhada do milho tem efeito mais duradouro na superfície do solo que a da soja, em virtude de sua constituição química. Na palhada do milho, a relação C/N e os teores de lignina, celulose e hemicelulose em sua constituição são maiores que na soja, o que confere à palhada do milho maior resistência à degradação pelos microrganismos do solo.

O feijoeiro em sistema plantio direto apresentou maior resposta ao N aplicado em cobertura, confirmando a hipótese de que nesse sistema a aplicação de doses de N mais elevadas pode proporcionar maiores produtividades, quando comparado com o cultivo sob preparo convencional (SORATTO; CARVALHO; ARF, 2004). Os mesmos autores citam que, a eficiência de utilização do N foi maior no sistema plantio direto, principalmente com a utilização de doses mais elevadas, que aumentaram a produtividade em aproximadamente três vezes, quando comparada ao sistema de preparo convencional.

Mingotte et al. (2012) observaram que o feijoeiro (IPR Juriti) cultivado em sucessão ao milho exclusivo, mesmo na maior dose de N aplicada (160 kg ha^{-1}), se sobressaiu em relação aos demais sistemas de cultivo (milho consorciado com *Urochloa ruziziensis* e *U. ruziziensis* exclusiva), proporcionando maiores acréscimos na produtividade e nos valores de produção e, conseqüentemente maior margem bruta de ganho.

Em sistemas de cultivo do feijoeiro irrigado com SPD, o N tem sido aplicado parte no plantio e o restante em cobertura superficialmente sobre os resíduos vegetais da cultura anterior. A eficiência desta estratégia de manejo depende da dose e da época em que o N é aplicado, sendo mais eficiente quanto melhor o sincronismo entre a época de fornecimento do mesmo e a época de maior demanda da planta. Portanto, as estratégias de aplicação de N devem ter por base a minimização das perdas desse nutriente e, conseqüentemente, o seu maior aproveitamento pelas culturas (BARBOSA FILHO; COBUCCI; MENDES, 2005).

Segundo Fox, Kern e Piekielek (1986), dentre as formas de aplicação de N, a de cobertura tem sido a mais eficiente (rendimento/unidade de N aplicado), pois, além de fornecimento do nutriente em época de maior exigência, a absorção do NH_3 pelas folhas inferiores das plantas pode reduzir as perdas por volatilização.

Apesar da absorção de N ocorrer praticamente durante todo o ciclo do feijoeiro, Arf et al. (1999) enfatizaram que a época de maior exigência acontece dos 35 aos 50 dias da emergência das plântulas, quando a velocidade de absorção é máxima.

Barbosa Filho e Silva (1994) e Stone e Moreira (2001) verificaram resposta positiva do feijoeiro ao N aplicado em cobertura, até a dose máxima testada (120 kg ha^{-1}). Arf et al. (2004) observaram que o número de sementes por vagem foi influenciado pelas doses de N aplicadas em cobertura, indicando que uma melhor nutrição em N pode aumentar o número de óvulos fertilizados por vagem, com os dados se ajustando a uma equação linear crescente.

De acordo com Rosolem (1987), o aproveitamento desse nutriente é maior quando aplicado em cobertura no máximo até 36 dias após a emergência das plantas.

Já Araújo et al. (1994) verificaram que a adubação nitrogenada parcelada, em cobertura, até os 30 dias após a emergência das plantas (DAE) é vantajosa para a cultura do feijão. Ambrosano et al. (1996), avaliando a aplicação de N em cobertura no cultivo de feijão irrigado no inverno, constataram que a produtividade pode ser aumentada pela adição de N, e que as doses únicas aplicadas em cobertura foram mais eficientes do que as aplicadas somente na semeadura, com melhor época de aplicação aos 25 DAE.

Soratto et al. (2001) constataram que a aplicação de doses crescentes de nitrogênio em cobertura ($0, 25, 50, 75$ e 100 kg ha^{-1}) proporcionou melhor desenvolvimento da cultura do feijão irrigado, cultivado em sistema de plantio direto, e aumento na produtividade. E que a aplicação do nitrogênio em cobertura aos 15 DAE, proporcionou maior produtividade de grãos, quando comparado com a aplicação aos 35 DAE.

Para Soratto et al. (2006) a produtividade do feijoeiro, cultivado em sistema plantio direto, pode ser aumentada pela aplicação de N em cobertura, independentemente do parcelamento da adubação, entre os estádios V_4 (22 DAE) e R_5 (35 DAE) utilizando como fonte a uréia.

Soratto, Carvalho e Arf (2006) concluíram que a aplicação de N em cobertura, aos 15 e ou, 30 dias da emergência, proporcionou acréscimos nos componentes da produção, até a dose máxima testada (140 kg ha^{-1}), levando ao aumento da produtividade do feijoeiro (IAC Carioca) irrigado em sistema plantio direto.

Cunha et al. (2011), testando duas fontes de N (uréia normal e aditivada), duas formas de aplicação (em superfície e incorporada) e quatro doses de N em cobertura ($0, 60, 120$ e 180 kg ha^{-1}), cultivar BRS Supremo, observaram que a aplicação de doses maiores proporcionou a obtenção de grãos com maior massa, sendo o valor máximo obtido com a aplicação de 175 kg ha^{-1} de N em cobertura.

Toledo et al. (2009) verificaram que aplicação adicional de N em cobertura, no estágio V₄, proporcionou a obtenção de sementes de melhor qualidade fisiológica, logo após a colheita e após quatro meses de armazenamento, entretanto, o efeito das doses de nitrogênio em cobertura, no início do estágio R₇ das plantas, na qualidade fisiológica de sementes de feijão do cultivar Pérola, não foi mais observado após quatro meses de armazenamento. No entanto, para Crusciol et al. (2003) as doses de N aplicadas (semeadura e cobertura) não se mostraram consistentes quanto aos seus efeitos sobre a qualidade fisiológica, avaliada logo após a colheita, podendo-se afirmar que não houve efeito favorável da adubação nitrogenada sobre a germinação e o vigor de sementes de feijão.

Binotti et al. (2007) não verificaram influência das seguintes épocas de aplicação do nitrogênio: semeadura, estágio V₃, V₄, 1/2 semeadura (S) + 1/2 V₃, 1/2 S + 1/2 V₄, 1/2 V₃ + 1/2 V₄ e 1/3 S + 1/3 V₃ + 1/3 V₄, utilizando a dose de 75 kg ha⁻¹ de nitrogênio na forma de uréia, na produtividade do feijoeiro. Carvalho et al. (2001) também verificaram que a aplicação de N, em diferentes parcelamentos na semeadura e em cobertura, não afetou a produtividade do feijoeiro de inverno.

Silva et al. (2002a) ao avaliarem a resposta do feijoeiro à adubação nitrogenada em cobertura, verificaram que a dose de 100 kg ha⁻¹ proporcionou diferenças significativas no número de vagens e de grãos por planta. Por outro lado, Rodrigues et al. (2002), avaliaram o rendimento de grãos e os demais componentes de produção do feijoeiro em função de doses de nitrogênio, e verificaram que o número de grãos por vagem não foi influenciado pelo incremento de doses de N. Sato et al. (2002), estudando o efeito de doses de nitrogênio na cultura do feijoeiro, também verificaram que para o número de grãos por vagem a aplicação de diferentes doses de nitrogênio em cobertura não revelou diferenças significativas.

A aplicação de doses de N em cobertura, na forma de uréia, promoveu aumento linear na massa de matéria seca da parte aérea das plantas e no número de vagens por planta, além de incremento na produtividade de grãos até a dose estimada de 95 kg ha⁻¹ de N, em feijoeiro cultivado sob sistema plantio direto, em sucessão a aveia-preta (CRUSCIOL et al., 2007).

Silva et al. (2002b), testaram no feijoeiro doses crescentes de N em cobertura e verificaram que com o aumento dos níveis de nitrogênio houve aumento na produtividade de grãos, sendo que 150 kg ha⁻¹ de N proporcionaram a maior produção. Por outro lado, Arf et al. (2002), trabalhando na região de Selvíria/MS, não obtiveram aumento na massa de 100 grãos nem na produtividade do feijoeiro com a aplicação de doses de N em cobertura.

2.3 USO DE REGULADORES VEGETAIS NO FEIJOEIRO

Vários estudos têm apontado o uso de reguladores vegetais com o intuito de aumento de produtividade embora não se sabe ao certo qual a maneira mais eficiente de aplicação deste produto.

Hinojosa (2005) denominou reguladores de crescimento vegetal a substância sintética que produz efeitos similares aos hormônios vegetais.

Conforme Taiz e Zeiger (2003) seis grupos de substâncias são considerados hormônios vegetais: auxinas, giberelinas, citocininas, etileno, ácido abscísico e brassinoesteróides. Esses grupos atendem às premissas relativas ao conceito atual de hormônios vegetais. As citocininas possuem grande capacidade de promover divisão celular por atuarem no ciclo celular, participando no processo de diferenciação celular e alongamento, principalmente quando interagem com as auxinas. Quanto às auxinas, elas têm como principal efeito fisiológico a indução do alongamento celular pela ativação da bomba de prótons (ATPase), promovendo, dessa forma, a acidificação da parede celular, possibilitando a ação das enzimas hidrolíticas sintetizadas pela ação das giberelinas.

As giberelinas são mais frequentemente associadas à promoção de crescimento da haste e, a aplicação de giberelinas pode induzir grandes aumentos na altura das plantas. Elas atuam em diversos fenômenos fisiológicos, especialmente germinação de sementes, mobilização de reservas armazenadas no endosperma, crescimento da parte aérea, florescimento, desenvolvimento de flores e frutificação (HIGASHI et al., 2002).

Levando-se em consideração que os reguladores vegetais tem em sua constituição o ácido indolbutírico (auxina) à 0,005%, cinetina (citocinina) à 0,009% e ácido giberélico (giberelina) à 0,005%, sendo eles hormônios vegetais, que atuam como mediadores de processo fisiológicos acredita-se que estes reguladores vegetais podem em função de suas composições, concentração e proporção das substâncias, incrementar o crescimento e desenvolvimento vegetal estimulando a divisão celular, podendo também aumentar a absorção de água e nutrientes pelas plantas (VIEIRA ; CASTRO, 2002).

De acordo com a Stoller do Brasil (1998) o uso de reguladores vegetais possui a capacidade de estimular o desenvolvimento radicular aumentando a absorção de água e nutrientes pelas raízes, podendo favorecer também o equilíbrio hormonal da planta.

Todos os aspectos do desenvolvimento radicular são influenciados pelos hormônios vegetais, com fortes efeitos atribuídos à auxina, citocinina e etileno (SCHIEFELBEIN ; BENFEY, 1991).

Substâncias naturais ou sintéticas, consideradas reguladores vegetais, podem ser aplicadas diretamente nas plantas (folhas, frutos, sementes, toletes), provocando alterações nos processos vitais e estruturais, com a finalidade de incrementar a produção, melhorar a qualidade e facilitar a colheita. Por meio dessas substâncias, pode-se interferir em diversos processos, tais como: enraizamento, floração, frutificação e senescência (CASTRO ; VIEIRA, 2001). Quando aplicadas nas sementes ou nas folhas, podem interferir em processos como germinação, enraizamento, floração, frutificação e senescência (CASTRO ; MELOTTO, 1989).

Essas substâncias são eficientes quando aplicadas em baixas doses favorecendo o bom desempenho dos processos vitais da planta e permitindo a obtenção de maiores e melhores colheitas, além de garantir rendimentos satisfatórios em condições ambientais adversas (CASILLAS et al., 1986).

O momento correto para aplicação de reguladores vegetais (RVs) ainda não está totalmente definido, em função de diversos fatores que podem influenciar neste processo, como as condições climáticas, que são diferentes de ano para ano, as condições culturais, classe de solo, controle de pragas, aspectos nutricionais, as relações água – planta - atmosfera e as características e potencialidades genéticas das plantas (VIEIRA ; MONTEIRO, 2002). Além da forma de aplicação que pode ser nas sementes através do tratamento antes da semeadura ou pulverização na linha de semeadura e via pulverização foliar que pode ser realizada em determinados estádios fenológicos dependendo da cultura que se utilizará o bioestimulante (MILLÉO; VENANCIO; MONFERDINI, 2000; ÁVILA et al., 2008).

