



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Ilha Solteira

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

RAFAEL BRITO CARDOSO

**MICRONUTRIENTES E BIORREGULADOR VIA FOLIAR EM DIFERENTES
ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO DE CULTIVARES DE FEIJÃO,
VISANDO PRODUÇÃO E QUALIDADE DE SEMENTES.**

Ilha Solteira
2015

RAFAEL BRITO CARDOSO

**MICRONUTRIENTES E BIORREGULADOR VIA FOLIAR EM DIFERENTES
ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO DE CULTIVARES DE FEIJÃO,
VISANDO PRODUÇÃO E QUALIDADE DE SEMENTES.**

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

Especialidade: Sistemas de Produção

Orientador: Prof. Dr. Marco Eustáquio de Sá

Ilha Solteira
2015

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

Cardoso, Rafael Brito.

C268m Micronutrientes e biorregulador via foliar em diferentes estádios de desenvolvimento de cultivares de feijão, visando produção e qualidade de sementes / Rafael Brito Cardoso. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2015
59 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2015

Orientador: Marco Eustáquio de Sá
Inclui bibliografia

1. Phaseolus Vulgaris. 2. Hormônio vegetal. 3. Adubação. 4. Feijão de inverno.



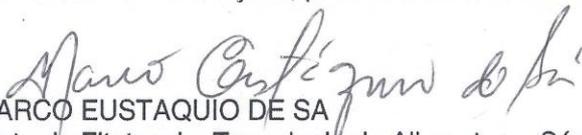
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

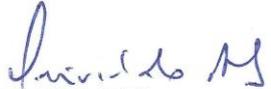
TÍTULO: Micronutrientes e biorregulador via foliar em diferentes estádios de desenvolvimento de cultivares de feijão, visando produção e qualidade de sementes

AUTOR: RAFAEL BRITO CARDOSO

ORIENTADOR: Prof. Dr. MARCO EUSTAQUIO DE SA

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


Prof. Dr. MARCO EUSTAQUIO DE SA
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira


Prof. Dr. ORIVALDO ARF
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. Ronaldo da Silva Viana
UNESP - Câmpus Experimental de Dracena



Data da realização: 03 de setembro de 2015.

Dedico aos meus pais VLAUDIMIR ALVES CARDOSO e MARIA DO CARMO APARECIDA BRITO CARDOSO, que durante toda trajetória acadêmica como em toda a minha vida me deram total apoio e incentivo, sendo imprescindível nesta conquista.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Aos meus Pais pelo amor, auxílio, esforços e investimentos em minha educação. E a minha irmã, pelo amor, carinho, amizade companheirismo e por sempre acreditar em mim.

Ao professor e orientador Dr. Marco Eustáquio de Sá, pela oportunidade e período dedicado à orientação desta pesquisa, sempre com muita compreensão.

A minha namorada Maira de Oliveira Ferreira e sua família, pelos conselhos, incentivos e carinho, fundamentais no decorrer dos anos.

Aos meus amigos Sebastião Nilce Souto Filho (Tião) e Fábio de Oliveira Ferreira (Tarado), e orientandos do Prof. Marco, pelo auxílio durante a condução do trabalho.

Aos professores, Dr. Enes Furlani Júnior e Dr. Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho, pelas considerações no exame de qualificação geral.

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

Aos funcionários da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão pelo apoio na realização das atividades de campo.

À Faculdade de Engenharia (FEIS/Unesp) – Campus de Ilha Solteira, meus agradecimentos pela possibilidade de realização deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pelo auxílio financeiro concedido.

À todos colegas e amigos, que de alguma forma me auxiliaram nesta caminhada, seja nos estudos ou numa boa conversa.

OBRIGADO!

RESUMO

O uso de produtos via foliar visando o aumento na produtividade das culturas tem sido objeto de várias pesquisas nos últimos anos. O objetivo do presente trabalho foi estudar o efeito de doses de um complexo de micronutrientes em três épocas de aplicação, com e sem uso de biorregulador, sobre a produtividade e qualidade das sementes obtidas de dois cultivares de feijoeiro. O experimento foi realizado na Fazenda Experimental de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia – UNESP, localizada no município de Selvíria – MS, no período de outono/inverno de 2013, com irrigação por pivô central. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em 36 tratamentos obtidos do esquema fatorial 3 (épocas) x 6 (complexo micronutrientes) x 2 (com e sem uso de biorregulador). As épocas de aplicações foram no estágio V₄ (V₄₋₃, V₄₋₆ e V₄₋₉). As doses do complexo de micronutrientes foram de 0; 0,6; 1,2; 1,8; 2,4; e 3,0 L ha⁻¹, contendo Zn, Mn, Cu, B e Mo, com e sem de biorregulador (0 e 1,5 L ha⁻¹). Foram utilizados sementes dos cultivares IAC Formoso e IAC Imperador, na densidade de 12 plantas m⁻¹. A cultura foi implantada sobre palhada de *Urochloa ruziziensis* em sistema plantio direto em 29 de abril de 2013, no espaçamento de 0,45 m entre linhas. A adubação de semeadura foi de 250 kg ha⁻¹ da fórmula 4-30-10. Em cobertura foi aplicado 50 kg ha⁻¹ de N utilizando-se como fonte a uréia. Os resultados indicam que existe variação da resposta à aplicação do complexo de micronutrientes no feijoeiro em função da época de aplicação nos diferentes estádios de desenvolvimento nos cultivares IAC Imperador e IAC Formoso; o conjunto de resultados indicam o estágio V₄₋₆ como melhor época de aplicação; para produção e qualidade das sementes obtidas, são indicados o conjunto doses entre 1,0 e 1,5 L ha⁻¹ do complexo de micronutrientes; o incremento ocorreu de modo semelhante com e sem aplicação de biorregulador; as sementes obtidas apresentam elevadas qualidade fisiológica com alta germinação e alto vigor.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgari.*, Hormônio vegetal. Adubação. Feijão de inverno.

ABSTRACT

The use of foliar products in order to increase the productivity of crops has been the subject of several studies in recent years. The aim of this study was to evaluate the effect of doses of a complex of micronutrients in three application times, with and without use of plant growth regulator on the productivity and quality of seeds on two bean cultivars. The experiment was conducted at the Experimental Farm of Education, Research and Extension of the Engineering College - UNESP, located in Selvíria - MS, in Fall / Winter 2013 with center pivot irrigation. The experimental design was a randomized blocks in 36 treatments obtained from the factorial 3 (times) x 6 (complex micronutrients) x 2 (with and without use of plant growth regulator). Times of applications were in V₄ stage (V₄₋₃, V₄₋₆ and V₄₋₉). The complex micronutrients doses were 0; 0.6; 1.2; 1.8; 2.4; and 3.0 L ha⁻¹ Zn, Mn, Cu, B and Mo, with or without a biostimulant (0 and 1.5 L h⁻¹). Seeds of cultivars IAC Formoso and IAC Imperador were used in 12 plant density m⁻¹. The culture was established on straw of *Urochloa ruziziensis* under no-tillage on 29 April 2013, at 0.45 m spacing between rows. Fertilization sowing was 250 kg ha⁻¹ formula 4-30-10. Coverage was applied 50 kg ha⁻¹ N using as source urea. The results indicate that there is variation in the response to the application of micronutrient complex on the bean depending on the time of application at various stages of development in the IAC Formoso and IAC Imperador; the result set indicate the V₄₋₆ stadium as the best time of application; the set doses for production and quality of seeds obtained indicate doses ranging from 1.0 to 1.5 L h⁻¹ micronutrient complex; The increase was the same with and without application of the plant growth regulator; the obtained seeds have high physiological quality with high germination and high vigor.

Keywords: *Phaseolus vulgaris*. Plant hormone. Fertilizing. Winter beans.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Teores de nutrientes no solo antes da instalação dos experimentos (planta de cobertura e feijoeiro). Selvíria – MS, 2012. 24
- Tabela 2.** Tratamentos e doses aplicadas nos estádios V₄₋₃, V₄₋₆ e V₄₋₉. 26
- Tabela 3.** Valores médios, coeficientes de variação, de número de vagens por planta (NV) e número de sementes por vagem (NSV) em feijoeiro cultivares IAC Imperador e IAC Formoso em função de épocas e doses de complexo de micronutrientes com e sem aplicação de biorregulador. Selvíria – MS, 2013. 31
- Tabela 4.** Valores médios, coeficientes de variação, de massa de 100 sementes e produtividade em feijoeiro cultivares IAC Imperador e IAC Formoso em função de épocas e doses de complexo de micronutrientes com e sem aplicação de biorregulador. Selvíria – MS, 2013. 34
- Tabela 5.** Valores médios, coeficientes de variação, de massa de 100 sementes e produtividade em feijoeiro cultivares IAC Imperador e IAC Formoso em função de épocas e doses de complexo de micronutrientes com e sem aplicação de biorregulador. Selvíria – MS, 2013. 38
- Tabela 6.** Valores médios, coeficiente de variação, de índice de velocidade de germinação (IVG) em feijoeiro cultivares IAC Imperador e IAC Formoso em função de épocas e doses de complexo de micronutrientes com e sem aplicação de biorregulador. Selvíria – MS, 2013. 43
- Tabela 7.** Valores médios, coeficiente de variação, de envelhecimento acelerado e emergência em solo em feijoeiro cultivares IAC Imperador e IAC Formoso em função de épocas e doses de complexo de micronutrientes com e sem aplicação de biorregulador. Selvíria – MS, 2013. 46

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Valores médios de temperaturas máximas e mínimas e precipitação pluvial no período de 27/04/2013 a 01/08/2013. Selvíria – MS, 2013. 25
- Figura 2.** Número de vagens por planta em função das doses de micronutrientes sem aplicação de biorregular, no estágio V₄₋₆ (segunda época), em feijoeiro cv. IAC Imperador. Selvíria – MS, 2013. 32
- Figura 3.** Número de vagens por planta em função das doses de micronutrientes sem aplicação de biorregular, no estágio V₄₋₃ (primeira época), em feijoeiro cv. IAC Formoso. Selvíria – MS, 2013. 32
- Figura 4.** Número de sementes por vagem em função das doses de micronutrientes sem aplicação de biorregular, no estágio V₄₋₃ (primeira época) e estágio V₄₋₉ (terceira época), em feijoeiro cv. IAC Formoso. Selvíria – MS, 2013. 33
- Figura 5.** Massa de 100 sementes em função das doses de micronutrientes com aplicação de biorregular, no estágio V₄₋₉ (terceira época), em feijoeiro cv. IAC Imperador. Selvíria – MS, 2013. .. 35
- Figura 6.** Massa de 100 sementes em função das doses de micronutrientes sem aplicação de biorregular, nos estádios V₄₋₆ (segunda época) e V₄₋₉ (terceira época), em feijoeiro cv. IAC Formoso. Selvíria – MS, 2013. 35
- Figura 7.** Produtividade de sementes em função das doses de micronutrientes sem aplicação de biorregular, no estádios V₄₋₃ (primeira época), em feijoeiro cv. IAC Formoso. Selvíria – MS, 2013. 36
- Figura 8.** Primeira contagem de germinação em função das doses de micronutrientes com aplicação de biorregular, nos estádios V₄₋₆ (segunda época) e V₄₋₉ (terceira época), em feijoeiro cv. IAC Imperador. Selvíria – MS, 2013. 39
- Figura 9.** Primeira contagem de germinação em função das doses de micronutrientes sem aplicação de biorregular, no estádios V₄₋₆ (segunda época), em feijoeiro cv. IAC Imperador. Selvíria – MS, 2013. 40
- Figura 10.** Primeira contagem de germinação em função das doses de micronutrientes sem aplicação de biorregular, no estádios V₄₋₉ (terceira época), em feijoeiro cv. IAC Formoso. Selvíria – MS, 2013. ... 40
- Figura 11.** Germinação em função das doses de micronutrientes sem aplicação de biorregular, no estágio V₄₋₆ (segunda época), em feijoeiro cv. IAC Imperador. Selvíria – MS, 2013. 41
- Figura 12.** Germinação em função das doses de micronutrientes com aplicação de biorregular, no estádios V₄₋₆ (segunda época) e V₄₋₉ (terceira época), em feijoeiro cv. IAC Imperador. Selvíria – MS, 2013. 42
- Figura 13.** Índice de velocidade de germinação (IVG) em função das doses de micronutrientes com aplicação de biorregular, no estádios V₄₋₆ (segunda época) e V₄₋₉ (terceira época), em feijoeiro cv. IAC Imperador. Selvíria – MS, 2013. 44

Figura 14. Índice de velocidade de germinação (IVG) em função das doses de micronutrientes sem aplicação de biorregulador, no estádio V ₄₋₆ (segunda época), em feijoeiro cv. IAC Imperador. Selvíria – MS, 2013.	44
Figura 15. Envelhecimento acelerado em função das doses de micronutrientes sem aplicação de biorregulador, no estádio V ₄₋₆ (segunda época), em feijoeiro cv. IAC Imperador. Selvíria – MS, 2013.	47
Figura 16. Envelhecimento acelerado em função das doses de micronutrientes com aplicação de biorregulador, nos estádios V ₄₋₆ (segunda época) e V ₄₋₉ (terceira época), em feijoeiro cv. IAC Imperador. Selvíria – MS, 2013.	47
Figura 17. Envelhecimento acelerado em função das doses de micronutrientes com aplicação de biorregulador, no estádio V ₄₋₉ (terceira época), em feijoeiro cv. IAC Formoso. Selvíria – MS, 2013. ...	48
Figura 18. Emergência em solo em função das doses de micronutrientes com aplicação de biorregulador, no estádio V ₄₋₆ (segunda época), em feijoeiro cv. IAC Imperador. Selvíria – MS, 2013.	49
Figura 19. Emergência em solo em função das doses de micronutrientes sem aplicação de biorregulador, no estádio V ₄₋₆ (segunda época), em feijoeiro cv. IAC Imperador. Selvíria – MS, 2013.	49
Figura 20. Emergência em solo em função das doses de micronutrientes sem aplicação de biorregulador, no estádio V ₄₋₉ (terceira época), em feijoeiro cv. IAC Formoso. Selvíria – MS, 2013.	50

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1	Aspectos gerais e ecofisiológicos sobre a cultura do feijão	16
2.2	Biorreguladores no feijoeiro	18
2.3	Adubação foliar e micronutrientes.....	19
2.4	Produção de sementes.....	21
3	MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1	Caracterização e instalação do experimento	24
3.2	Avaliações.....	27
3.2.1	Produção.....	27
3.2.2	Qualidade fisiológica das sementes.....	28
3.3	Análise estatísticas.....	29
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1	Produção.....	30
4.2	Qualidade fisiológica das sementes.....	37
5	CONCLUSÕES	51
	REFERÊNCIAS	52
	ANEXO A – INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 45, DE 17 DE SETEMBRO DE 2013, PADRÕES PARA PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE SEMENTES DE FEIJÃO	59

1 INTRODUÇÃO

A cultura do feijão é considerada de grande importância socioeconômica dentre os produtos agrícolas comercializados no Brasil. É um alimento que se destaca devido ao seu conteúdo proteico. Além disso é rico em minerais essenciais para o metabolismo humano como o potássio, fósforo, cobre, ferro, zinco, magnésio e consumido combinado com o arroz agrega maiores propriedades nutritivas. Esta leguminosa é colhida praticamente durante todos os meses do ano, nas diferentes regiões do país.

Com propriedades nutritivas e terapêuticas, o feijão é altamente desejável como componente em dietas de combate à fome e à desnutrição. Além do seu conteúdo protéico, o elevado teor de fibra alimentar, com seus reconhecidos efeitos hipocolesterolêmico e hipoglicêmico, aliado às vitaminas (especialmente do complexo B) e aos carboidratos, tornam o seu consumo altamente vantajoso como alimento funcional, representando importante fonte de nutrientes, de energia, atuando na prevenção de distúrbios cardiovasculares (AIDAR, 2003).

Visando elevar os níveis de produtividade do feijão, novas tecnologias vêm sendo propostas e testadas. Neste sentido, pesquisas utilizando biorreguladores, associados ou não a adubações, vem sendo uma prática cada vez mais comum (LANA et al., 2009), objetivando modificar o desenvolvimento das plantas, com reflexos na produtividade (DOURADO NETO et al., 2004).

A adoção do uso de biorreguladores, vem sendo empregados em culturas com intuito de melhorar o desenvolvimento da planta, objetivando elevar os níveis de produtividade. Acredita-se que o coquetel composto de ácido indolbutírico, cinetina e ácido giberélico, pode promover o desenvolvimento vegetal, melhorando a produtividade.

Outra prática que vem sendo amplamente estudada é a adubação foliar, a qual se destaca, principalmente em relação ao fornecimento de micronutrientes. Os nutrientes aplicados às folhas são absorvidos e utilizados mais rapidamente. Em geral, a absorção aumenta com a elevação da temperatura e diminui com o seu abaixamento (metabolismo). A absorção foliar é favorecida pela elevada umidade atmosférica, pois mantém a cutícula hidratada (WITTEWER; BUKOVAC; TURKEY, 1962). Assim buscando a obtenção de mais informações sobre a influência de micronutrientes e biorreguladores em plantas de feijoeiro, este trabalho foi proposto com o objetivo de estudar o efeito da aplicação de doses de micronutrientes via foliar, em conjunto com biorreguladores em dois cultivares de feijão.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos gerais e ecofisiológicos sobre a cultura do feijão

O feijão comum é originário das Américas, e foi levado para o Velho Mundo como planta ornamental (ZIMMERMANN; TEIXEIRA, 1996). O gênero *Phaseolus* compreende aproximadamente 55 espécies das quais apenas cinco são cultivadas: o feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*); o feijão de lima (*P. lunatus*); o feijão ayocote (*P. coccineus*); o feijão tepari (*P. acutifolius*); e o *P. polyanthus* (EMBRAPA, 1996).

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma das culturas de grande relevância socioeconômica para o Brasil. O País está entre os maiores produtores e consumidores mundial dessa leguminosa. A produção nacional de feijão deveria alcançar 3,71 milhões de toneladas (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2014), com pequeno aumento em relação aos anos anteriores.

Apresenta elevado teor proteico na composição, é excelente fonte de carboidratos e fibra, contém baixos teores de lipídios, sódio e não contém colesterol, além de possuir vitaminas (principalmente do complexo B) e minerais (BRESSANI; ELÍAS, 1974; ANTUNES; SGARBIERI, 1980; ROSTON, 1990; GEIL; ANDERSON, 1994). Segundo Vieira (1988), no Brasil, em todo seu território a cultura do feijão está presente, devido ser base da alimentação e estar adaptado as condições climáticas do país.

O feijoeiro é uma planta herbácea, podendo ser trepadora ou não, levemente pubescente, cujo ciclo de vida varia de, aproximadamente, 65 a 120 dias, dependendo das características agrônômicas e das condições e época de cultivo. Com vagens retas ou ligeiramente curvas, achatadas ou arredondadas, com bico reto ou curvado, em geral medindo de 9 a 12 cm de comprimento e com 3 a 7 sementes (ALMEIDA; CANÉCHIO FILHO, 1987; VIEIRA et al., 2001).

As plantas, de acordo com o hábito de crescimento as cultivares são agrupadas em tipo I (plantas de crescimento determinado), tipo II (plantas de crescimento indeterminado arbustivo), tipo III (plantas de crescimento indeterminado prostrado) e tipo IV (plantas de crescimento indeterminado trepador) (CIAT, 1981). Sendo mais comum o cultivo de plantas do tipo II e III.

O feijoeiro consegue se desenvolver em diferentes tipos de solos, exceto nos compactados, salinos e encharcados. Os solos mais adequados são de textura areno-argilosa, leves, soltos, com bom teor matéria orgânica (ALMEIDA; CANÉCHIO FILHO, 1987).

Segundo Rosolem (1996), por possuir um sistema radicular compacto e superficial, é importante que este seja cultivado em solos com pH neutro, na faixa de 6,0 a 6,5, para maior eficiência do aproveitamento da fixação simbiótica, evitando o alumínio e o manganês tóxicos e prevenir a deficiência de micronutrientes.