Cobucci, Curuck e Silva (2005), em três experimentos conduzidos na região de Unaí, MG, detectaram que o uso dos RVs (Stimulate[®]) aplicado nas fases fisiológicas R₅ e R₇ proporcionou aumento significativo na produtividade do feijoeiro, independente do cultivo utilizado, cultivo de inverno no sistema plantio direto irrigado sob a palhada do milho e cultivo de verão no sistema plantio direto sob a palhada do consórcio milho mais braquiária, ambos utilizando a cultivar Pérola.

Cobucci et al. (2008), em experimento realizado no período de inverno de 2004 em Unaí/MG, demonstraram que a aplicação de reguladores vegetais (Stimulate[®]), quando as plantas se encontravam na fase fisiológica R₅, proporcionou aumento de 30% na produtividade do feijoeiro, quando comparado à testemunha. Cabe ressaltar a importância da fase fisiológica da planta no momento da aplicação, visto que os RVs aplicado na mesma dose, porém em V₄, não surtiu efeito positivo na produtividade. Os autores confirmaram em outros experimentos (verão – Unaí/MG e inverno – Cristalina/GO) o efeito positivo dos RVs,

quando aplicado em R₅ e R₇, sobre a produtividade do feijoeiro. Concluíram ainda que a aplicação dos RVs via foliar favoreceu os parâmetros vagem por planta, massa de grãos por planta e produtividade, conseqüentemente.

Avaliando o efeito do Stimulate[®] (250, 750 e 1000 mL ha⁻¹), aplicado nas sementes e em pulverizações (3^o trifólio, 15 dias depois e no início do florescimento), no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro cultivar carioca, Alleoni, Bosqueiro e Rossi (2000) concluíram que a aplicação dos RVs via tratamento de sementes (250 mL ha⁻¹) e posteriormente foliar (750 mL ha⁻¹) favoreceu apenas a massa seca de plantas no estágio de 3^o trifólio, enquanto que os outros parâmetros avaliados (stand inicial e final, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, internos, peso seco de plantas no estágio de florescimento e produtividade) não foram influenciados estatisticamente pela aplicação do produto.

Vellini e Rosolem (1997), avaliando a eficiência agrônômica do Stimulate[®] na cultura do feijão, concluíram que esse produto pode ter efeito positivo na produtividade, quando aplicado associado ao cobalto e ao molibdênio, podendo também aumentar a produção de proteína pelo feijoeiro. Ressaltaram que o valor protéico estava relacionado a uma melhor nutrição nitrogenada da planta.

Rossi (2011) observou que apenas no ano de 2010, de feijoeiro de inverno irrigado, a produtividade foi influenciada pelas doses do regulador vegetal e pelos modos de aplicação, sendo a melhor dose de 0,5 L ha⁻¹ do produto comercial e a aplicação realizada de maneira parcelada com metade da dose no estágio V₄₋₅ e o restante em R₅.

Abrantes et al. (2011) em experimento utilizando duas cultivares de feijão (Carioca Precoce e IAC Apuã) de inverno em condições de cerrado, observaram que para a produtividade de grãos ocorreram diferenças significativas entre as doses e épocas de aplicação do regulador vegetal, sendo que a produtividade aumentou linearmente mediante ao aumento das doses do regulador vegetal, obtendo-se na dose máxima (2 L ha⁻¹) o valor de 2414 kg ha⁻¹, e o estágio reprodutivo (R₅) foi o que proporcionou melhor produtividade, em média 822 kg ha⁻¹ a mais do que quando o produto foi aplicado no estágio vegetativo (V₄).

Ávila et al. (2010) concluíram que a aplicação de reguladores vegetais e Ca + B, associados ou não em pulverização foliar em dois estádios (V₄ e R₅) na cultura do feijoeiro (cultivar IPR Colibri), sob palhada de *Brachiaria* spp., em Umuarama/PR, não apresentaram melhorias no desempenho da cultura (número de sementes por vagem; massa de mil sementes e produtividade).

Vieira (2001) observou que a aplicação do Stimulate[®], via semente, na concentração de 7,0 mL kg⁻¹ de sementes favoreceu significativamente a germinação de sementes e o vigor de plântulas de soja, feijoeiro e arroz. Tal resultado confirma um possível efeito sinérgico entre esses hormônios vegetais.

Bernardes et al. (2010), avaliando as seguintes variáveis, estande inicial e final, massa de cem grãos, número de vagens por planta e rendimento de grãos do feijoeiro, cultivar BRS Valente, observaram que as mesmas não foram influenciadas pelo uso de reguladores vegetais tanto na aplicação no tratamento de sementes quanto em aplicação via foliar (V₄).

Almeida (2011), avaliando diferentes formas e épocas (tratamento de sementes, via foliar em V₄ e R₅) de aplicação de reguladores vegetais na cultura do feijão (cultivar Pérola) e quatro doses de N em cobertura (0, 45, 90 e 180 kg ha⁻¹), em Botucatu/SP, em duas safras (“das águas” e “da seca”), observou que a aplicação de reguladores vegetais não afetou significativamente a produtividade do feijoeiro e o teor de proteína bruta dos grãos em ambas as safras. Ressalta ainda que, em ambas as safras verificou-se pequena influência da aplicação de reguladores vegetais na eficiência agrônômica do N aplicado na cultura do feijão.

Rossi (2011), em dois anos de cultivo, testando doses e modos de aplicação de reguladores vegetais e doses crescentes de nitrogênio em cobertura, em feijoeiro de inverno irrigado, observou que para produtividade de grãos houve diferenças entre as doses de reguladores vegetais, efeitos das doses de nitrogênio e interação entre os dois fatores para o ano de 2009. Os resultados obtidos pelo autor indicam possível interação entre o adubo nitrogenado e os reguladores vegetais para a produtividade de grãos de feijão, quando observou que, utilizando a dose mais alta de nitrogênio em cobertura (105 kg ha⁻¹) juntamente com 0,5 e 1,0 L do produto comercial ocorreram acréscimos de 8,47% e 16,44% respectivamente, em relação à testemunha.

Lana et al. (2009) observaram efeito dos reguladores vegetais na cultura do feijão cultivar Carioca, em Uberlândia/MG, quando aplicado via semente e posteriormente via foliar, proporcionando incrementos na produtividade do feijoeiro em relação a testemunha (ausência de RVs).

Santos et al. (2010) observaram que a aplicação de RVs nas sementes associada à pulverizações foliares nos estádios V₄ e R₅, na dose de 250 mL ha⁻¹, promoveram incremento na produtividade de grãos de feijoeiro cultivar Pérola em sistema plantio direto.

Devido às respostas obtidas em vários trabalhos, a obtenção de doses de nitrogênio adequadas e o uso de outras tecnologias como a utilização de reguladores vegetais aplicados via semente e/ou via foliar podem ser de suma importância para a cultura do feijão e seu

manejo no sistema plantio direto, no sentido de oferecer maior segurança e possibilidade de aumento de produtividade. Existem também inúmeras dúvidas com relação à eficiência dos reguladores vegetais e se existe alguma interação dessa prática com a adubação nitrogenada.

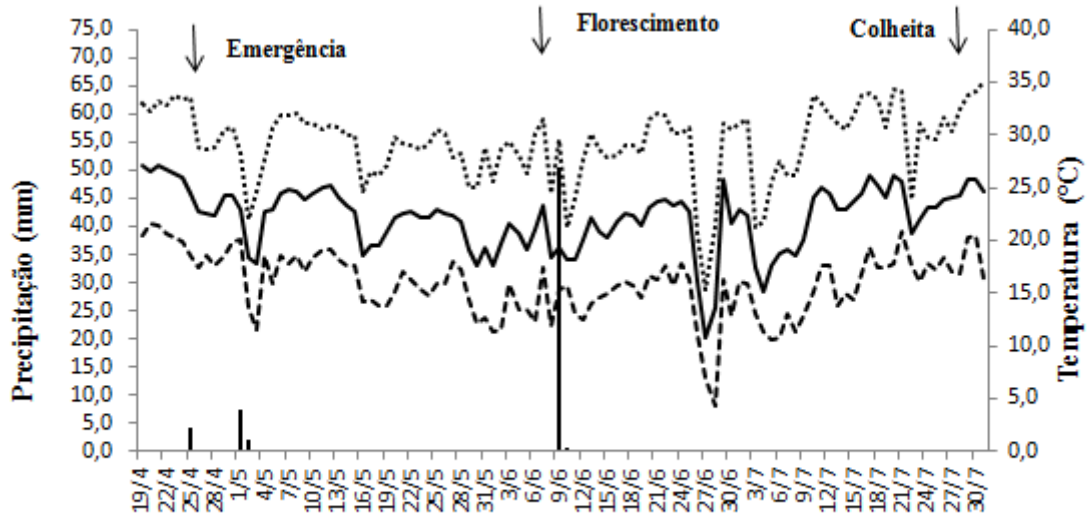
3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram desenvolvidos no período de inverno dos anos de 2011 e 2012 em área experimental da Fazenda de Ensino e Pesquisa da UNESP - Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria (MS), que tem como coordenadas geográficas aproximadas de 20° 20' 55" S e 51° 24' 34" W e 345 m de altitude.

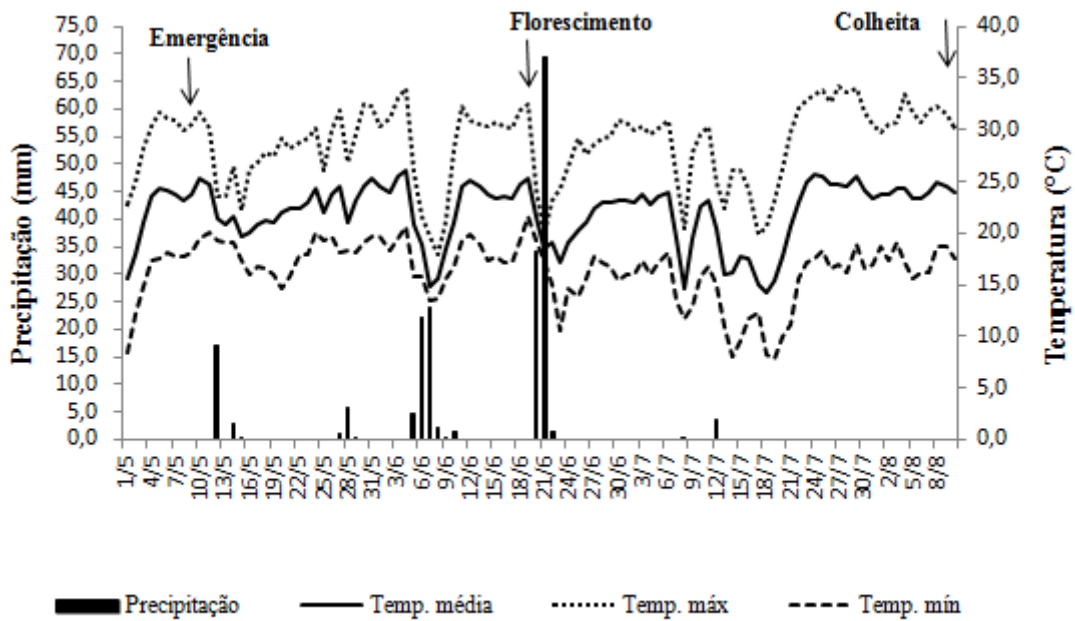
O solo da área é um Latossolo Vermelho distrófico álico e de textura argilosa, segundo a classificação da Embrapa (2006). A precipitação média anual é de 1370 mm, a temperatura média anual é de 23,5 °C e a umidade relativa do ar está entre 70 e 80% (média anual).

Os dados climáticos durante o ciclo da cultura podem ser observados na Figura 2. Durante o ciclo do feijoeiro no ano de 2011 a precipitação pluvial total foi de 64,3 mm e no ano de 2012 a precipitação pluvial total foi de 190,4 mm. As irrigações suplementares foram realizadas através do pivô central.

Figura 2. Precipitação pluvial, temperatura média, máxima e mínima do ar registradas durante a condução do experimento 2011 (A) e 2012 (B). Selvíria (MS), 2011 e 2012.



(A)



(B)

Fonte: Elaboração do autor utilizando dados da Estação Meteorológica da Unesp - Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria (MS).

3.1 ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO

Antes da instalação do experimento foram realizadas amostragens do solo da área na camada de 0,0 a 0,10 m e de 0,10 a 0,20 m (2011) e de 0,0 a 0,20 m e de 0,20 a 0,40 m (2012)

para análise, conforme metodologia descrita por Raij et al. (1997). Os resultados das análises químicas das áreas experimentais estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultado da análise química do solo, amostrado antes da instalação dos experimentos. Selvíria (MS), 2011 e 2012.

Prof. (m)	P resina mg dm ⁻³	M.O. g dm ⁻³	pH (CaCl ₂)	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V (%)
-----Área experimental 2011-----											
0 – 0,1	35	37	6,1	4,1	50	22	18	0	76	94	81
0,1 - 0,2	40	20	4,6	1,3	9	7	38	6	17	55	31
-----Área experimental 2012-----											
0 – 0,2	10	18	4,7	2,8	25	13	21	1	41	62	66
0,2 – 0,4	7	12	4,8	1,6	17	9	18	1	28	46	61

Fonte: Dados da pesquisa.

3.2 PREPARO DA ÀREA E SEMEADURA

A cultura foi instalada sob pivô central, em sistema plantio direto, após a cultura do arroz (área experimental 2011) e milho (área experimental 2012), em áreas onde o sistema foi instalado há mais de cinco anos.

3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com 16 tratamentos dispostos em esquema fatorial 4x4 e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de quatro doses de nitrogênio em cobertura (zero, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹), independentes da adubação de semeadura, utilizando como fonte a uréia, aplicada na fase V₄; e quatro modos de aplicação de reguladores vegetais, Stimulate[®] (1- aplicação nas sementes - 5,0 mL kg de sementes⁻¹ durante a operação de tratamento das sementes; 2- aplicação via foliar - 0,5 L ha⁻¹ na fase R₅, utilizando um pulverizador costal com pressão constante (3 kgf cm⁻²) - CO₂ - com pontas de pulverização TXA 80.02, aplicando-se volume de calda equivalente a 200 L ha⁻¹; 3- aplicação no tratamento de sementes - 5,0 mL kg de sementes⁻¹ e posteriormente foliar - 0,5 L ha⁻¹ na fase R₅), e uma testemunha (sem aplicação de RVs).

As parcelas foram constituídas por 7 linhas de 4,5 m de comprimento, sendo considerada como área útil as 5 linhas centrais. A composição do produto Stimulate[®] é a seguinte: ácido indolbutírico (auxina) à 0,005%, cinetina (citocinina) à 0,009% e ácido giberélico (giberelina) à 0,005%.

3.4 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

Antes da instalação do experimento de feijão no período “de inverno” a área foi cultivada com arroz na safra verão no ano agrícola 2010/11 e com milho na safra 2011/12. As plantas presentes na área foram dessecadas utilizando o herbicida glyphosate (1440 g ha⁻¹ do i.a.) em ambos os anos.

O feijão foi semeado mecanicamente, com semeadora equipada com haste escarificadora, nos dias 20.04.2011 e 03.05.2012, utilizando-se a cultivar Pérola (grupo carioca), em espaçamento de 0,45 m entre as linhas e 14 sementes por metro, no ano de 2011, e 12,4 sementes por metro em 2012, levando-se em consideração o poder germinativo das sementes, com objetivo de se obter uma população de, aproximadamente 244.000 e 220.000 plantas ha⁻¹, respectivamente.

As características da cultivar Pérola são: hábito de crescimento indeterminado (entre os tipos II e III); porte semi-ereto; ciclo de 90 dias; média de 46 dias para floração; flor branca; vagem verde, levemente rosada, na maturação; e vagem amarelo-areia na colheita. Classificado no grupo comercial carioca, o grão da cultivar Pérola é de cor bege-clara, com rajas marrom-claras, brilho opaco e peso de 100 sementes de 27g. Apresentou reação de resistência à ferrugem e ao mosaico-comum. Em condições de campo, foi moderadamente resistente à murcha de Fusarium e à mancha angular. Quanto à antracnose, possui resistência à raça alfa-brasil TUS e suscetibilidade às raças alfa-brasil, kapa e zeta (YOKOYAMA et al., 1999).

A adubação básica nos sulcos de semeadura, em 2011, foi constituída por 272 kg ha⁻¹ da fórmula 04-30-10. Em 2012, a adubação química de semeadura foi de 222 kg ha⁻¹ da fórmula 08-28-16. As sementes foram tratadas com carbendazim + tiram na dose de 3,0 mL kg⁻¹ em ambos os anos.

Após a semeadura, em ambos os anos, a área foi irrigada para promover a germinação das sementes. A adubação nitrogenada em cobertura foi realizada nos dias 25.05.11 e 30.05.12, aos 30 e 21 dias após a emergência das plântulas (DAE), respectivamente. A adubação nitrogenada em cobertura foi realizada mais tardiamente no primeiro ano devido a falta de irrigação por problemas no equipamento durante 12 dias. Após a aplicação do nitrogênio, em cada época, a área foi irrigada com o objetivo de minimizar as perdas do nutriente por volatilização.

O controle de plantas daninhas foi realizado apenas no ano de 2012, aos 16 dias após emergência das plântulas (DAE), com a aplicação do herbicida fenoxaprope-p-etílico (99 g

ha⁻¹ do i.a) e fomesafen (225 g ha⁻¹ do i.a.) aos 27 DAE. Com relação aos tratos fitossanitários, aplicaram-se fungicidas (mancozeb - 1600 g ha⁻¹ do i.a. aos 10 e 45 DAE; procimidona - 500 g ha⁻¹ do i.a. aos 66 DAE) e inseticidas (clorpirifós - 480 g ha⁻¹ do i.a. aos 10 e 45 DAE) no primeiro ano, e fungicidas (mancozeb - 1600 g ha⁻¹ do i.a. aos 22, 35, 50 e 68 DAE) e inseticidas (deltrametrina + triazofós - 7,5 g ha⁻¹ + 262 g ha⁻¹ do i.a. aos 22 e 35 DAE; deltrametrina - 3,75 g ha⁻¹ do i.a. aos 50 e 68 DAE) no segundo ano.

3.5 AVALIAÇÕES REALIZADAS

Foram avaliadas as seguintes características em ambos os anos agrícolas:

- **População inicial** (no estágio V₂) e **População final de plantas** (no momento da colheita):

Contou-se o número de plantas em duas linhas de 4,5 m de comprimento de cada parcela e em seguida calculou-se o número de plantas por hectare.

- **Massa de matéria seca da parte aérea:**

Por ocasião do florescimento pleno das plantas, coletaram-se dez plantas em local pré-determinado na área útil de cada parcela, em seguida, foram acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados e colocados em estufa de ventilação forçada à temperatura média de 60 °C, até atingir massa constante. Posteriormente, foram determinados as massas das amostras e o valores convertidos em g planta⁻¹.

- **Teor de nitrogênio nas folhas:**

Utilizaram-se as folhas de cinco plantas coletadas em cada unidade experimental, durante o período de florescimento pleno. Após secagem em estufa com circulação forçada de ar 60 °C, até atingir massa constante, as folhas foram moídas em moinho tipo Wiley e em seguida foi quantificada a quantidade acumulada de N segundo o método descrito por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

- **Atura de plantas e Componentes do rendimento:**

Por ocasião da colheita, foram coletadas dez plantas na área útil de cada parcela para determinação de:

a) **Altura de plantas:** distância compreendida entre o nível do solo e o ápice do ramo principal da planta. O resultado foi expresso em centímetros.

b) **Número de vagens planta⁻¹:** determinada através da relação do número total de vagens / número de plantas.

c) **Número de grãos planta⁻¹:** obtido através da relação do número total de grãos / número de plantas.

d) **Número de grãos vagem⁻¹:** calculado através da relação do número total de grãos / número total de vagens.

- **Massa de 100 grãos**

Obtida pela coleta ao acaso e pesagem de duas amostras de 100 grãos por parcela, tendo sua massa devidamente corrigida para 13% (base úmida).

- **Produtividade de grãos**

As plantas de duas linhas com 4,5 m de comprimento de cada parcela foram arrancadas e colocadas para secagem a pleno sol. Após a secagem, as plantas foram submetidas à trilha mecânica, os grãos pesados e os dados transformados em kg ha⁻¹ (13% base úmida).

3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram submetidos ao teste F de análise de variância, sendo as médias dos modos de aplicação comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,10$) e as médias de doses pela análise de regressão. Foi utilizado o programa SISVAR – Sistema de Análise de Variância (FERREIRA, 2000).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro ano, a emergência das plantas ocorreu no dia 25.04.2011, aos 5 dias após a semeadura. Já no segundo ano, a emergência ocorreu no dia 09.05.2012, aos 6 dias após a semeadura. O florescimento pleno ocorreu aos 44 DAE no ano de 2011 e aos 41 DAE no ano de 2012. A colheita foi realizada nos dias 27.07.2011 e 09.08.2012, correspondendo ao ciclo de 93 dias e 92 dias, respectivamente.

A análise de variância indicou que não houve efeito significativo da interação modos de aplicação de reguladores vegetais x doses de nitrogênio em cobertura, para as variáveis estudadas (Tabelas 2, 3, 4 e 5). Isto ressalta a existência de poucos trabalhos com resultados representativos que combinem o uso de reguladores vegetais e adubação nitrogenada.

Os dados referentes à população inicial, população final e altura de plantas estão apresentados na Tabela 2. Em relação à população inicial e final de plantas, observou-se que ambas não foram afetadas pelas doses de nitrogênio em cobertura, resultados semelhantes foram encontrados por Arf et al. (2008); Kaneko et al. (2010) e Binotti et al. (2010). Em contrapartida, Binotti et al. (2009) constataram que com o aumento das doses de N (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹) aplicadas em duas épocas (semeadura e parceladas – 1/3 na semeadura + 2/3 na fase V_{4.4}) houve diminuição nos parâmetros população inicial e final de plantas de feijoeiro de inverno irrigado em sistema plantio direto, talvez devido a salinização no sulco de semeadura, comprometendo a germinação das sementes, refletindo negativamente na população de plantas.

Houve uma grande redução na população final de plantas em relação à população inicial no primeiro ano (Tabela 2), em média 89.740 plantas (33%) a menos, talvez em decorrência da falta de irrigação por 12 dias e a incidência de mofo branco na área experimental, comprometendo o estande final.

Não houve também efeito positivo dos reguladores vegetais na população inicial e final de plantas, em ambos os anos (Tabela 2). Almeida (2011), também não observou efeitos estatísticos dos RVs sobre a população final de plantas de feijoeiro (cultivar Pérola) em duas safras (“das águas” e “da seca”) em sistema plantio direto.

Quanto à altura de plantas, verificou-se que no cultivo de 2012 as doses de nitrogênio proporcionaram efeito linear positivo até a dose testada de 120 kg ha⁻¹ de N (Tabela 2), onde os dados ajustaram-se a equação $y = 87,797 + 0,082456x$ (Figura 3), assemelhando-se aos resultados de Cunha et al. (2011), onde observaram que a altura de plantas cultivar BRS Supremo foi influenciada pelas doses de N (0, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹) em cobertura, aplicadas

no estágio V₄. Fato esse, que pode estar relacionado com a utilização de população de plantas menor em 2012, permitindo que as plantas de feijoeiro compensassem os espaços vazios, portanto, crescessem mais. Quanto à aplicação de reguladores vegetais para esta mesma variável observa-se que não houve diferenças significativas (Tabela 2), concordando com Rossi (2011).