O fornecimento de nutrientes ao feijoeiro é de grande importância, principalmente o nitrogênio, que em geral é o exigido em maiores quantidades (MALAVOLTA, 1979). Através do processo de fixação biológica do nitrogênio algumas bactérias pertencentes ao gênero *Rhizobium* conseguem infectar as raízes do feijoeiro, formar nódulos e fixar biologicamente o nitrogênio contido na atmosfera (N_2), fornecendo esse nutriente que de outro modo, teria que ser adicionado por adubação (HUNGRIA, 1994). Malavolta (1987) e Arf (1994) consideram que o feijoeiro sendo uma leguminosa possui a capacidade suprir parte da sua exigência em nitrogênio através do processo de fixação simbiótica, conseguindo fixar através desse processo de 20 a 30 % do nitrogênio que necessita, contribuindo dessa forma para economia da adubação nitrogenada.

O desenvolvimento do feijoeiro pode ser prejudicado em decorrência de déficit hídrico, principalmente durante a floração. Nas fases vegetativa e reprodutiva das plantas com crescimento normal são consumidos, respectivamente, em torno de 3 mm e 5 mm diários de água. A estimativa de consumo varia de 300 a 500 mm ao longo do ciclo (DOORENBOS; KASSAM, 1979), sendo que a cultura é beneficiada com a diminuição das precipitações pluviais após a maturidade fisiológica, condições de seca são essenciais para a obtenção de sementes de boa qualidade (VIEIRA et al., 2001).

A cultura pode ser implantada em três épocas distintas. Segundo Bulisani (2008), na 1ª safra, vai de outubro a dezembro, o feijão é semeado em época de muita incidência de chuvas e temperaturas elevadas, especialmente as noturnas. Estes fatores, em conjunto, resultam em incidência de muitas doenças e abortamento de flores e vagens e, em consequência, baixas produtividades. Na 2ª safra, de fevereiro a março, embora as temperaturas já sejam mais amenas, a falta de chuvas é o fator limitante, contribuindo para baixas produtividades, quase sempre, na fase de floração e enchimento das vagens. Irrigações suplementares elevam a produtividade, mas, quase sempre não realizadas ou por falta de recursos do produtor ou por falta de conhecimento. A semeadura na 3ª safra é realizadas a partir do mês de março, com o fim do período chuvoso, principalmente na região dos Cerrados, abrangendo a totalidade ou parte dos Estados do Sudeste e Centro-Oeste. Com o fim das chuvas, estação de verão, de temperaturas elevadas, inicia o outono, com temperaturas amenas, principalmente a noturna.

Os cultivos “das águas” e “da seca”, apesar da participação significativa no montante da produção e da grande área cultivada, apresentam produtividade média baixa. O cultivo de inverno obtém-se maior produtividade e a área de cultivo aproximadamente 10% da área total ocupada com feijoeiro (MOREIRA; STONE; BIAVA, 2003).

2.2 Biorreguladores no feijoeiro

Com o intuito de se elevarem os níveis de produtividade do feijão, novas tecnologias vêm sendo propostas e testadas. Neste sentido, pesquisas utilizando reguladores de crescimento, associados ou não a adubações, vem sendo uma pratica cada vez mais comum (LANA et al., 2009), objetivando modificar o desenvolvimento das plantas, com reflexos na produtividade (DOURADO NETO et al., 2004).

De acordo com Castro & Vieira (2001), biorreguladores ou estimulantes vegetais são misturas de reguladores vegetais ou destes com outros compostos de diferentes naturezas bioquímicas (aminoácidos, micronutrientes ou vitaminas). Segundo Casillas et al. (1986), esses compostos tem grande eficiência com aplicação em baixas doses melhorando o funcionamento dos processos vitais da planta, garantindo rendimento satisfatório durante o ciclo da cultura mesmo em condições ambientais adversas.

Segundo Taiz & Zeiger (2004), os biorreguladores têm influência sobre vários órgãos da planta, cujo efeito depende da espécie, do estágio de desenvolvimento, da concentração, da interação entre reguladores e de vários fatores ambientais. Morfologicamente, os órgãos das plantas são alterados pela aplicação do biorregulador, de forma que o que o crescimento e desenvolvimento podem ser promovidos ou inibidos, o que interfere nos processos fisiológicos e exerce controle das atividades meristemáticas (WEAVER, 1972).

Acredita-se que os biorreguladores, composto por ácido indolbutírico (auxinas), cinetina (citocininas) e ácido giberélico (giberelinas), pode, em função de sua composição, concentração e proporção das substâncias, pode impulsionar o crescimento e desenvolvimento vegetal, promovendo a divisão celular e podendo, também, aumentar a absorção de água e nutrientes pelas plantas (VIEIRA ; CASTRO, 2002).

As auxinas são responsáveis pelo crescimento das plantas, agindo diretamente nos mecanismos de expansão e diferenciação celular (VIEIRA; MONTEIRO, 2002). As citocininas estão diretamente relacionadas com o processo de divisão celular e em processos de desenvolvimento vegetativos e reprodutivos, na germinação de sementes e na quebra de dormência de gemas (RAVEN et al., 2007; VIEIRA; MONTEIRO, 2002). As giberelinas

possuem a função de promover o crescimento caulinar, estimulando o alongamento e a divisão celular (SALISBURY; ROSS, 1992), além de serem dos principais fitormônios atuantes no processo de germinação das sementes (RAVEN et al, 2007; TAIZ; ZEIGER, 2004).

De acordo com Vieira e Monteiro (2002), biorreguladores têm sido associados a micronutrientes, no tratamento de sementes ou aplicação foliar. Assim como as raízes, as folhas das plantas têm capacidade de absorver os nutrientes depositados na forma de solução em sua superfície.

2.3 Adubação foliar e micronutrientes

As plantas têm a capacidade de absorver nutrientes pelas folhas (ROSOLEM, 1984), devido a essa capacidade originou a prática da adubação foliar, em que soluções de um ou mais nutrientes são pulverizadas sobre a parte aérea das plantas, atingindo principalmente as folhas (VOLKWEISS, 1991), por essa razão as adubações foliares são viáveis. No caso dos micronutrientes, que são requeridos em pequenas quantidades, considera-se que as aplicações pudessem satisfazer facilmente as necessidades da planta, por meio de pulverizações com pequenas quantidades de micronutrientes. Contudo, a baixa mobilidade desses nutrientes, faz com que sejam necessárias varias aplicações durante o ciclo, especialmente de boro. Essa prática, pode ser aliada aos tratamentos fitossanitários da cultura do feijoeiro, tornando-a muito mais econômica e viável.

Bulisani et al. (1973a, 1973b) testaram alguns produtos contendo macro e micronutrientes, em aplicação foliar na cultura do feijoeiro. Concluíram sobre a eficiência da adubação foliar, que ela possibilitou obter aumentos médios de rendimento de 23 a 26%.

Os micronutrientes são elementos químicos essenciais para o crescimento das plantas e são exigidos em quantidades muito pequenas (MORTVEDT, 2001). Mesmo que a participação dos micronutrientes seja pequena, a ausência de qualquer um deles pode resultar significativas perdas de produção (BARBOSA FILHO et al., 2001). Nas plantas a deficiência de um micronutriente pode alterar os processos metabólicos e causar a deficiência de um macronutriente (EMBRAPA, 1996). A baixa fertilidade de alguns solos, a exportação de nutrientes pelas colheitas e as altas doses de calcário e de adubos fosfatados são fatores que contribuem para a maior insolubilização de micronutrientes (BATAGLIA; RAIJ, 1989). Assim, por muitas vezes, têm ocorrido deficiências de micronutrientes em culturas variadas.

As deficiências mais comuns nas culturas brasileiras são de B e Zn (MALAVOLTA et al., 1997), principalmente em áreas de vegetação de cerrado.

Cada micronutriente exerce um papel específico nas plantas. Na cultura do feijão algumas respostas ao uso de micronutrientes têm sido observadas. Oliveira et al. (1996) indicaram, em casos de deficiência, aplicação foliar de solução de Cu após a emergência das plântulas, realizando-se pulverizações adicionais quando necessário. Segundo os mesmos autores, a deficiência de manganês em feijão é caracterizada por enrugamento das folhas e murchamento. As plantas afetadas ($< 30 \text{ mg kg}^{-1}$ de Mn) não crescem, com caules finos de coloração verde-pálida e folhagem com clorose internerval. Inicialmente, a formação de ramos não sofre interferência, mas o caule pode parar de crescer à medida que a deficiência persistir. Há redução na produção de flores, vagens e grãos, acarretando baixa produtividade.

Usando a técnica do elemento faltante, Andrade (1997) verificou que o B, quando não aplicado na cultura, foi o nutriente mais limitante para a produção do feijoeiro cultivado em solos de várzea. O mesmo autor relata que a deficiência de B foi tão rigorosa que, além de ocorrer a redução do crescimento da parte aérea e dos sintomas característicos de deficiência observados nas plantas, não houve produção de grãos. Citou também que o crescimento e a produção foram normalizados com a aplicação de $0,5 \text{ mg dm}^{-3}$ de B.

A importância do Mo para as leguminosas está na sua relação direta com o processo biológico de fixação do nitrogênio (a nitrogenase catalisa a redução do N_2 atmosférico até NH_3 , feita pelo *Rhizobium*, nos nódulos radiculares) e na incorporação do nitrogênio em moléculas orgânicas (redutase do nitrato que catalisa a redução do NO_3 a NO_2) (DECHEN et al., 1991). Amane et al. (1994) em experimentos em solos da Zona da Mata de Minas Gerais, concluíram que o Mo pode até mesmo substituir a adubação em cobertura de N. Em trabalhos tem se constatado efeito pronunciado do molibdênio na produtividade do feijoeiro, sendo que Berger et al. (1993a) observaram incremento de produtividade da ordem de 54% para a dose de 90 g ha^{-1} de Mo em uma localidade e de 164% para a dose de 79 g ha^{-1} de Mo em outra. Em um estudo de épocas de aplicação, Berger et al. (1993b) observaram respostas as aplicações feitas até 42 dias após a emergência.

O Co também é fundamental na fixação de N em plantas leguminosas, por ser imprescindível ao funcionamento da enzima leghemoglobina (MARSCHNER, 1995).

Dentre os micronutrientes, o zinco é aquele cuja deficiência é quase generalizada nos solos sob cerrados no Brasil Central, sendo a maioria desses solos formados por latossolos e podzólicos altamente intemperizados, ácidos e com baixa capacidade de troca de cátions (LOPES, 1984). Junqueira Netto et al., (1993) obtiveram respostas positivas à aplicação de

zinco, via foliar, com aumentos médios de 702 kg ha⁻¹ de grãos em latossolo roxo distrófico de Lavras, MG.