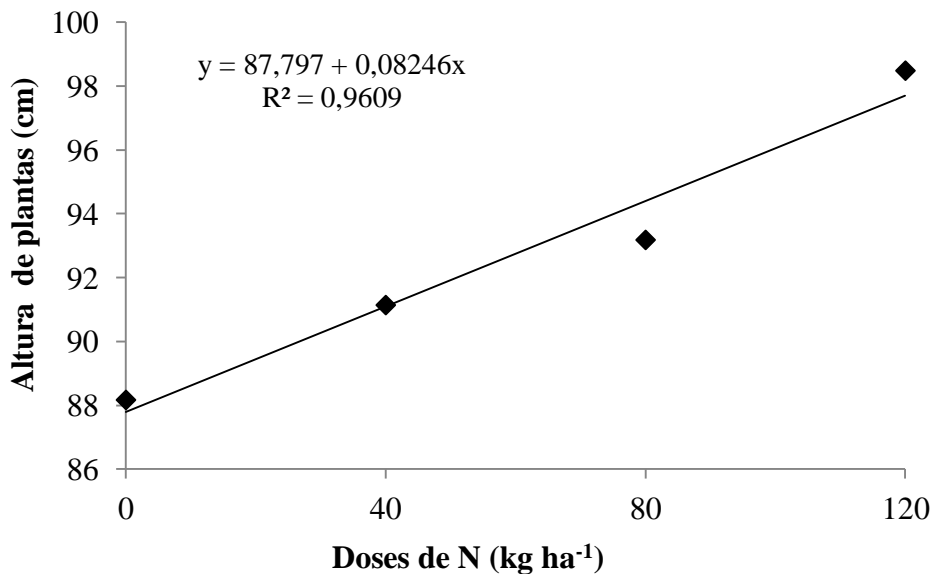
Tabela 2. Populações inicial, final e altura de plantas em função de doses de nitrogênio e modos de aplicação de reguladores vegetais (RVs) em feijoeiro de inverno irrigado. Selvíria (MS), 2011 e 2012.

Tratamentos	Pop. Inicial (V ₂)		Pop. Final		Altura	
	plantas ha ⁻¹ x 1000		plantas ha ⁻¹ x 1000		cm	
	2011	2012	2011	2012	2011	2012
<i>Doses de N em cobertura (kg ha⁻¹)</i>						
0	268	195	190	178	69,18	88,17 ⁽¹⁾
40	271	188	175	173	70,89	91,14
80	273	194	177	175	69,52	93,18
120	266	195	178	171	71,26	98,48
<i>Modos de aplicação de RVs</i>						
Testemunha (sem RVs)	270	193	178	177	69,36	94,06
Via Trat. de sementes (TS)	281	194	183	167	69,37	91,58
Via Foliar (VF)	264	192	178	178	70,88	92,66
Via TS e Via Foliar	264	193	182	175	71,22	92,66
<i>Teste F - Valores de F</i>						
RVs (S)	3,04 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,38 ^{ns}	1,61 ^{ns}	2,13 ^{ns}	0,73 ^{ns}
Doses de N (N)	0,50 ^{ns}	1,39 ^{ns}	2,19 ^{ns}	0,58 ^{ns}	2,28 ^{ns}	13,36 ^{**}
(S) X (N)	0,50 ^{ns}	0,77 ^{ns}	0,94 ^{ns}	1,66 ^{ns}	1,33 ^{ns}	0,53 ^{ns}
R.L.	0,04 ^{ns}	0,29 ^{ns}	3,05 ^{ns}	1,06 ^{ns}	2,61 ^{ns}	38,50 ^{**}
R.Q.	1,16 ^{ns}	1,99 ^{ns}	2,76 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,95 ^{ns}
DMS (S)	16,74	9,86	17,85	14,96	2,53	4,48
Média geral	270,06	193,13	180,32	174,69	70,21	92,74
CV (%)	6,59	6,12	10,52	9,07	3,83	5,13

** Significativo a 1% pelo teste F. ns = não significativo. DMS = diferença mínima significativa; CV = coeficiente de variação. ⁽¹⁾y = 87,797+0,08246x (R² = 0,9609).

Fonte: Do próprio autor.

Figura 3. Altura de plantas de feijoeiro de inverno irrigado no sistema plantio direto em função das doses de N em cobertura. Selvíria, MS, 2012.



Fonte: Do próprio autor.

Para a massa de matéria seca da parte aérea e teor de N nas folhas verificou-se que ambos não foram influenciados pela aplicação de reguladores vegetais (Tabela 3). Em contrapartida, Almeida (2011) reportou que, a massa de matéria seca da parte aérea do feijoeiro cultivado na safra “das águas”, no tratamento em que foram aplicados os RVs tanto via semente quanto em pulverização foliar (TS+V₄+R₅) apresentou valor 24,3% superior à testemunha (ausência), quando avaliadas no estágio R₆ (florescimento pleno). Mas não encontrou resultados significativos nas avaliações realizadas no estágio V₄ e R₅ tanto na safra “das águas” quanto na safra “da seca” e em R₆ na safra “da seca”.

Por outro lado, as doses de nitrogênio em cobertura proporcionaram efeito linear positivo para massa de matéria seca no ano de 2012 (Figura 4) e para o teor de N foliar em 2011 (Figura 5) até a dose testada de 120 kg ha⁻¹ de N e efeito linear (Figura 6) e quadrático para o teor de N foliar em 2012 (Tabela 3). Soratto, Carvalho e Arf (2006) também notaram, no segundo ano (2000), efeito linear da aplicação de N em cobertura na produção de massa de matéria seca do feijoeiro cultivado em sucessão ao milho em sistema plantio direto e efeito quadrático das doses de N aplicadas (0; 35; 70; 105 e 140 kg ha⁻¹ de N) no teor de N das folhas, no ano de 1999. Os resultados encontram respaldo nos obtidos por Valderrama et al. (2009), Kaneko et al. (2010), Binotti et al. (2010) e Rossi (2011), que observaram aumento no teor de nitrogênio foliar em função da aplicação de doses crescentes do nutriente. Mas,

contradizem os resultados obtidos por Arf et al. (2008), que não observaram efeito das doses de N em cobertura no teor de nitrogênio das folhas.

Cabe ressaltar, que os teores de nitrogênio determinados em todos os tratamentos, no segundo ano, situaram-se dentro da faixa considerada adequada para a cultura, 30 a 50 g kg⁻¹ (folha), de acordo com Ambrosano et al. (1997). Já no primeiro ano, com exceção da testemunha, os teores de N encontrados nas folhas apresentaram concentração superior à faixa indicada pelos autores. Observa-se também que nas médias referentes à testemunha, sem aplicação de nitrogênio, o teor foliar do nutriente encontra-se em níveis adequados (Tabela 3).

Acredita-se que os altos teores de N nas folhas das plantas no tratamento testemunha, se deva ao fato de que provavelmente o nitrogênio aplicado na semeadura (11 e 18 kg ha⁻¹, 2011 e 2012, respectivamente), ou proveniente da fixação simbiótica de nitrogênio pela associação com bactérias do gênero *Rhizobium* e da mineralização da matéria orgânica do solo, pode ter sido suficiente para manter a cultura bem nutrida desse elemento até o florescimento, época em que foram realizadas essas avaliações. Resultados semelhantes, ao deste trabalho, foram obtidos por Binotti et al. (2009), Almeida et al. (2000) e Rossi (2011). Diante disso, Binotti et al. (2009) ressaltam a importância de mais estudos para identificar o momento entre a decomposição da fitomassa e a taxa de demanda da cultura sucessora, proporcionando assim, maior eficiência na utilização do N proveniente da mineralização e, conseqüentemente mais retorno econômico e preservação ambiental, pela redução do uso de fertilizantes nitrogenados.

Em decorrência da utilização de uma população de plantas menor no ano de 2012, e com o hábito de crescimento indeterminado do cultivar, com capacidade de produzir mais ramas para preencher os espaços vazios, houve um acréscimo de massa de matéria seca da parte aérea, proporcionado também pelo aumento das doses de N em cobertura, provocando efeito de diluição dos teores foliares de N (Tabela 3) em relação ao ano anterior.

O acréscimo na dose de N aplicada aumenta a disponibilidade deste nutriente e, conseqüentemente, incrementa a absorção pelas plantas, aumentando assim a produção de matéria seca, uma vez que o N tem influência direta na fotossíntese e crescimento da planta (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

Resultados semelhantes foram encontrados por Nascimento (2008), onde o teor de N foliar no segundo ano de cultivo foram superiores ao primeiro ano, enquanto que na massa de matéria seca de plantas ocorreu o inverso, sendo superior no primeiro ano, o que indica a possibilidade de ocorrência do efeito diluição, citados por Adell et al. (1999) onde menores

teores de nitrogênio foram observados em plantas que produziram maior quantidade de massa de matéria seca.

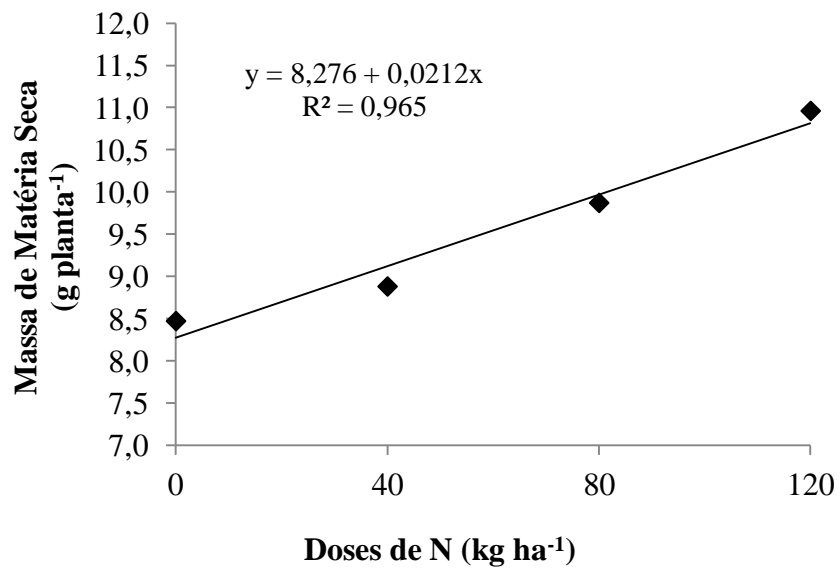
Tabela 3. Massa de matéria seca da parte aérea e teor de N nas folhas em função de doses de nitrogênio e modos de aplicação de reguladores vegetais (RVs) em feijoeiro de inverno irrigado. Selvíria (MS), 2011 e 2012.

Tratamentos	Massa de matéria seca		N foliar	
	g planta ⁻¹		g kg ⁻¹	
	2011	2012	2011	2012
<i>Doses de N em cobertura (kg ha⁻¹)</i>				
0	7,88	8,47 ⁽²⁾	47,98 ⁽¹⁾	40,54 ⁽³⁾
40	9,04	8,88	53,76	36,19
80	8,66	9,87	56,16	41,27
120	8,67	10,96	60,45	44,26
<i>Modos de aplicação de RVs</i>				
Testemunha (sem RVs)	8,44	9,66	55,14	39,44
Via Trat. de sementes (TS)	8,51	9,20	53,82	41,06
Via Foliar (VF)	8,82	9,55	54,22	41,54
Via TS e Via Foliar	8,48	9,77	55,17	40,22
<i>Teste F - Valores de F</i>				
RVs (S)	0,26 ^{ns}	0,56 ^{ns}	0,77 ^{ns}	0,44 ^{ns}
Doses de N (N)	2,03 ^{ns}	11,24 ^{**}	45,58 ^{**}	5,74 [*]
(S) X (N)	0,48 ^{ns}	0,59 ^{ns}	0,37 ^{ns}	1,32 ^{ns}
R.L.	1,68 ^{ns}	32,56 ^{**}	133,45 ^{**}	6,82 [*]
R.Q.	2,81 ^{ns}	1,06 ^{ns}	0,94 ^{ns}	6,97 [*]
DMS (S)	1,30	1,25	2,90	5,24
Média geral	8,56	9,54	54,59	40,57
CV (%)	16,11	13,90	5,65	13,70

*Significativo a 5% pelo teste F. ** Significativo a 1% pelo teste F. ns = não significativo. DMS = diferença mínima significativa; CV = coeficiente de variação. ⁽¹⁾y = 48,614+0,0996x (R² = 0,976); ⁽²⁾y = 8,276+0,0212x (R² = 0,965); ⁽³⁾y = 38,134+0,0406x (R₂= 0,396) e ⁽³⁾y = 39,967-0,0969x+0,0011x² (R² = 0,80).