2.4 Produção de sementes

A semente é fator primordial no estabelecimento de qualquer lavoura, a utilização de sementes de baixa qualidade fisiológica, ou seja, com potencial de germinação e vigor reduzido, originam lavouras com baixa população de plantas (MEDEIRO FILHO; TEÓFILO, 2005).

Durante muitos anos a produtividade média de grãos de feijão comum no Brasil se manteve em patamares abaixo de 500 kg ha⁻¹ (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 1991), e com a expansão da “terceira época de cultivo”, ou safra “outono-inverno”, este índice foi elevado. Todavia, a produtividade atual ainda é considerada baixa quando comparada com a de outras culturas produtoras de grãos, principalmente quando se sabe que o feijoeiro tem potencial genético para produzir 4.500 kg ha⁻¹ de grãos (VIEIRA et al., 1999). Bragantini (1996a) relatou que um dos fatores que mais contribui para o baixo rendimento da cultura do feijoeiro, é a utilização de grãos, ao invés de sementes para o cultivo. No Brasil, a taxa de utilização de semente comercial é muito baixa, em torno de 8% (MENTEN, et al., 2006).

Para se obter sementes de alta qualidade, é imprescindível, dentre outros fatores, uma adubação mineral balanceada, dada a sua influência na produção e qualidade do produto agrícola (DELOUCHE, 1981; WRIGLEY et al., 1984). Toledo e Marcos Filho (1977) ressaltaram que plantas bem nutridas apresentaram condições de produzir sementes mais bem formadas e, portanto, com o seu desenvolvimento completo, podendo apresentar no campo um desempenho mais uniforme e adequado. O vigor das sementes que exprime o seu nível de qualidade fisiológica está relacionado com uma série de fatores como: condições climáticas durante a maturação, condições de armazenamento, tamanho das sementes, grau de injúria mecânica, tratamento químico das sementes e nutrição das plantas progenitoras entre outros (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000a).

Trabalhos que objetivam relacionar a adubação e nutrição das plantas produtoras de sementes com a qualidade fisiológica das sementes são em número reduzido e os resultados nem sempre são concordantes. Cícero et al. (1979), trabalhando com milho, em solos de baixa e alta fertilidade, verificaram que o maior nível de fertilidade levou a uma maior produtividade, o mesmo não ocorrendo em relação ao vigor das sementes, uma vez que, para

os dois níveis, o comportamento foi semelhante. Em girassol, Calarota & Carvalho (1984) verificaram que a adubação em cobertura com doses de um a nove gramas de N por planta aumentou a velocidade de germinação das sementes. O nitrogênio pode influir na qualidade fisiológica da semente, mas os seus efeitos variam de acordo com a espécie, com as condições ambientais, bem como com o estágio de desenvolvimento da planta em que ocorre a aplicação do fertilizante (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000a). Pode-se verificar, portanto, a necessidade da realização de mais estudos sobre a adubação/ nutrição e qualidade fisiológica das sementes para melhor elucidar as necessidades em nutrientes de cada espécie, para que se possa fazer recomendação de adubação para produção de sementes, visando também à qualidade fisiológica.

É essencial para o aumento da produtividade, a melhoria do nível tecnológico do feijoeiro, na qual inclui-se o emprego de sementes de alta qualidade (BRAGANTINI, 1996b; YOKOYAMA et al., 2000). A qualidade de sementes pode ser expressa pela interação de quatro componentes: genético, físico, sanitário e fisiológico (AMBROSANO et al., 1999). De acordo com Vieira et al. (1993), o componente fisiológico pode ser influenciado pelo ambiente em que as sementes se formam. Portanto, deve-se considerar a germinação e o vigor, procurando-se diferenciar sementes com maior potencial fisiológico, em função de tratamentos culturais aplicados, como a adubação mineral (ANDRADE et al., 1999).

O aspecto nutricional das plantas afeta a produtividade e da mesma forma a obtenção de sementes de qualidade está associada a fatores como as condições ambientais e nível de nutrição da planta mãe (ARTHUR; TONKIN, 1991). A disponibilidade de nutriente influi na formação do embrião e dos órgãos de reserva e na composição química da semente, afetando, conseqüentemente, a qualidade da semente (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000b). Segundo esses autores, o nível de vigor das sementes pode afetar o potencial de armazenamento do lote e persistir no campo, influenciando o estabelecimento da cultura, o desenvolvimento da planta, a uniformidade da lavoura e a sua produtividade.

A qualidade da semente compreende muitas características como viabilidade, vigor, teor de água, maturidade, danificação mecânica, infecções por patógenos, tamanho, aparência e longevidade (POPINIGIS, 1985). Portanto, a interação dos componentes genético, físico, sanitário e fisiológico é que expressam a qualidade da semente (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000a). Segundo Vieira et al. (1993), o componente fisiológico pode ser influenciado pelo ambiente em que as sementes são produzidas.

Na cultura do feijão, são crescentes os trabalhos confrontando os diversos sistemas de manejo de solo, visando obter informações quanto ao ganho de produtividade, principalmente

o plantio direto em relação a outros, em especial ao preparo convencional (STONE; MOREIRA, 2000, 2001; ARF et al., 2004). Porém, pouco se sabe sobre a influência dos sistemas de manejo de solo na qualidade fisiológica das sementes, visto que seu efeito é mais pronunciado no componente sanitário, pelo aparecimento de doenças em função da incorporação de matéria orgânica e de resíduos de plantas, pela redistribuição de organismos na superfície do solo ou o seu enterrio para camadas mais profundas, pela exposição de microrganismos à radiação solar, pela produção de cobertura morta resultante do plantio direto modificando o microclima da lavoura e conseqüentemente interferindo na conservação da umidade e na temperatura do solo (RIOS et al., 2000).

O fornecimento adequado e equilibrado de nutrientes para o feijoeiro pode contribuir não só para aumentar a produtividade, mas também para melhorar a qualidade fisiológica das sementes produzidas e desenvolvimento inicial do feijoeiro (PESSOA et al., 2000; TEIXEIRA et al., 2005), já que a disponibilidade de nutrientes influencia a formação do embrião e dos cotilédones, com efeitos sobre o vigor das sementes (TEIXEIRA et al., 2005).

Como se verifica, a literatura indica que há muitas indagações de micronutrientes, hormônios e outros produtos que envolvem o metabolismo vegetal serem fundamentais no processo de obtenção de maiores produtividades e alta qualidade das sementes obtidas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização e instalação do experimento

O trabalho foi realizado na área experimental da Faculdade de Engenharia, UNESP - Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria (MS), no período de outono-inverno, com irrigação no ano de 2013.

A área apresenta como coordenadas geográficas 51°24'31,7'' de longitude oeste de Greenwich e de 20°20'51,8'' latitude sul, com altitude de 350 m. O solo do local segundo levantamento detalhado efetuado por Demattê (1980) foi classificado como Latossolo Vermelho-Escuro, epi-eutrófico álico textura argilosa, sendo denominado Latossolo Vermelho Distrófico Argiloso, pela atual nomenclatura do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013). Antes da instalação do experimento foram coletadas amostras de solo da área experimental para determinar as características químicas, na camada 0-0,20 m, de acordo com método proposto por Raij et al. (2001). Os resultados da análise de solo encontram-se na Tabela 1.

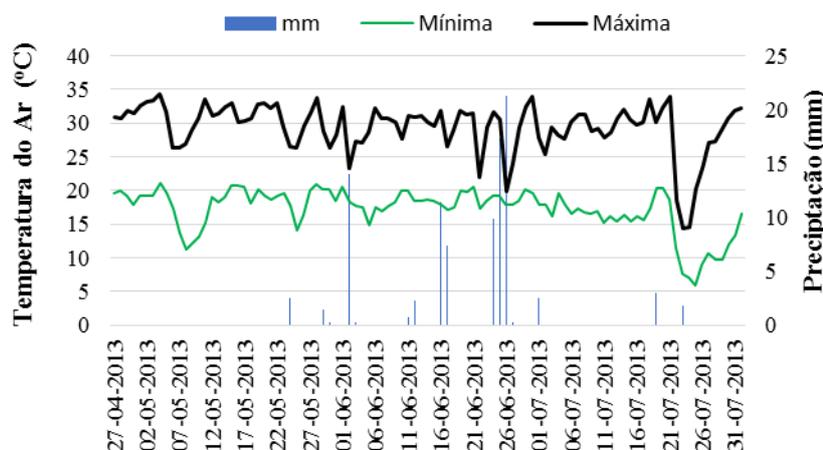
Tabela 1 - Teores de nutrientes no solo antes da instalação dos experimentos (planta de cobertura e feijoeiro). Selvíria – MS, 2012.

P resina mg dm ⁻³	M.O. g dm ⁻³	pH (CaCl ₂)	K	Ca	Mg	H+Al mmolc dm ⁻³		Al	SB	CTC	V%
24,0	18,0	5,0	3,8	28,0	11,0	34,0	1,0	42,8	76,8	55	
Cu	Fe	DTPA mg dm ⁻³				Zn	B Água aparente				
3,5	23,0	29,0	0,6	0,29							

Fonte: Próprio autor.

O clima predominante da região, conforme classificação de Koppen é do tipo Aw, definido como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. Segundo Centurion (1982), a temperatura média anual é em torno de 25°C e a precipitação pluvial média anual é de aproximadamente 1330 mm.

Figura 1 - Valores médios de temperaturas máximas e mínimas e precipitação pluvial no período de 27/04/2013 a 01/08/2013. Selviria – MS, 2013.



Fonte: Próprio autor.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com 36 tratamentos e 4 repetições, em esquema fatorial 3 x 6 x 2. Sendo três épocas de aplicação (V₄₋₃, V₄₋₆ e V₄₋₉), seis doses do complexo de micronutrientes contendo Zn, Mn, Cu, B e Mo (do produto Exion Force, nas doses de 0; 0,6; 1,2; 1,8; 2,4 e 3,0 L ha⁻¹, com dose recomendada de 2,0 L ha⁻¹ com aplicação parcelada) e duas doses de biorregulador (do produto Stimulate, nas doses de 0 e 1,5 L ha⁻¹, contendo Cinetina, Ácido Giberélico e Ácido Indolbutírico, onde a dose recomendada é 0,25 a 0,5 L ha⁻¹). Foram utilizadas sementes de dois cultivares do grupo carioca, IAC Formoso e IAC Imperador. O cultivar IAC Formoso apresenta crescimento indeterminado arbustivo (tipo III), de ciclo semi-precoce ao redor de 85 dias, porte semi-ereto favorecendo a colheita mecanizada, com alta resistência ao patógeno da antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*), resistente a mancha angular e tolerância para o patógeno de solo *Fusarium oxysporum*. O cultivar IAC Imperador apresenta crescimento determinado (tipo I), de ciclo precoce (75 dias), apresenta facilidade de colheita mecanizada por ser um cultivar de porte ereto, e resistente as principais doenças (antracnose, mancha angular, mosaico dourado do feijoeiro e mosaico comum feijoeiro). As aplicações ocorreram utilizando pulverizadores costais, sem a utilização de surfactantes, e diretamente sobre as parcelas.