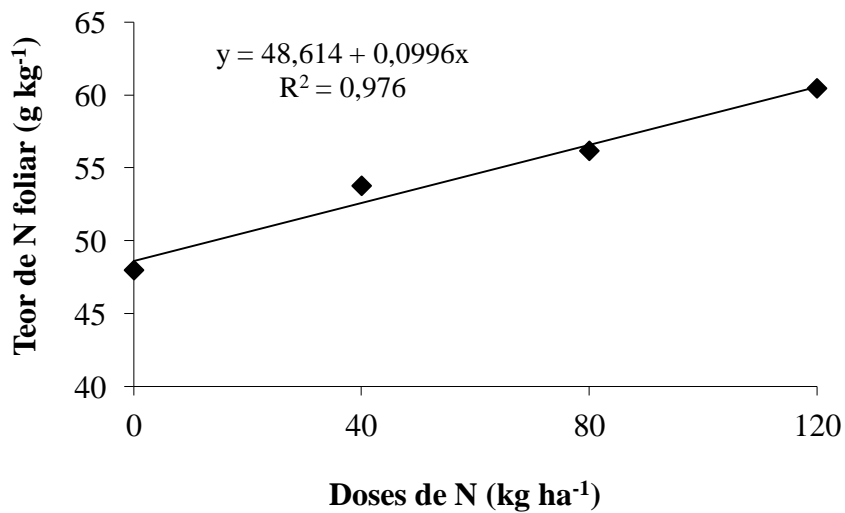
Fonte: Do próprio autor.

Figura 4. Massa de matéria seca da parte aérea do feijoeiro de inverno irrigado no sistema plantio direto em função das doses de N em cobertura. Selvíria, MS, 2012.



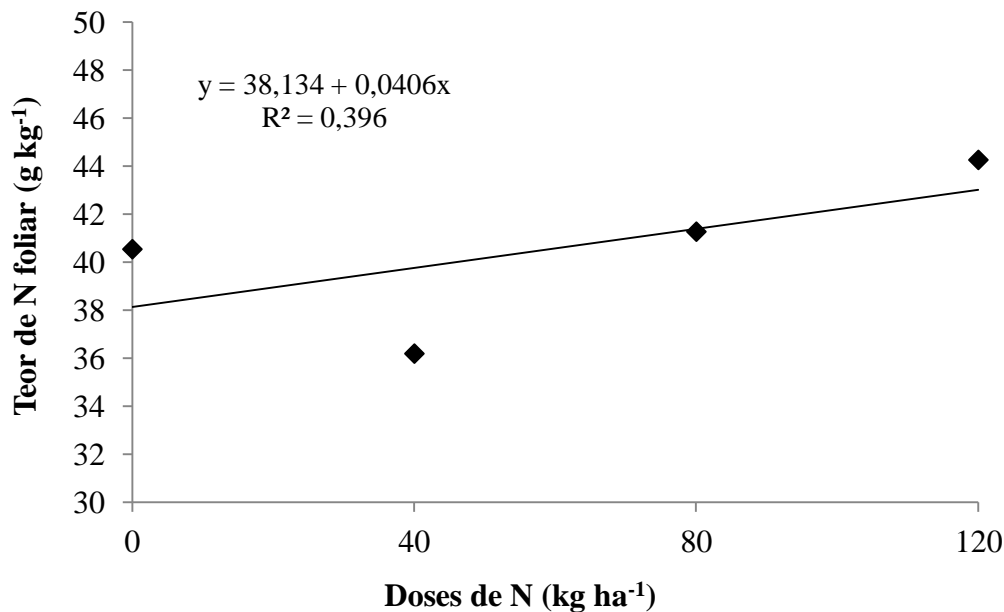
Fonte: Do próprio autor.

Figura 5. Teor de nitrogênio foliar do feijoeiro de inverno irrigado no sistema plantio direto em função das doses de N em cobertura. Selvíria, MS, 2011.



Fonte: Do próprio autor.

Figura 6. Teor de nitrogênio foliar do feijoeiro de inverno irrigado no sistema plantio direto em função das doses de N em cobertura. Selvíria, MS, 2012.



Fonte: Do próprio autor.

As doses de nitrogênio provocaram aumento linear no número de vagens e número de grãos por planta para ambos os anos (Tabela 4), onde os dados ajustaram-se a equação $y = 10,589 + 0,0113x$ (Figura 7); $y = 13,5262 + 0,0242x$ (Figura 8); $y = 42,691 + 0,0866x$ (Figura 9) e $y = 68,19 + 0,1399x$ (Figura 10). Biscaro et al. (2011) também verificaram que o número de vagens por planta foi influenciado pela aplicação de N em cobertura (0, 30, 60 e 120 kg ha⁻¹), proporcionando incrementos lineares nessa variável, utilizando como fonte a uréia, aplicada aos 15 DAE no feijoeiro irrigado cultivar BRS Pontal em solo de cerrado, porém trabalhando com sistema de preparo convencional.

Incremento no número de vagens por planta com adubação nitrogenada em sistema plantio direto também foi observado por Soratto et al. (2006); Binotti et al. (2010) e Cunha et al. (2011). De acordo com Portes (1996), plantas de feijão bem nutridas produzem mais flores e, conseqüentemente, mais vagens por planta.

Já para número de grãos por vagem, apenas para o ano de 2011 houve efeito das doses de nitrogênio em cobertura, proporcionando efeito linear (Tabela 4), onde os dados ajustaram-se a equação $y = 4,063 + 0,0034x$ (Figura 11). Arf et al. (2004) também verificaram que a aplicação de doses de nitrogênio em cobertura no feijoeiro (cultivar IAC Carioca Eté) afetou significativamente o número de grãos por planta no segundo ano de cultivo (2002) e o número de grãos por vagem no primeiro ano (2001), onde os dados se ajustaram a uma equação linear

positiva. Apesar de alguns autores, como Soratto, Carvalho e Arf (2006) também observarem efeito linear das doses de N no número de grãos por vagem, Andrade et al. (1998) observaram que essa variável apresenta alta herdabilidade genética, sendo pouco influenciada pelo ambiente.

O uso de reguladores vegetais influenciou apenas o número de vagens por planta no ano de 2011, não influenciando as demais variáveis (Tabela 4). Em relação a esse efeito, o número de vagens por planta foi reduzido quando foi realizada aplicação única no tratamento de sementes em relação à aplicação no tratamento de sementes e posteriormente via foliar. Mesmo assim, ambos não diferiram da testemunha, demonstrando que não houve qualquer efeito positivo dos reguladores vegetais. Com a aplicação em R₅, há de se considerar, que o ácido indolbutírico presente no regulador vegetal utilizado participa do crescimento, principalmente pelo alongamento celular, retarda a abscisão de flores, estimula o pegamento de flores sem fecundação (ANDREI, 2005).

Alleoni, Bosqueiro e Rossi (2000), em experimento realizado no Paraná, observaram incremento favorável ao número de vagens por planta (cultivar carioca) com o parcelamento da dose (aplicação nas sementes e nas folhas) do mesmo produto comercial utilizado neste trabalho, apesar de não terem ocorrido diferenças estatísticas com a testemunha.

Ávila et al. (2010) verificaram que para os tratamentos que receberam irrigação e pulverização com RVs + (Ca+B) em V₄+R₅ houve maior número de vagens por planta de feijoeiro em relação a testemunha (ausência), em Umuarama/PR, utilizando a cultivar IPR Colibri sob a palhada de *Urochloa* spp.

Entretanto, Bernardes et al. (2010), em experimento conduzido em Goiás, não constataram efeito dos mesmos reguladores vegetais no tratamento de sementes e em aplicação foliar (fase V₄) no número de vagens por planta do feijoeiro cultivar BRS Valente. O mesmo foi observado por Almeida (2011) que não encontrou resultados positivos dos reguladores vegetais, aplicados no tratamento de sementes, via foliar (V₄ e R₅) e combinações, sobre o número de vagens por planta de feijoeiro, número de sementes por vagem e massa de 100 grãos, tanto na safra “das águas” quanto na safra “da seca”.

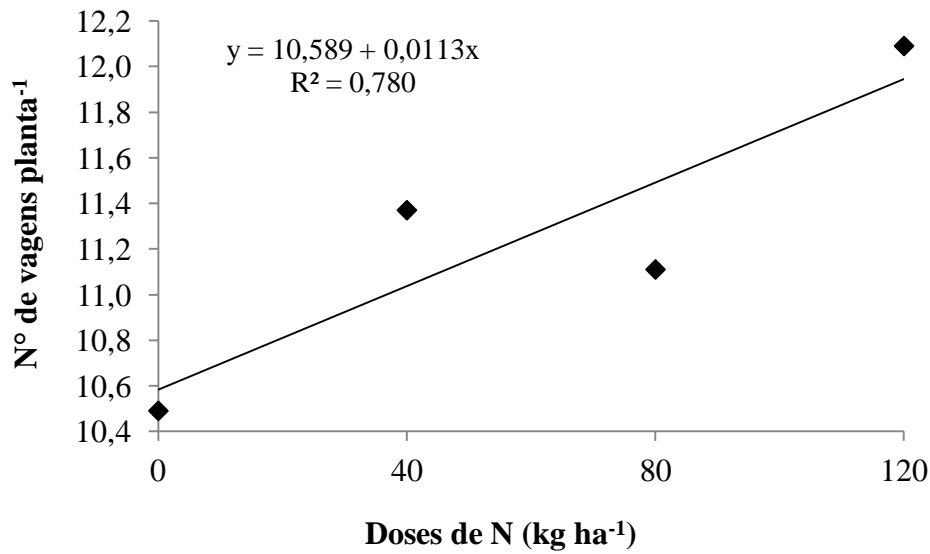
Tabela 4. Número de vagens por planta, número de grãos por planta e número de grãos por vagem em função de doses de nitrogênio e modos de aplicação de reguladores vegetais (RVs) em feijoeiro de inverno irrigado. Selvíria (MS), 2011 e 2012.

Tratamentos	N° vagens planta ⁻¹		N° grãos planta ⁻¹		N° grãos vagem ⁻¹	
	2011	2012	2011	2012	2011	2012
<i>Doses de N em cobertura (kg ha⁻¹)</i>						
0	10,49 ⁽¹⁾	13,09 ⁽⁴⁾	41,15 ⁽²⁾	66,02 ⁽⁵⁾	3,96 ⁽³⁾	5,05
40	11,37	15,35	48,82	76,11	4,31	4,95
80	11,11	15,07	48,88	81,22	4,41	5,41
120	12,09	16,41	52,68	82,97	4,38	5,10
<i>Modos de aplicação de RVs</i>						
Testemunha (sem RVs)	11,56ab	15,42	48,60	79,10	4,23	5,12
Via Trat. de sementes (TS)	10,40b	14,85	44,82	73,85	4,32	5,02
Via Foliar (VF)	10,89ab	14,22	46,78	74,57	4,30	5,23
Via TS e Via Foliar	12,20a	15,42	51,35	78,81	4,22	5,14
<i>Teste F - Valores de F</i>						
RVs (S)	3,79 [*]	0,39 ^{ns}	2,22 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,32 ^{ns}
Doses de N (N)	2,67 [*]	2,27 ⁽⁴⁾	6,72 ^{**}	2,42 ⁽⁵⁾	2,91 [*]	1,75 ^{ns}
(S) X (N)	0,57 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,70 ^{ns}	0,49 ^{ns}	1,40 ^{ns}	1,04 ^{ns}
R.L.	6,24 [*]	5,54 [*]	17,23 ^{**}	6,53 [*]	6,33 [*]	0,82 ^{ns}
R.Q.	0,01 ^{ns}	0,25 ^{ns}	1,08 ^{ns}	0,72 ^{ns}	2,36 ^{ns}	0,51 ^{ns}
DMS (S)	1,52	3,48	7,02	18,48	0,45	0,57
Média geral	11,27	14,98	47,89	76,58	4,26	5,13
CV (%)	14,34	24,60	15,59	25,58	11,27	11,79

*Significativo a 5% pelo teste F. ** Significativo a 1% pelo teste F. ns = não significativo. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. DMS = diferença mínima significativa; CV = coeficiente de variação. ⁽¹⁾y = 10,589 + 0,0113x (R² = 0,780); ⁽²⁾y = 42,691 + 0,0866x (R² = 0,855); ⁽³⁾y = 4,063 + 0,0034x (R² = 0,724); ⁽⁴⁾y = 13,5262 + 0,0242x (R² = 0,814) significativo a 10% pelo teste F; ⁽⁵⁾y = 68,19 + 0,1399x (R² = 0,899) significativo a 10% pelo teste F.

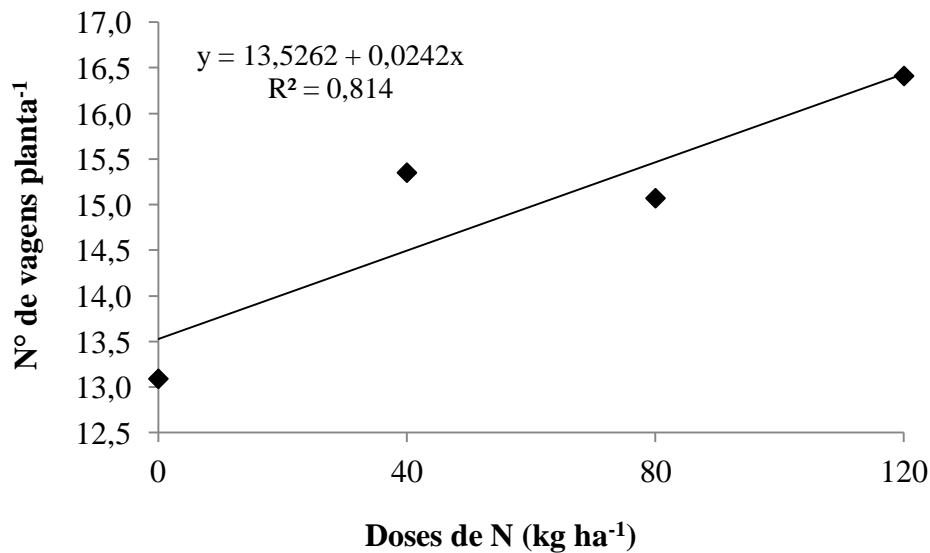
Fonte: Do próprio autor.

Figura 7. Número de vagens por planta do feijoeiro de inverno irrigado no sistema plantio direto em função das doses de N em cobertura. Selvíria, MS, 2011.



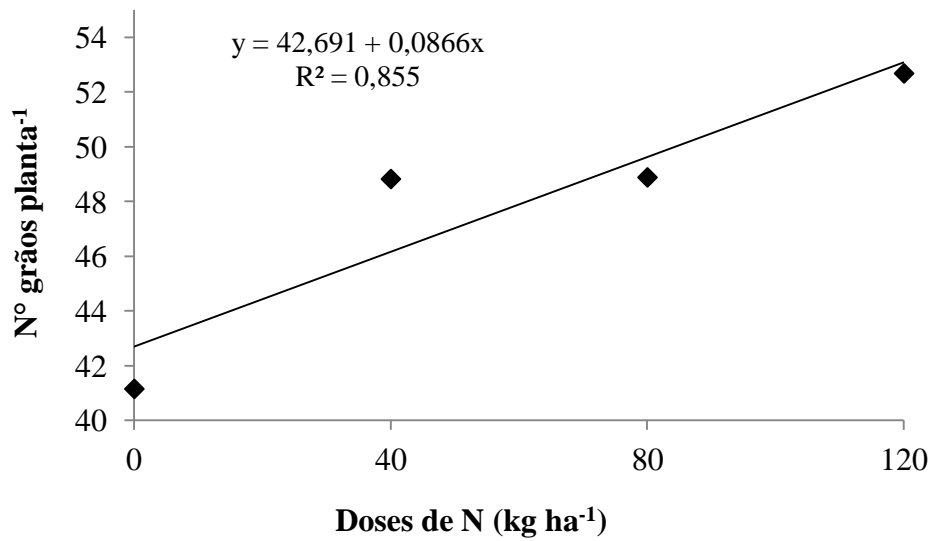
Fonte: Do próprio autor.

Figura 8. Número de vagens por planta do feijoeiro de inverno irrigado no sistema plantio direto em função das doses de N em cobertura. Selvíria, MS, 2012.



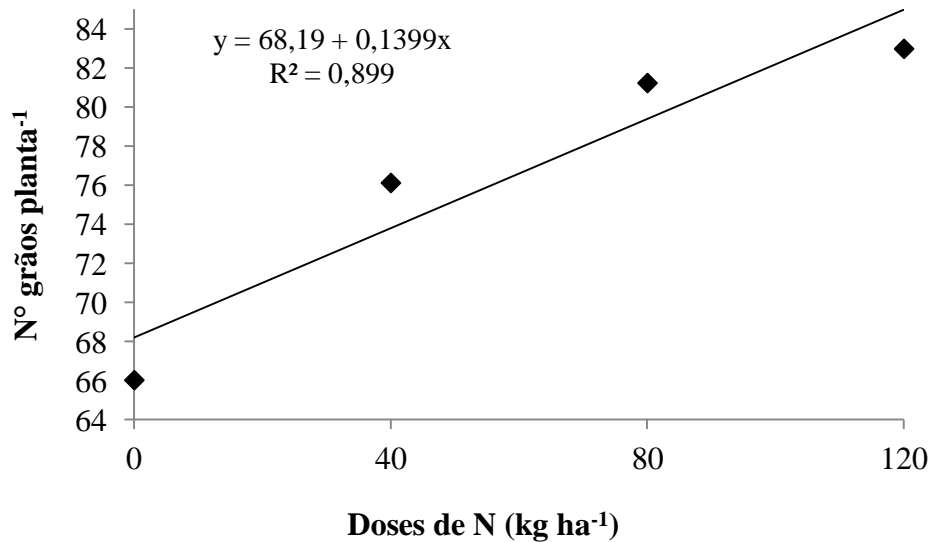
Fonte: Do próprio autor.

Figura 9. Número de grãos por planta do feijoeiro de inverno irrigado no sistema plantio direto em função das doses de N em cobertura. Selvíria, MS, 2011.



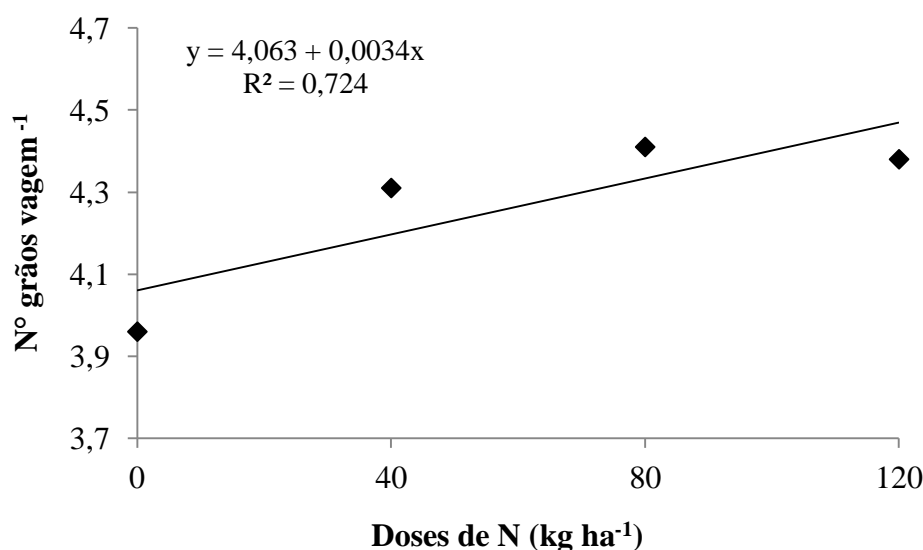
Fonte: Do próprio autor.

Figura 10. Número de grãos por planta do feijoeiro de inverno irrigado no sistema plantio direto em função das doses de N em cobertura. Selvíria, MS, 2012.



Fonte: Do próprio autor.

Figura 11. Número de grãos por vagem do feijoeiro de inverno irrigado no sistema plantio direto em função das doses de N em cobertura. Selvíria, MS, 2011.



Fonte: Do próprio autor.

A massa de cem grãos não foi influenciada pelas doses de nitrogênio em cobertura bem como pelos modos de aplicação de reguladores vegetais (Tabela 5). Arf et al. (2008) citam que a massa de cem grãos está mais relacionada com as características genéticas da cultivar utilizada. Por outro lado, Rossi (2011) verificou que a massa de cem grãos foi influenciada pela aplicação de nitrogênio em cobertura, com os dados se ajustando a função linear crescente para os dois anos de cultivo (2010 e 2011), porém, não houve diferenças para o uso de reguladores vegetais para a mesma variável analisada. No entanto, Alleoni, Bosqueiro e Rossi (2000) notaram efeito positivo da aplicação de reguladores vegetais via semente e via foliar (florescimento) em relação ao peso de mil grãos de feijão, com incremento de 5,4% em relação à testemunha (ausência de RVs).

Em relação à produtividade de grãos (Tabela 5), apenas no cultivo de 2012 houve resposta do feijoeiro à adubação nitrogenada em cobertura, sendo linear e positiva (Figura 12), ou seja, houve aumento da produtividade de grãos em função da utilização de doses crescentes de N em cobertura, na medida de 4,538 kg ha⁻¹ de grãos para cada kg de N aplicado, indicando que no solo em questão existe potencial de resposta às doses maiores que as empregadas no trabalho e reforçam a ideia da maior necessidade de N, para a cultura do feijão em sistema plantio direto após gramíneas. Esses resultados condizem com os observados por Soratto, Carvalho e Arf (2006); Alvarez et al. (2005); Arf et al. (2008) e Kaneko et al. (2010), os quais

verificaram que a aplicação de adubo nitrogenado no feijoeiro apresentou efeito positivo sobre a produtividade de grãos.

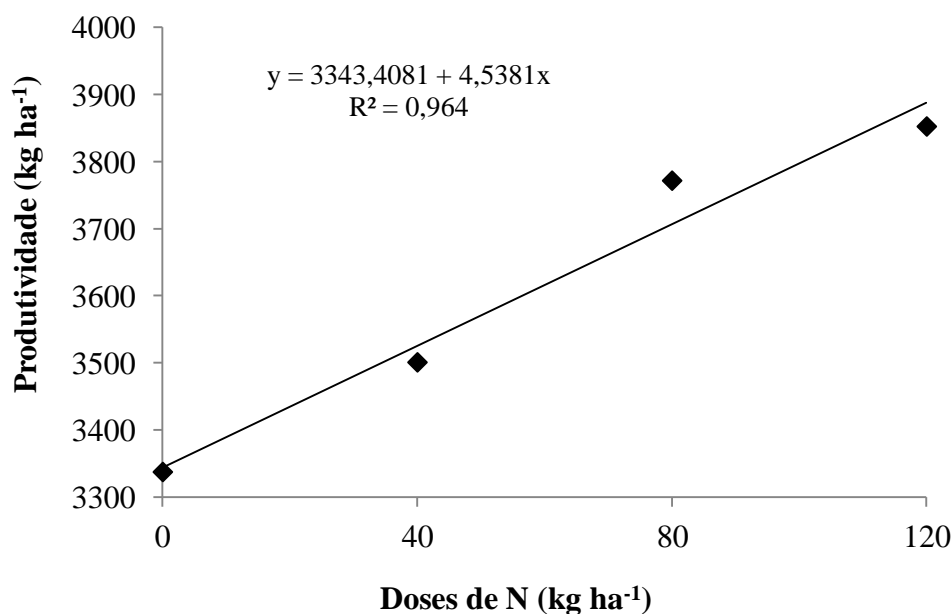
Tabela 5. Massa de 100 grãos e produtividade de grãos em função de doses de nitrogênio e modos de aplicação de reguladores vegetais (RVs) em feijoeiro de inverno irrigado. Selvíria (MS), 2011 e 2012.