Tabela 2 - Tratamentos e doses aplicadas nos estádios V₄₋₃, V₄₋₆ e V₄₋₉.

Tratamentos	Doses (L ha ⁻¹)	
	Sem	Com Stimulate ⁽²⁾
Testemunha	0,0	0,0 + 1,5
Exion Force ⁽¹⁾	0,6	0,6 + 1,5
Exion Force	1,2	1,2 + 1,5
Exion Force	1,8	1,8 + 1,5
Exion Force	2,4	2,4 + 1,5
Exion Force	3,0	3,0 + 1,5

Nota: (1) Produto contendo Zn, Mn, Cu, B e Mo, registrado pela Kimberlit Agrociências.

Nota: (2) Produto contendo ácido indolbutírico (auxinas), cinetina (citocininas) e ácido giberélico (giberelinas), registrado pela Stoller do Brasil Ltda.

Fonte: Próprio autor.

A cultura foi implantada em sistema de plantio direto sobre palhada de *Urochloa ruzizienses* previamente semeada em dezembro de 2012, utilizando material com valor cultural de 51% na dose de 4 kg ha⁻¹ de sementes puras, produzindo 9600 kg ha⁻¹ de massa seca na área. Em março de 2013 a área foi manejada utilizando roçadeira e posteriormente aplicando-se glifosato na dose de 1560 g ha⁻¹ de i.a. O histórico da área de cultivo foi de cultivos de milho e 5 anos produzindo soja safrinha.

No 29 de abril de 2013, o feijoeiro foi semeado no espaçamento de 0,45 m entre linhas e densidade de 12-13 sementes por metro de sulco, sendo que para tanto foi levado em consideração o valor cultural das sementes por ocasião da semeadura. Em conjunto com a semeadura ocorreu adubação no sulco de semeadura, sendo realizada de acordo com análise de solo, segundo as recomendações de Ambrosano et al. (1997) para cultura do feijão de inverno irrigado (250 kg ha⁻¹ da formula 4-30-10) (Tabela 1). A adubação em cobertura utilizando 50 kg ha⁻¹ de N utilizando como fonte de nutriente a uréia foi realizada no dia 22 de maio de 2013, com o aparecimento do primeiro trifólio da cultura (V₃).

As avaliações começaram a ser realizadas no dia 12 de maio 2013 com a avaliação da população de plantas. As aplicações foliares para o cultivar IAC Imperador ocorreram dias 29 de maio para a 1^a época (V₄₋₃), 4 de junho para 2^a época (V₄₋₆) e 10 de junho para 3^a época (V₄₋₉). Para o cultivar IAC Formoso, ocorreram dias 31 de maio para a 1^a época (V₄₋₃), 7 de junho para 2^a época (V₄₋₆) e 13 de junho para 3^a época (V₄₋₉).

O controle de plantas daninhas foi realizado aos 18 e 30 dias após emergência das plantas aplicando-se Fomesafen (200 g ha⁻¹ de i.a) e Fenoxaprop-p-etílico + Cletodin (25 + 25 g ha⁻¹ de i.a) respectivamente. Para controle de pragas e doenças, foi aplicado aos 25 dias

após a emergência Deltametrina + Triazofós (4 + 140 g ha⁻¹ de i.a) + Mancozeb (800 g g ha⁻¹ de i.a), aos 40 dias após a emergência foi aplicado Imidacloprid + Beta-ciflutrina (50 + 6,25 g ha⁻¹ de i.a) + Mancozeb (800 g ha⁻¹ de i.a), e aos 56 dias após a emergência foi aplicado Deltametrina + Triazofós (4 + 140 g ha⁻¹ de i.a) + Mancozeb (800 g ha⁻¹ de i.a).

A colheita manual do cultivar Imperador ocorreu no dia 22 de julho, totalizando ciclo de 84 dias. Já o cultivar Formoso, a colheita ocorreu no dia 31 de julho, fechando o ciclo com 93 dias.

Em ambos os cultivares, a população inicial média foi de 12 plantas por metro, totalizando população final média em 266.667 plantas ha⁻¹. As sementes dos dois cultivares apresentaram grau de umidade de 12% por ocasião da colheita e 10% ao incio dos testes de laboratório. A colheita ocorreu em período seco, o que propiciou uma colheita com condições climáticas adequadas para a qualidade das sementes (Figura 1).

3.1 Avaliações

3.1.1 Produção

3.1.1.1 Componentes de produção

As avaliações foram realizadas no período de colheita pela coleta de 10 plantas em local pré-determinado na área útil de cada parcela e posteriormente levadas ao laboratório para a determinação de: número de vagens por planta, número de sementes por planta, número de sementes por vagem, massa de 100 sementes e determinação do grau de umidade. Para tanto foi realizada a contagem e debulha das vagens das plantas de feijoeiro obtendo-se o número de vagens por planta, número de sementes por planta e número de sementes por vagem. Para determinação do grau de umidade utilizou-se o método da estufa a 105°C (+/- 3°C) durante 24 horas, com utilização de duas amostras de 5 g de sementes para cada tratamento, conforme a metodologia indicada pelas Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009).

3.1.1.2 Produtividade de grãos

As plantas de duas linhas de cinco metros da área útil de cada parcela foram arrancadas e deixadas para a secagem a pleno sol. Após o período de secagem as mesmas

foram submetidas à trilha manual e determinada a massa das sementes e os dados transformados em kg ha^{-1} (13% base úmida).

3.1.2 Qualidade fisiológica das sementes

Foi conduzido no Laboratório de Análises de Sementes do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia e Sócio Economia da FE-UNESP, Campus de Ilha Solteira (SP).

Para avaliar a qualidade fisiológica, as sementes foram submetidas aos testes de germinação (teste padrão) e de vigor. Os testes de vigor empregados foram: o de primeira contagem de germinação e índice de velocidade de germinação, envelhecimento acelerado e emergência em solo.

3.1.2.1 Teste de germinação

Realizado com 4 sub-amostras de 50 sementes em rolo de papel toalha apropriado (Germitest) a 25°C, mantendo-se a temperatura constante. O papel foi umedecido com água destilada numa quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do papel, de forma a uniformizar o teste. As contagens de plântulas normais foram realizadas aos 5 e 9 dias após a semeadura, de acordo com os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

3.1.2.2 Primeira contagem de germinação

Realizada juntamente com o teste de germinação, onde-se avaliou a porcentagem de plântulas normais no quinto dia após a instalação do teste (BRASIL, 2009), em técnica semelhante à descrita por Nakagawa (1999).

3.1.2.3 Índice de velocidade de germinação

Realizado em conjunto com o teste de germinação, onde o índice de velocidade para cada tratamento foi calculado segundo a fórmula proposta por Maguire (1962), apresentada a seguir:

$$IVG = (N1/D1) + (N2/D2)$$

Onde:

IVG= Índice de velocidade de germinação

N1 e N2 = Número de plântulas normais contadas na primeira contagem (5 dias) e na última contagem (9 dias), respectivamente;

D1 e D2 = Número de dias da sementeira a primeira (5 dias) e a última contagem (9 dias), respectivamente.

3.1.2.4 Envelhecimento acelerado

Foi realizado segundo a metodologia descrita por Marcos Filho (1999), onde utilizou-se 4 subamostras de 50 sementes para cada tratamento, pelo método do gerbox, onde 200 sementes foram colocadas sobre a tela de inox de uma caixa plástica (gerbox), contendo 40 mL de água destilada. Após a colocação da tampa, as caixas foram levadas à estufa BOD regulada à temperatura de 41°C, onde permaneceram por 72 horas. Transcorrido esse período, as sementes foram semeadas conforme a descrição para o teste de germinação (BRASIL, 2009) e a avaliação das plântulas normais foi realizada 5 dias após a instalação do teste.

3.1.2.5 Emergência em solo

Foi realizada semeando-se 50 sementes em sulcos espaçados de 0,5 m, com 4 repetições, sendo que as sementes foram cobertas de 2,0 cm de solo e irrigadas a cada três dias com 15 mm de água. As contagens das plântulas foram realizada com 15 dias após a sementeira.

3.2 Análise estatísticas

Para as análises da qualidade das sementes o esquema foi inteiramente casualizado e dessa forma não ocorreu efeito dos blocos.

Foi utilizado o programa SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2010) para realizar o teste Tukey na comparação do efeito de épocas e do biorregulador, e para o efeito das doses do complexo de nutrientes foram realizadas análises de regressões polinomiais.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Produção

4.1.1 Número de vagens por planta e número de sementes por vagem

Na Tabela 3 estão apresentados os valores médios para o número de vagens (NV) e número de sementes por vagem (NSV) em função de épocas de aplicação e doses de complexo de micronutrientes com e sem aplicação do biorregulador, nos cultivares IAC Imperador e IAC Formoso.

Pode-se observar que não houve interação significativa entre os tratamentos no cv. IAC Imperador em ambas análises. Já para o cv. IAC Formoso, com relação ao de número de vagens por plantas (NV), observaram interações entre época x biorregulador, e dose x biorregulador (Tabela 3). Onde a primeira época de aplicação (V₄₋₃) sem o tratamento com biorregulador mostrou mais eficiente na produção de vagens. Em contra partida, o tratamento utilizando o biorregulador se mostrou mais promissor na ultima época de aplicação (V₄₋₉), próximo ao estágio reprodutivo da planta. Resultados semelhantes foram verificados por Abrantes (2008), utilizando doses do biorregulador Stimulate, com aplicações via foliar em fase vegetativa e reprodutiva, constatou que aplicação de biorreguladores proximo ao estágio reprodutivo contribuiu para produção de maior número de vagens do feijoeiro do grupo carioca. Levando em conta que o Stimulate apresenta ácido indolbutírico (auxina), que participa do crescimento, principalmente pelo alongamento celular; retarda a abscisão de flores; estimula o pegamento de flores sem que ocorra fecundação (ANDREI, 2005), são fatores que podem ter ocorrido com a aplicação o biorregulador em proximidade ao estágio reprodutivo. Para o número de sementes por vagem (NSV), ocorreu interação entre dose x biorregulador realizando-se então o desdobramento da interação significativa.