Tratamentos	Massa 100 grãos		Produtividade	
	g		kg ha ⁻¹	
	2011	2012	2011	2012
<i>Doses de N em cobertura (kg ha⁻¹)</i>				
0	27,98	31,08	2.592	3.337 ⁽¹⁾
40	27,92	31,80	2.676	3.501
80	28,12	31,58	2.714	3.771
120	28,33	31,21	2.905	3.852
<i>Modos de aplicação de RVs</i>				
Testemunha (sem RVs)	28,17	31,55	2.776	3.602
Via Trat. de sementes (TS)	27,62	31,39	2.676	3.443
Via Foliar (VF)	28,53	31,30	2.717	3.712
Via TS e Via Foliar	28,03	31,43	2.719	3.703
<i>Teste F - Valores de F</i>				
RVs (S)	1,17 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,11 ^{ns}	2,26 ^{ns}
Doses de N (N)	0,26 ^{ns}	1,47 ^{ns}	1,15 ^{ns}	8,22 ^{**}
(S) X (N)	1,23 ^{ns}	0,94 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,76 ^{ns}
R.L.	0,61 ^{ns}	0,02 ^{ns}	3,15 ^{ns}	23,78 ^{**}
R.Q.	0,15 ^{ns}	3,93 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,25 ^{ns}
DMS (S)	1,31	1,04	464,46	314,09
Média geral	28,09	31,42	2.722	3.616
CV (%)	4,97	3,51	18,13	9,21

** Significativo a 1% pelo teste F. ns = não significativo. DMS = diferença mínima significativa; CV = coeficiente de variação. ⁽¹⁾y = 3343,4081+4,5381x (R² = 0,964).

Fonte: Do próprio autor.

Figura 12. Produtividade de grãos do feijoeiro de inverno irrigado no sistema plantio direto em função das doses de N em cobertura. Selvíria, MS, 2012.



Fonte: Do próprio autor.

É importante salientar que a produtividade média do feijoeiro foi mais alta no ano de 2012, talvez em decorrência, no ano de 2011, da falta de irrigação por 12 dias quando o feijoeiro estava desenvolvendo da fase V₃ para V₄, incidência de mofo branco, uma maior precipitação durante o ciclo da cultura no ano de 2012 (Figura 1), principalmente durante o período de formação de estruturas reprodutivas da planta, contribuindo para a maior absorção de nitrogênio, que acabou favorecendo o número de vagens por planta, os quais também apresentaram aumento linear. Ou ainda, em função das culturas antecessoras, arroz no primeiro ano e milho no segundo ano de cultivo, apesar de serem em áreas experimentais diferentes.

A realização da adubação em cobertura com nitrogênio (120 kg ha⁻¹) apresentou produtividade superior, com aumento de 313 (12%) e 515 kg ha⁻¹ (15%) para os anos de 2011 e 2012, respectivamente, em relação à ausência de adubação nitrogenada em cobertura. Alvarez et al. (2005) observaram que a aplicação de 75 kg ha⁻¹ e 125 kg ha⁻¹ de N em cobertura, aos 21 dias após a emergência das plântulas, em sistema plantio direto sobre palhada de arroz, incrementou a produtividade de grãos em 46,8% e 19,1%, respectivamente, no primeiro e segundo ano de cultivo, em relação à testemunha. Arf et al. (2008) verificaram

que a dose de 125 kg ha⁻¹ de N em cobertura proporcionou incremento de 796 kg ha⁻¹ em relação a testemunha sem aplicação, ou seja, 57% de aumento na produtividade.

A produtividade de grãos não foi influenciada pelos reguladores vegetais nos dois anos de cultivo (Tabela 5). Bernardes et al. (2010) concluíram que a produtividade do feijoeiro cultivar BRS Valente não é positivamente influenciada pelo uso de reguladores vegetais tanto no tratamento de sementes quanto em aplicação foliar.

Almeida (2011) também não observou efeitos da aplicação de reguladores vegetais sobre a produtividade do feijoeiro, mas fez uma ressalva que apesar do resultado não comprovado estatisticamente o tratamento com aplicação dos RVs no TS+V₄+R₅ promoveu a maior média de produtividade, sendo 6% superior a testemunha, na safra “das águas”.

Já Abrantes et al. (2011), em condições experimentais semelhantes, constataram que a produtividade de grãos de feijão, cultivar Carioca Precoce e IAC Apuã, aumentou linearmente mediante ao aumento das doses (0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 L ha⁻¹) do mesmo regulador vegetal e que a melhor época para aplicação foi no estágio reprodutivo (R₅). Cobucci, Curuck e Silva (2005) também demonstraram que a aplicação desses reguladores nas sementes juntamente com micronutrientes (Co e Mo) e posterior aplicação foliar na fase R₅ proporcionou aumento significativo na produtividade do feijoeiro.

5 CONCLUSÕES

1. O feijoeiro de inverno irrigado pode responder a doses crescentes de nitrogênio em cobertura, com aumento linear na produtividade de grãos até a dose máxima aplicada de 120 kg ha⁻¹ de nitrogênio;
2. Os reguladores vegetais, na dose e modos de aplicação estudados, não influenciam na produtividade da cultura do feijão irrigado;
3. Não ocorre influência da interação doses de nitrogênio em cobertura x modos de aplicação de reguladores vegetais nas características agronômicas e produtividade do feijoeiro de inverno irrigado.

REFERÊNCIAS

- ABRANTES, F. L.; SÁ, M. E. de; SOUZA, L. C. D.; SILVA, M. P.; SIMIDU, H. M.; ANDREOTTI, M.; BUZZETTI, S.; VALÉRIO FILHO, W. V.; ARRUDA, N. Uso de regulador de crescimento em cultivares de feijão de inverno. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 2, p. 148-154, 2011.
- ADELL, J. J. C.; MONNERAT, P. H.; ROSA, R. C. C. Alterações nos teores foliares de nitrogênio ao longo do desenvolvimento do feijoeiro submetido à deficiência de nitrogênio. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6, 1999. Salvador. **Anais...** Goiânia: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), 1999. p. 741-744.
- ALLEONI, B.; BOSQUEIRO, M.; ROSSI, M. Efeito dos reguladores vegetais de Stimulate® no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**, Ponta Grossa, v. 6, n. 1, p. 23-35, 2000.
- ALMEIDA, A. Q. de. **Aplicação de bioestimulante e sua relação com a adubação nitrogenada nas culturas do feijão e trigo**. 2011. 207 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP, Botucatu, 2011.
- ALMEIDA, C. de; CARVALHO, M. A. C. de; ARF, O.; SÁ, M. E. de; BUZZETTI, S. Uréia em cobertura e via foliar em feijoeiro. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 2, p. 293-298, 2000.
- ALVAREZ, A. C. C.; ARF, O.; ALVAREZ, R. C. F.; PEREIRA, J. C. R. Resposta do feijoeiro à aplicação de doses e fontes de nitrogênio em cobertura no sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 1, p. 69-75, 2005.
- AMBROSANO, E. J.; TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A.; RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A.; CANTARELA, H. Leguminosas e oleaginosas. In: RAIJ, B. van; CANTARELA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C., eds. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas, Instituto Agronômico e Fundação IAC, 1997. p. 187-202. (Boletim técnico, 100)
- AMBROSANO, E. J.; WUTKE, E. B.; AMBROSANO, G. M. B.; BULISANI, E. A.; BORTOLETTO, N.; MARTINS, A. L. M.; PEREIRA, J. C. V. N. A.; DE SORDI, G. Efeito do nitrogênio no cultivo de feijão irrigado no inverno. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 53, n. 1, p.338-341, 1996.
- ANDRADE, M. J. B; DINIZ, A. R.; CARVALHO, J. G.; LIMA, S. F. Resposta da cultura do feijoeiro a aplicação foliar de molibdênio e as adubações nitrogenadas de plantio e cobertura. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 22, n. 4, p. 499-508, 1998.

ANDREI, E. (Coord.). **Compêndio de defensivos agrícolas**: guia prático de produtos fitossanitários para uso agrícola. 7. ed. São Paulo: Organizações Andrei, 2005. 1141p.

ARAÚJO, G. A. A.; VIEIRA, C.; MIRANDA, G. V. Efeito da época de aplicação do adubo nitrogenado em cobertura sobre o rendimento do feijão, no período de outono-inverno. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 41, p. 442-450, 1994.

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

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

ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; SÁ, M. E. de; BUZETTI, S.; NASCIMENTO, V. do. Manejo do solo, adubação nitrogenada em cobertura e lâminas de água em feijoeiro cultivado no período de inverno. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7, 2002, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2002. p. 619-622.

ARF, O.; FERREIRA, E. C.; CARVALHO, M. A. C.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S. Efeito de doses e parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura na cultura do feijão. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999, Salvador. **Anais...** Goiânia: Embrapa, 1999. p. 790 - 793.

ARF, O. Importância da adubação na qualidade do feijão e caupi. In: SÁ, M. E.; BUZETTI, S. **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Ícone, 1994, p. 233-255.

ÁVILA, M. R.; BARIZÃO, D. A. O.; GOMES, E. P.; FEDRI, G.; ALBRECHT, L. P. Cultivo de feijoeiro no outono/inverno associado à aplicação de bioestimulante e adubo foliar na presença e ausência de irrigação. **Scientia Agraria**, Paraná, v. 11, n. 3, p. 221-230, 2010.

ÁVILA, M. R.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; ALBRECHT, L. P., TONIN, T. A.; STÜLP, M. Bioregulator application, agronomic efficiency, and quality of soybean seeds. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 65, n. 6, p. 604-612, 2008.

BALBINO, L. C.; MOREIRA, J. A. A.; SILVA, J. G. da; OLIVEIRA, E. F.; OLIVEIRA, I. P. Plantio direto. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p. 301-352.

BARBOSA FILHO, M. P.; COBUCCI, T.; MENDES, P. N. **Adubação nitrogenada no cultivo do feijoeiro comum irrigado sob plantio direto**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 7p. (Circular Técnica, 70)

BARBOSA FILHO, M. P.; FAGERIA, N. K.; SILVA, O. M. da. **Aplicação de nitrogênio em cobertura no feijoeiro irrigado**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. 8 p. (Circular Técnica, 49).

BARBOSA FILHO, M. P.; SILVA, O. F. Aspectos agroeconômicos da calagem e da adubação nas culturas de arroz e feijão irrigados por aspersão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 11, p. 1657-1667, 1994.

BERNARDES, T. G.; SILVEIRA, P. M. da; MESQUITA, M. A. M. Produtividade do feijoeiro irrigado devido a reguladores de crescimento e culturas antecessoras de cobertura. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 2, p. 371-375, 2010.

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

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

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

BISCARO, G. A.; FREITAS JUNIOR, N. A. de; SORATTO, R. P.; KIKUTI, H.; GOULART JUNIOR, S. A. R.; AGUIRRE, W. M. Nitrogênio em cobertura e molibdênio via foliar no feijoeiro irrigado cultivado em solo de cerrado. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 4, p. 665-670, 2011.

BOARETTO, A. E.; ROSOLEM, C. A. **Adubação foliar**. Campinas: Fundação Cargill, 1989. 298 p.

BUZETTI, S.; ROMEIRO, P. J. M.; ARF, O.; SÁ, M. E. de; GUERREIRO NETO, G. Efeito da adubação nitrogenada em componentes da produção do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado em diferentes densidades. **Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v. 1, n. 1, p. 11-19, 1992.

CARVALHO, M. A. C.; ARF, O.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S.; SANTOS, N. C. B.; BASSAN, D. A. Produtividade e qualidade de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) sob influência de parcelamentos e fontes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 617-624, 2001.

CASILLAS, V. J. C.; LONDOÑO, I. J.; GUERRERO, A. H.; BUITRAGO, G. L. A. Análisis cuantitativo de la aplicación de cuatro bioestimulantes en el cultivo del rabano (*Raphanus sativus* L.). **Acta Agronomica**, Palmira, v. 36, n. 2, p. 185-195, 1986.

CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 2001. 132 p.

CASTRO, P. R. C.; MELOTTO, E. Bioestimulantes e hormônios aplicados via foliar. In: BOARETO, A. E.; ROSOLEM, C. A. **Adubação foliar**. Campinas: Fundação Cargill, 1989. p. 191-235.