Tabela 3 - Valores médios, coeficientes de variação, de número de vagens por planta (NV) e número de sementes por vagem (NSV) em feijoeiro cultivares IAC Imperador e IAC Formoso em função de épocas e doses de complexo de micronutrientes com e sem aplicação de biorregulador. Selvíria – MS, 2013.

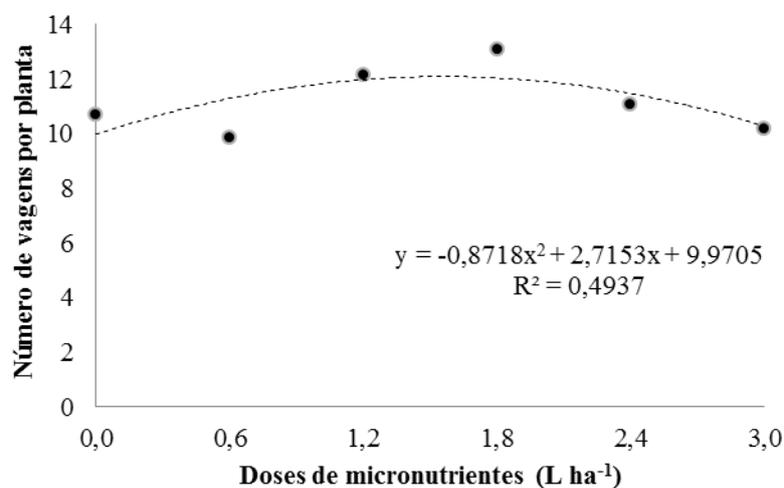
ÉPOCA DE APLICAÇÃO	NV		NSV	
	IAC IMPERADOR	IAC FORMOSO	IAC IMPERADOR	IAC FORMOSO
V ₄₋₃	11,06	9,33 ab	4,14	4,88
V ₄₋₆	10,78	8,95 b	4,07	4,79
V ₄₋₉	10,85	10,06 a	4,11	5,03
DOSES DE MICRONUTRIENTES				
0	10,84	9,74	4,09	4,95
0,6	10,23	9,83	4,07	4,77
1,2	10,69	9,37	4,22	4,88
1,8	11,51	9,26	4,08	4,83
2,4	11,28	9,90	4,05	4,72
3,0	10,80	8,61	4,12	5,23
BIORREGULADOR				
Sem	10,87	9,69	4,12	4,93
Com	10,92	9,20	4,09	4,87
Época (E)	0,28 ^{ns}	4,21*	0,26 ^{ns}	1,51 ^{ns}
Doses (D)	1,37 ^{ns}	1,56 ^{ns}	0,33 ^{ns}	1,76 ^{ns}
Biorregulador (B)	0,02 ^{ns}	2,36 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,82 ^{ns}
F E x D	1,87 ^{ns}	0,93 ^{ns}	1,85 ^{ns}	2,56 ^{ns}
E x B	1,77 ^{ns}	5,34**	1,20 ^{ns}	1,52 ^{ns}
D x B	0,31 ^{ns}	2,78*	1,08 ^{ns}	3,07*
E x D x B	0,60 ^{ns}	1,08 ^{ns}	0,75 ^{ns}	0,76 ^{ns}
DMS Época de aplicação	0,92	0,92	0,26	0,34
DMS Biorregulador	0,63	0,63	0,18	0,23
CV (%)	17,47	20,10	13,05	14,21

Nota: **, * e ns – significativos a 1 e 5% de probabilidade e não significativo pelo teste F, respectivamente; D.M.S. – diferença mínima significativa; C.V. – coeficiente de variação.

Fonte: Próprio autor.

Com relação ao efeito das doses do complexo de micronutrientes sem aplicação do biorregulador sobre o número de vagens, os dados se ajustaram a funções quadráticas no estágio V₄₋₆, com dose ótima calculada de 1,55 L ha⁻¹ do complexo de micronutrientes, no cultivar IAC Imperador (Figura 2). Não houve ajustes significativos com a utilização do biorregulador sobre o número de vagens, e para o número de sementes por vagem com e sem utilização do biorregulador, para as funções testadas.

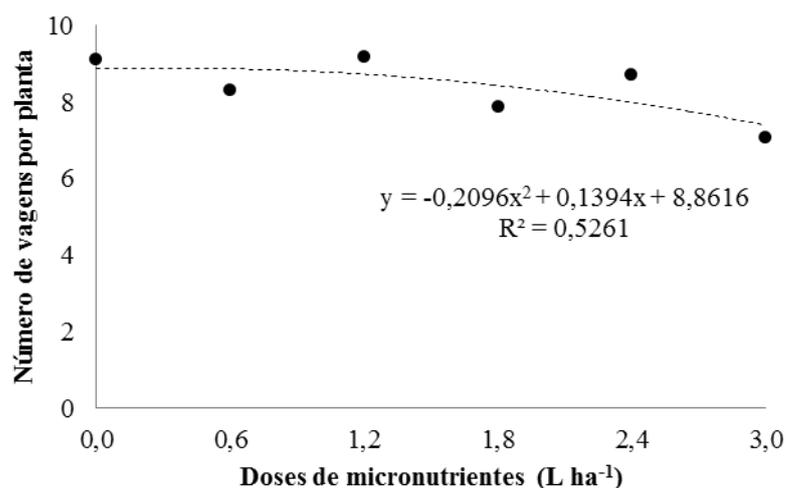
Figura 2 - Número de vagens por planta em função das doses de micronutrientes sem aplicação de biorregular, no estádio V₄₋₆ (segunda época), em feijoeiro cv. IAC Imperador. Selvíria – MS, 2013.



Fonte: Próprio autor.

Com o cultivar IAC Formoso, os dados para a avaliação do número de vagens por planta, não se ajustaram as funções testadas sem aplicação do biorregulador. Os ajustes ocorreram no estádio V₄₋₃ com o aplicação do biorregulador, com dose ótima calculada 0,3 L ha⁻¹ do complexo de micronutrientes (Figura 3), para uma função quadrática.

Figura 3 - Número de vagens por planta em função das doses de micronutrientes sem aplicação de biorregular, no estádio V₄₋₃ (primeira época), em feijoeiro cv. IAC Formoso. Selvíria – MS, 2013.

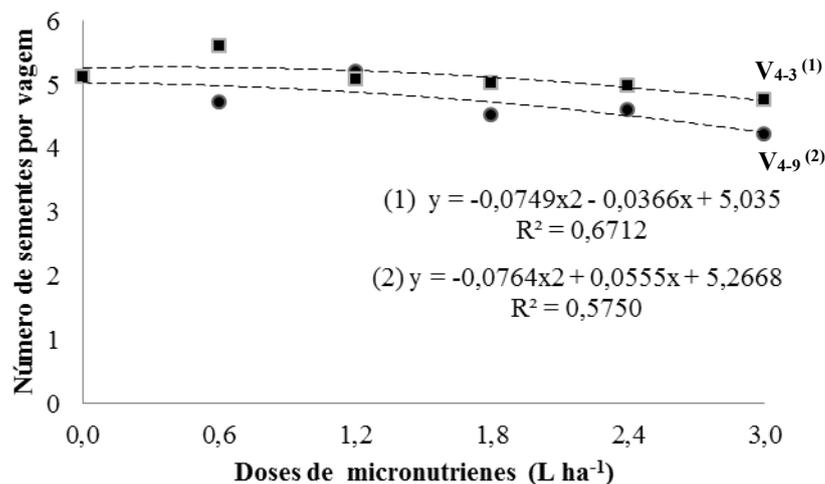


Fonte: Próprio autor.

Para o avaliação do número de sementes por vagem, no cv. IAC Formoso, os dados se ajustaram a funções quadráticas quando o complexo de micronutrientes foi aplicado nos estádios V₄₋₃ e V₄₋₉, com doses ótimas de 0,23 L ha⁻¹ e 0,36 L ha⁻¹ respectivamente, sem

aplicação do biorregulador (Figura 4). Já quando aplicado o biorregulador, não foram verificados ajustes dos dados as funções testadas.

Figura 4 - Número de sementes por vagem em função das doses de micronutrientes sem aplicação de biorregulador, no estágio V₄₋₃ (primeira época) e estágio V₄₋₉ (terceira época), em feijoeiro cv. IAC Formoso. Selvíria – MS, 2013.



Fonte: Próprio autor.

4.1.2 Massa de 100 sementes e produtividade

Os dados da Tabela 4 é referente aos valores médios de massa de 100 sementes e produtividade em função de épocas de aplicação e doses de complexo de micronutrientes com e sem aplicação do biorregulador, nos cultivares IAC Imperador e IAC Formoso.

Para o cultivar IAC Imperador, é possível observar que houve interação significativa somente para o fator época para massa de 100 sementes, onde, as aplicações em V₄₋₃ (primeira época de aplicação) promoveu sementes com maior massa. De acordo com Carvalho & Nakagawa (2000a) boa parte das pesquisas vem comprovando que sementes mais pesadas, possuem maior quantidade de tecidos de reserva, apresentando vigor superior as mais leves. Não ocorreu interações significativas para avaliação de produtividade.

Com o cv. IAC Formoso, observou-se efeito significativo em ambas avaliações, somente no fator época. Onde, para a massa de 100 sementes, com e sem uso do biorregulador, os estádios V₄₋₆ e V₄₋₉ obtiveram os melhores resultados, ocorrendo diferenças significativas entre o estágio V₄₋₃. Para produtividade, o atraso das aplicações mostrou-se mais viável, obtendo melhor produtividade no estágio V₄₋₉. Isto provavelmente se deve ao fato que nesta etapa as plantas se encontravam em início de florescimento, época em que ocorre grande demanda das plantas por nutrientes, o que pode ter estimulado a absorção.

Tabela 4 - Valores médios, coeficientes de variação, de massa de 100 sementes e produtividade em feijoeiro cultivares IAC Imperador e IAC Formoso em função de épocas e doses de complexo de micronutrientes com e sem aplicação de biorregulador. Selvíria – MS, 2013.

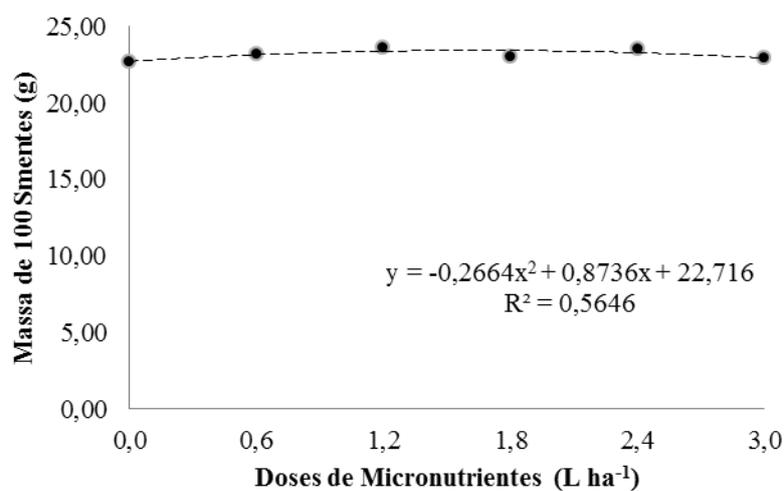
ÉPOCA DE APLICAÇÃO	MASSA DE 100 SEMENTES (g)		PRODUTIVIDADE (kg ha ⁻¹)	
	IAC IMPERADOR	IAC FORMOSO	IAC IMPERADOR	IAC FORMOSO
V4-3	25,09 a	25,09 b	2800,06	3034,79 b
V4-6	23,18 b	26,89 a	2676,83	3105,62 b
V4-9	23,27 b	27,67 a	2675,01	3752,81 a
DOSES DE MICRONUTRIENTES				
0	24,12	25,70	2680,10	3325,21
0,6	23,95	26,70	2512,21	3365,25
1,2	24,02	27,25	2750,57	3325,14
1,8	23,47	27,01	2811,98	3258,99
2,4	23,87	26,26	2819,20	3368,63
3,0	23,65	26,36	2729,74	3143,22
BIORREGULADOR				
Sem	23,83	26,49	2713,06	3403,35
Com	23,86	26,61	2721,54	3192,12
Época (E)	22,72**	24,34**	0,67 ^{ns}	9,42**
Doses (D)	0,59 ^{ns}	2,19 ^{ns}	0,83 ^{ns}	0,22 ^{ns}
Biorregulador (B)	0,02 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,01 ^{ns}	2,01 ^{ns}
F E x D	0,43 ^{ns}	0,70 ^{ns}	0,94 ^{ns}	0,94 ^{ns}
E x B	0,30 ^{ns}	0,80 ^{ns}	0,30 ^{ns}	2,29 ^{ns}
D x B	0,87 ^{ns}	1,94 ^{ns}	0,77 ^{ns}	0,60 ^{ns}
E x D x B	0,10 ^{ns}	0,63 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,92 ^{ns}
DMS Época de aplicação	0,76	0,90	295,34	433,52
Biorregulador	0,52	0,61	201,07	295,15
CV (%)	6,56	7,00	22,39	27,08

Nota: **, * e ns – significativos a 1 e 5% de probabilidade e não significativo pelo teste F, respectivamente; D.M.S. – diferença mínima significativa; C.V. – coeficiente de variação.

Fonte: Próprio autor

Para o cultivar IAC Imperador, houve ajustes as funções quadráticas quando as aplicações ocorreram de forma conjunta em micronutrientes e biorregulador no estágio V₄₋₉ (Figura 5). Para este caso a dose ótima do complexo de micronutrientes observada foi de 1,7 L ha⁻¹.

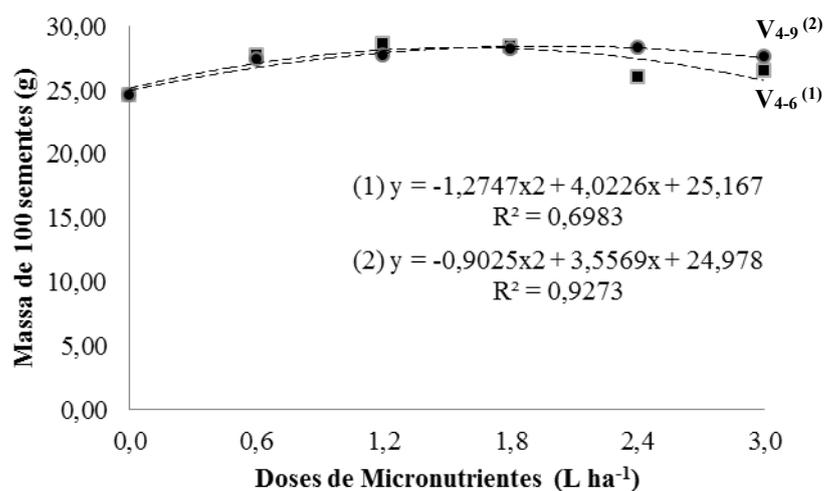
Figura 5 - Massa de 100 sementes em função das doses de micronutrientes com aplicação de biorregulador, no estádio V₄₋₉ (terceira época), em feijoeiro cv. IAC Imperador. Selvíria – MS, 2013.



Fonte: Próprio autor.

Já para o cv. IAC Formoso, para os dados de massa de 100 sementes, ocorreram ajustes as funções quadráticas nas duas últimas épocas de aplicação, V₄₋₆ e V₄₋₉ (Figura 6). As doses ótimas calculadas do complexo de micronutriente foram de 1,57 L ha⁻¹ e 1,97 L ha⁻¹ respectivamente. Pelos dados, o ajuste que se mostrou mais adequado foi o do estádio V₄₋₉ (terceira época de aplicação), com R₂ = 0,92, indicando maior confiabilidade dos dados.

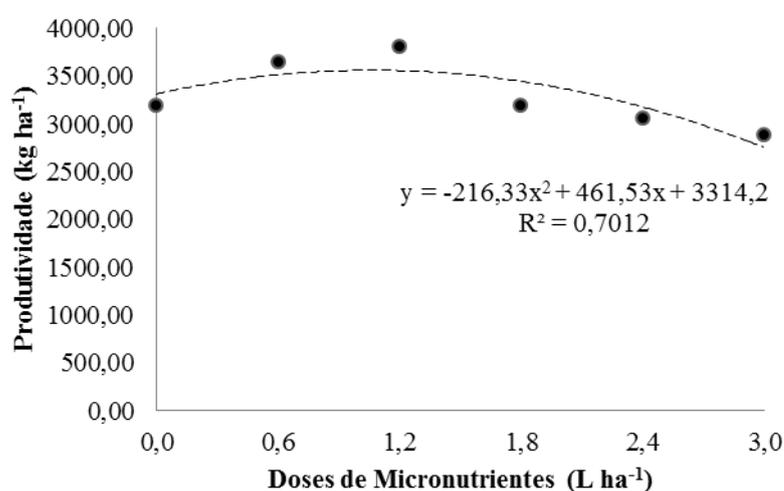
Figura 6 - Massa de 100 sementes em função das doses de micronutrientes sem aplicação de biorregulador, nos estádios V₄₋₆ (segunda época) e V₄₋₉ (terceira época), em feijoeiro cv. IAC Formoso. Selvíria – MS, 2013.



Fonte: Próprio autor.

Para o cultivar IAC Imperador, verificou que os dados de produtividade não se ajustaram a nenhuma das funções testadas, no entanto observam-se produtividades superiores a 2500 kg ha⁻¹ indicando que foram obtidas boas produtividades, quando comparado a média nacional do país, inferior a 900 kg ha⁻¹. Com o cv. IAC Formoso, o ajuste ocorreu no estágio V₄₋₃, quando não houve aplicação de biorregulador em conjunto com o complexo de micronutrientes. A dose ótima calculada do complexo foi 1,06 L ha⁻¹ e coeficiente de determinação de 70%, indicando boa confiabilidade dos dados (Figura 7).

Figura 7 - Produtividade de sementes em função das doses de micronutrientes sem aplicação de biorregulador, no estádios V₄₋₃ (primeira época), em feijoeiro cv. IAC Formoso. Selvíria – MS, 2013.



Fonte: Próprio autor.

Com relação aos dados obtidos de componentes de produção e produtividade das sementes (Tabelas 3 e 4 e Figuras 2 a 7), observa pequena diferença de comportamento entre os dois cultivares, principalmente no que diz respeito a produtividade de sementes, com cultivar IAC Formoso obtendo valores mais expressivos. Ao verificar os hábitos de crescimento das plantas, foram utilizados cultivar do tipo I e um cultivar do tipo III, respectivamente IAC Imperador e IAC Formoso. O maior número de nós nos cultivares do tipo III podem propiciar a produção de maior número de estruturas reprodutivas em relação ao tipo I (VILHORDO et al., 1996).

O fato de ocorrer ajustes a funções quadráticas para doses do complexo de nutrientes, tanto para o cultivar IAC Imperador como para o cultivar IAC Formoso são indicativos que os micronutrientes nas condições de realização do experimento podem ser importantes na promoção do aumento dos componentes de produção e nas produtividades de sementes dos dois cultivares. Oliveira et al. (1996) propuseram um plano de adubação foliar para o feijoeiro

onde foram indicadas três pulverizações, uma aos 25-27 dias após a emergência, a segunda aos 30-40 dias após a emergência e a terceira aos 45-55 dias após a emergência. Nestas pulverizações estavam presentes micronutrientes como Ferro, Manganês, Cobre, Boro e Zinco, situação muito semelhante ao produto que foi utilizado no presente trabalho. Conforme aqueles autores a aplicação de micronutrientes e mais alguns macronutrientes tinham por finalidade aumentar a fertilidade das flores e aumentar resistência à ataque de ácaros e doenças fúngicas. Estes fatos são muito relevantes pois o uso de nutrientes além de suprir as plantas podem melhorar o seu desempenho em função da presença de pragas e doenças conferindo-lhes maior resistência.