COBCUCCI, T.; NASCENTE, A. S.; PEREIRA FILHO, C. R.; MACHADO, A. A.; OLIVEIRA, K. G. B. de; CARVALHO, A. B. A. Efeitos de reguladores vegetais aplicados em diferentes estádios de desenvolvimento do feijoeiro comum. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 9, 2008, Campinas. **Anais...** Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2008. p. 1368-1371.

COBUCCI, T.; CURUCK, F. J.; SILVA, J. G. da. Resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) às aplicações de bioestimulante e complexos nutritivos. In: Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão – CONAFE, 8., 2005, Goiânia-GO. **Anais...** Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. p. 1078-1081.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, terceiro levantamento, dezembro 2012**. Brasília: CONAB, 2012. 30 p. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 22 jan. 2013.

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

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

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45, 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS/FAOSTAT-FAO. **Rankings – Countries by commodity – Beans, dry, 2010**. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/home/index.html#VISUALIZE_TOP_20>. Acesso em: 22 jan. 2013.

FOX, R. H.; KERN, J. M.; PIEKIELEK, W. P. Nitrogen fertilizer source, and method and time of application effect on no-till corn yields and nitrogen uptakes. **Agronomy Journal**, Madison, v. 78, p. 741-746, 1986.

HIGASHI, E. N.; SILVEIRA, R. L. V. A.; GOUVÊA, C. F.; BASSO, L. H. Ação fisiológica de hormônios vegetais na condição hídrica, metabolismo e nutrição mineral. In: CASTRO, P. R. C.; SENA, J. O. A.; KLUGE, R. A. **Introdução à fisiologia do desenvolvimento vegetal**. Maringá: Eduem, 2002. Cap. 9, p. 139-158.

HINOJOSA, G. F. Auxina em plantas superiores: síntese e propriedades fisiológicas. In: CID, L. P. B. **Hormônios vegetais em plantas superiores**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005. p. 15-57.

KANEKO, F. H.; ARF, O.; GITTI, D. C.; ARF, M. V.; FERREIRA, J. P.; BUZETTI, S. Mecanismos de abertura de sulcos, inoculação e adubação nitrogenada em feijoeiro em sistema plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 1, p. 125-133, 2010.

LANA, A. M. Q.; LANA, R. M. Q.; GOZUEN, C. F.; BONOTTO, I.; TREVISAN, L. R. Aplicação de reguladores de crescimento na cultura do feijoeiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 1, p. 13-20, 2009.

MALAVOLTA, E. Sintomas visuais de deficiência e excesso. In: _____. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. p. 548-567.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafós, 1997. 319 p.

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

MERTEN, G. H. Rendimento de grãos de feijão em diferentes sistemas de preparo do solo com tração animal. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 10, 1994, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBSCS, 1994. p. 178-179.

MILLÉO, M. V. R.; VENANCIO, W. S.; MONFERDINI, M. A. Avaliação da eficiência agrônômica do produto Stimulate[®] aplicado no tratamento de sementes e no sulco de plantio sobre a cultura do milho (*Zea mays* L.). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 67, n. 1, p. 1-145, 2000.

MINGOTTE, F. L. C.; YADA, M. M.; JARDIM, C. A.; LEMOS, L. B.; FORNASIERI FILHO, D. Análise econômica da adubação nitrogenada no feijoeiro em sucessão a milho e braquiária no plantio direto. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v. 1, n. 1, p. 112-119, 2012.

MOREIRA, J. A. A.; GUIMARÃES, C. M.; SILVA, J. G.; STONE, L. F. Sistema plantio direto. In: MOREIRA, J. A. A.; STONE, L. F.; BIAVA, M. **Feijão: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 63-72.

NASCIMENTO, R. S. **Fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em feijoeiro de inverno em sistema plantio direto**. 2008. 50 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, 2008.

NASCIMENTO, M. S. do; ARF, O.; SILVA, M. G. da. Resposta do feijoeiro à aplicação de nitrogênio em cobertura e molibdênio via foliar. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 26, n. 2, p. 153-159, 2004.

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

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

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (coord.). **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo e Fundação IAC, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100).

RODRIGUES, J. R. M.; ANDRADE, M. J. B. de; CARVALHO, J. G. de; MORAIS, A. R. de. Rendimento de grãos e seus componentes no feijoeiro (cv, Carioca e Pérola) em função de doses de nitrogênio e fósforo. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7, 2002a, Viçosa - MG. **Anais...** Viçosa: UFV, 2002. p. 728-730.

ROSOLEM, C. A. **Nutrição e adubação do feijoeiro**. Piracicaba: Potafos, 1987. 93p. (Boletim Técnico, 8).

ROSSI, R. **Nitrogênio em cobertura e bioestimulante aplicado via foliar em feijoeiro de inverno no sistema plantio direto**. 2011. 61 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia,

Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, 2011.

SALTON, J. C.; HERNANI, L. C.; FONTES, C. Z. **Sistema plantio direto: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa-SPI; Dourados: Embrapa-CPAO, 1998. 248 p. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

SANCHEZ, P. A.; LOGAN, T. J. Myths and science about the chemistry and fertility of soils in the tropics. In: LAL, R.; SANCHEZ, P.A. (Ed.). **Myths and science of soil of the tropics**. Madison: Soil Science Society of America, 1992. p. 35-46. (Special publication, 29).

SANTOS, L. A. dos; SORATTO, R. P.; ALMEIDA, A. Q.de; NASTARO, B. Produtividade e teor de proteínas nos grãos do feijoeiro em função da aplicação de bioestimulante. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNESP, 22, 2010, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2010. p. 257-260.

SATO, R. H.; CORRÊA, J. B. D.; RIBEIRO, G. J. T.; ANDRADE, M. J. B. de; GOMES, C. N. Doses de nitrogênio em cobertura na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) no sistema convencional e plantio direto. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7, 2002, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Ed. Universidade Federal de Viçosa, 2002. p. 804-806.

SCHIEFELBEIN, J. W.; BENFEY, P. N. The development of plant roots: New approaches to underground problems. **The Plant Cell**, Rockville, v. 3, p. 1147-1154, 1991.

SILVA, G. M.; STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A. Manejo da adubação nitrogenada no feijoeiro irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 32, n. 1, p. 1-5, 2002.

SILVA, M. G. da; ARF, O.; SÁ, M. E. de; BUZETTI, S.; SORATTO, R. P.; SILVA, T. R. B. da. Manejo do solo e adubação nitrogenada em cobertura em feijoeiro de inverno. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7, 2002a, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2002a. p. 612-614.

SILVA, T. R. B. da; ARF, O.; SORATTO, R. P. Adubação nitrogenada e resíduos vegetais no desenvolvimento do feijoeiro em sistema de plantio direto. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7, 2002b, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2002b. p. 637-640.

SILVA, V. A. da; ANDRADE, M. J. B. de; RAMALHO, M. A. P.; SALVADOR, N.; KIKUTI, H. Efeitos de métodos de preparo do solo e doses de adubação NPK sobre o feijão “da seca” em seqüência à cultura do milho. **Ciencia e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 2, p. 454-461, 2001.

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

SILVA, V. A. da; ANDRADE, M. J. B. de; RAMALHO, M. A. P. Efeitos de métodos de preparo do solo e níveis de fertilizante NPK sobre o feijão da “seca” (*Phaseolus vulgaris* L.) em sequência a cultura do milho. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 5, 1996, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Embrapa, CNPAF, 1996. p. 418-420.

SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, A. C.; SILVA, L. M. da; LEMOS, L. B. Parcelamento da adubação nitrogenada de cobertura no feijoeiro em sistema de plantio direto. **Científica**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 223-228, 2006.

SORATTO, R. P.; CARVALHO, M. A. C. de; ARF, O. Nitrogênio em cobertura no feijoeiro cultivado em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 259-265, 2006.

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

SORATTO, R. P.; SILVA, T. R. B.; ARF, O.; CARVALHO, M. A. C. Níveis e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura no feijoeiro irrigado em plantio direto. **Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v. 10, n. 1, p. 89-99, 2001.

STOLLER DO BRASIL. **Stimulate Mo em hortaliças**: Informativo técnico. Cosmópolis: Stoller do Brasil - Divisão Arbore, 1998. 1p.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2003. 719 p.

TOLEDO, M. Z.; FONSECA, N. R.; CESAR, M. L.; SORATTO, R. P.; CAVARIANI, C. C.; CRUSCIOL, C. A. C. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão em função da aplicação tardia de nitrogênio em cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 2, p.124-133, 2009.

VALDERRAMA, M.; BUZETTI, S.; BENETT, C. G. S.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; SÁ, M. E. de. Fontes e doses de nitrogênio e fósforo em feijoeiro no sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 3, p. 191-196, 2009.

VELLINI, E. D.; ROSOLEM, C. A. **Eficiência agrônômica de Stimulate®**. Botucatu: UNESP, Departamento de Agricultura e Melhoramento Vegetal, 1997. 8 p. (Relatório Técnico).

VIEIRA, E. L.; CASTRO, P. R. C. **Ação de stimulate® no desenvolvimento inicial de plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.)**. Piracicaba: USP, Deptº. Ciências Biológicas, USP. 2002. 3p.

VIEIRA, E. L.; MONTEIRO, C. A. Hormônios vegetais. In: CASTRO, P. R. C.; SENA, J. O. A.; KLUGE, R. A. (Ed.). **Introdução à fisiologia do desenvolvimento vegetal**. Maringá: EDUEM, 2002. p. 79-104.

VIEIRA, E. L. **Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja (*Glicine max*), feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e arroz (*Oryza sativa* L.)**. 2001. 122 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade Federal São Paulo, Piracicaba, 2001.

YOKOYAMA, L. P.; DEL PELOSO, M. J.; DI STEFANO, J. G.; YOKOYAMA, M. **Nível de aceitabilidade da cultivar de feijão “Pérola”**: avaliação preliminar. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 20 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 98).

APÊNDICE – FOTOS DA ÁREA EXPERIMENTAL

Figura 13. Semeadura mecânica do feijoeiro cultivar Pérola no dia 20.04.2011, Selvíria (MS), 2011.



Fonte: Do próprio autor.

Figura 14. Semeadura mecânica do feijoeiro cultivar Pérola no dia 03.05.2012, Selvíria (MS), 2012.



Fonte: Do próprio autor.

Figura 15. Sementes de feijão cultivar Pérola tratadas somente com fungicida e inseticida (esquerda e TEST.) e com RVs + fungicida e inseticidas (direita RVS no TS), Selvíria (MS), 2011.



Fonte: Do próprio autor.

Figura 16. Estádio da cultura no momento da adubação de N em cobertura, V₄₋₅ em 2011 (esquerda) e V₄ em 2012 (direita), Selvíria (MS), 2011 e 2012.



Fonte: Do próprio autor.

Figura 17. Estádio da cultura no momento da aplicação via foliar dos RVs em R₅ no ano de 2011 (esquerda) e 2012 (direita), Selvíria (MS), 2011 e 2012.



Fonte: Do próprio autor.

Figura 18. Aplicação via foliar dos RVs com pulverizador costal com pressão constante (3 kgf cm⁻²) – CO₂, Selvíria (MS), 2011.



Fonte: Do próprio autor.

Figura 19. Vista geral da área experimental aos 30 DAS, Sevíria (MS), 2011.



Fonte: Do próprio autor.

Figura 20. Vista geral da área experimental aos 60 DAE, Selvíria (MS), 2012.



Fonte: Do próprio autor.

Figura 21. Aspecto geral do experimento no momento da colheita de 10 plantas/parcela para determinação da altura e componentes do rendimento (24.07.2011 – 90 DAE), Selvíria (MS), 2011.



Fonte: Do próprio autor.

Figura 22. Aspecto geral do experimento no momento da colheita de 10 plantas/parcela para determinação da altura e componentes do rendimento (05.08.2012 – 88 DAE), Selvíria (MS), 2012.



Fonte: Do próprio autor.

Figura 23. Aspecto geral do experimento na colheita do feijão aos 93 DAE, Selvíria (MS), 2011.



Fonte: Do próprio autor.

Figura 24. Aspecto geral do experimento na colheita do feijão aos 92 DAE, Selvíria (MS), 2012.



Fonte: Do próprio autor.