Constatou que pelos dados de produtividade que as plantas se encontravam bem nutridas, onde em todos os tratamentos as produtividades obtidas foram superiores à média nacional (900 kg ha^{-1}). Estes fatos são ratificados por Pessoa et al. (2000) e Teixeira et al. (2005) que ressaltaram que o fornecimento adequado e equilibrado de nutrientes para o feijoeiro pode contribuir para aumentar a produtividade. As funções observadas, mostram tanto para número de vagens por planta, como sementes por vagem e massa de 100 sementes, que estes importantes componentes da produtividade podem ser aumentados pela aplicação foliar de micronutrientes.

Com relação a aplicação do biorregulador, Abrantes (2008) verificou aumento nos componentes e na produtividade do feijoeiro com a aplicação do produto. Esperava-se neste trabalho sinergismo entre a interação dos produtos testados, porém, o incremento ocorreu de modo semelhante tanto na presença como na ausência de aplicação do biorregulador.

4.2 Qualidade fisiológica das sementes

4.2.1 Primeira contagem de germinação e germinação

Os dados da Tabela 5 é referente aos valores médios de primeira contagem de germinação e germinação em função de épocas de aplicação e doses de complexo de micronutrientes com e sem aplicação do biorregulador, nos cultivares IAC Imperador e IAC Formoso.

Os resultados obtidos com a primeira contagem de germinação e germinação é possível observar que para o cultivar IAC Imperador ocorreu interações entre vários fatores estudados, dentre eles: época de aplicação, doses, biorregulador, época x doses, época x biorregulador, e interação entre os três fatores. Onde o melhor estágio de aplicação foi o V₄₋₆

(segunda época de aplicação) e os melhores resultados foram obtidos utilizando biorregulador em conjunto com o complexo de micronutrientes.

Com o cultivar IAC Formoso, para o teste de primeira contagem de germinação, ocorreu interações no fator época, época x biorregulador, e interação entre época x doses x biorregulador. As interações no teste de germinação ocorreram nos fatores doses, época x biorregulador, doses x biorregulador.

Tabela 5 - Valores médios, coeficientes de variação, de massa de 100 sementes e produtividade em feijoeiro cultivares IAC Imperador e IAC Formoso em função de épocas e doses de complexo de micronutrientes com e sem aplicação de biorregulador. Selvíria – MS, 2013.

ÉPOCA DE APLICAÇÃO	1ª CONTAGEM (%)		GERMINAÇÃO (%)	
	IAC IMPERADOR	IAC FORMOSO	IAC IMPERADOR	IAC FORMOSO
V4-3	77,21 b	89,83 a	84,46 b	94,50
V4-6	87,62 a	84,08 b	90,79 a	93,21
V4-9	79,62 b	83,25 b	84,00 b	93,67
DOSES DE MICRONUTRIENTES				
0	78,75	85,00	84,33	92,33
0,6	80,67	86,42	85,75	95,00
1,2	82,33	85,33	86,58	93,17
1,8	84,83	84,67	88,25	92,92
2,4	82,67	86,83	87,58	94,75
3,0	79,50	86,08	86,00	94,58
BIORREGULADOR				
Sem	79,67 b	85,83	84,86 b	93,92
Com	83,25 a	85,61	87,97 a	93,67
F				
Época (E)	40,27**	27,27**	40,69**	1,73 ^{ns}
Doses (D)	3,50**	0,78 ^{ns}	2,74*	2,54*
Biorregulador (B)	13,27**	0,08 ^{ns}	20,50**	0,19 ^{ns}
E x D	3,11**	1,09 ^{ns}	4,53**	1,18 ^{ns}
E x B	9,20**	4,09*	4,41*	3,66*
D x B	0,52 ^{ns}	1,97 ^{ns}	0,80 ^{ns}	3,91**
E x D x B	2,84**	2,25*	2,53*	1,13 ^{ns}
DMS				
Época de aplicação	2,84	2,31	2,00	1,67
Biorregulador	1,95	1,57	1,36	1,14
CV (%)	7,24	5,55	4,77	3,68

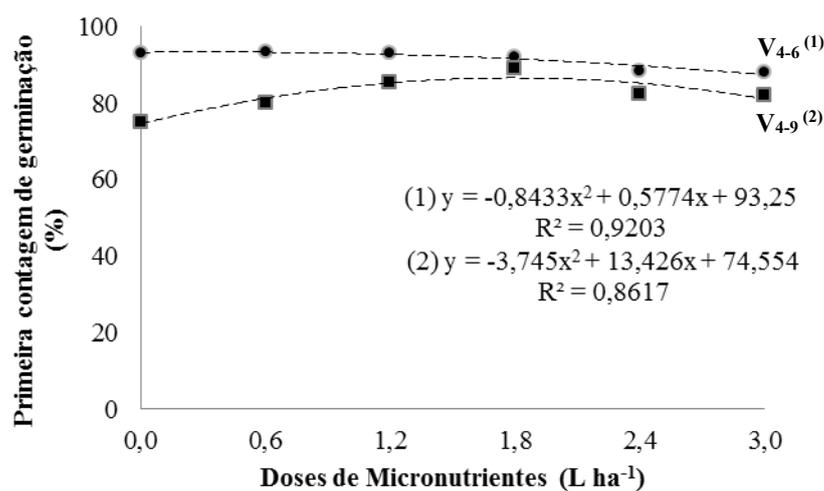
Nota: **, * e ns – significativos a 1 e 5% de probabilidade e não significativo pelo teste F, respectivamente; D.M.S. – diferença mínima significativa; C.V. – coeficiente de variação.

Fonte: Próprio autor.

Com relação a qualidade fisiológica das sementes, nas Figuras de 6 a 18, podem ser observados os dados dos desdobramentos das interações significativas entre épocas de aplicação (estádios de desenvolvimento das plantas) x doses do complexo de micronutrientes, com e sem utilização do biorregulador.

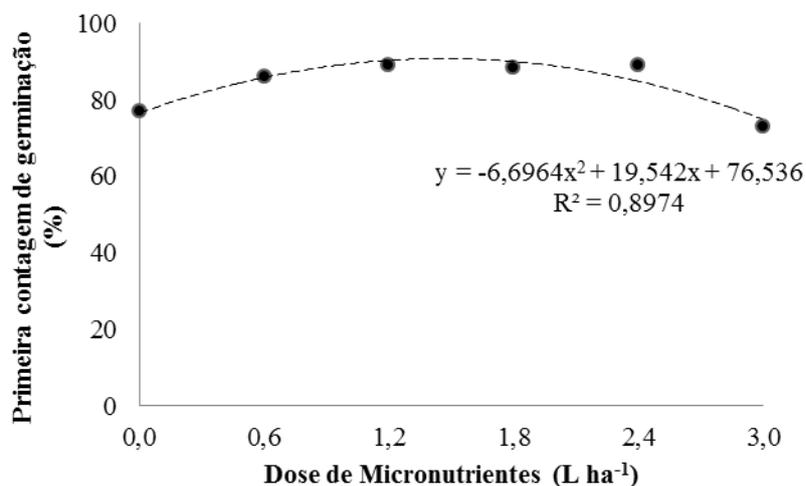
Podem ser observados na Figura 8, que para a primeira contagem de germinação, nos estádios V₄₋₆ e V₄₋₉, segunda e terceira época de aplicação, respectivamente, com aplicação do biorregulador no cultivar IAC Imperador. Os dados se ajustaram a funções quadráticas, com as doses ótimas estimadas de 0,34 L ha⁻¹ e 1,79 L ha⁻¹ do complexo de micronutrientes, respectivamente. Considerando as diferenças de dosagens e o R₂, a opção é pela aplicação em V₄₋₆, onde se observou um coeficiente de determinação R₂ = 0,92, o que corrobora uma alta confiabilidade dos dados.

Figura 8 - Primeira contagem de germinação em função das doses de micronutrientes com aplicação de biorregulador, nos estádios V₄₋₆ (segunda época) e V₄₋₉ (terceira época), em feijoeiro cv. IAC Imperador. Selvíria – MS, 2013.



Quando a aplicação do complexo de micronutrientes ocorreu sem aplicação do biorregulador, no cultivar IAC Imperador, o ajuste a função quadrática foi observado no estágio V₄₋₆ (segunda época de aplicação), com doses ótimas do complexo de micronutrientes estimada de 1,67 L ha⁻¹ (Figura 9).

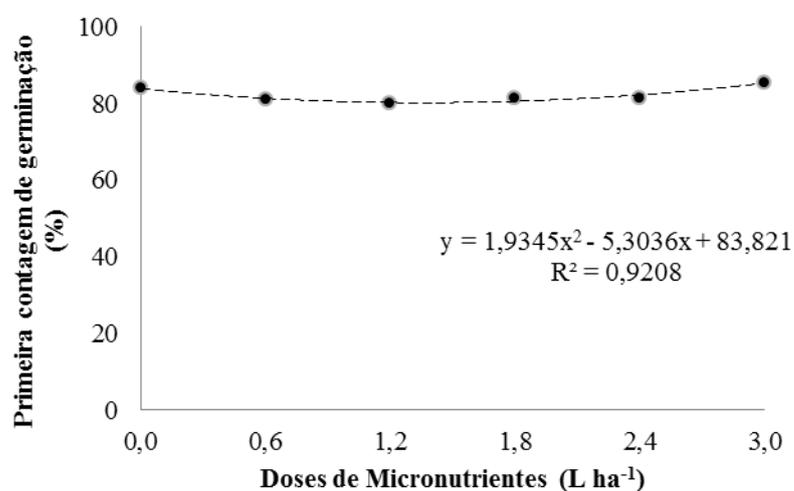
Figura 9 - Primeira contagem de germinação em função das doses de micronutrientes sem aplicação de biorregulador, no estádios V₄₋₆ (segunda época), em feijoeiro cv. IAC Imperador. Selvíria – MS, 2013.



Fonte: Próprio autor.

Com relação ao cultivar IAC Formoso, os dados para primeira contagem de germinação se ajustaram a funções quadráticas quando não foi aplicado o biorregulador em conjunto com complexo de micronutrientes (Figura 10). A dose ótima estimada do complexo foi de 1,37 L ha⁻¹, com o coeficiente de determinação em 92%.

Figura 10 - Primeira contagem de germinação em função das doses de micronutrientes sem aplicação de biorregulador, no estádios V₄₋₉ (terceira época), em feijoeiro cv. IAC Formoso. Selvíria – MS, 2013.

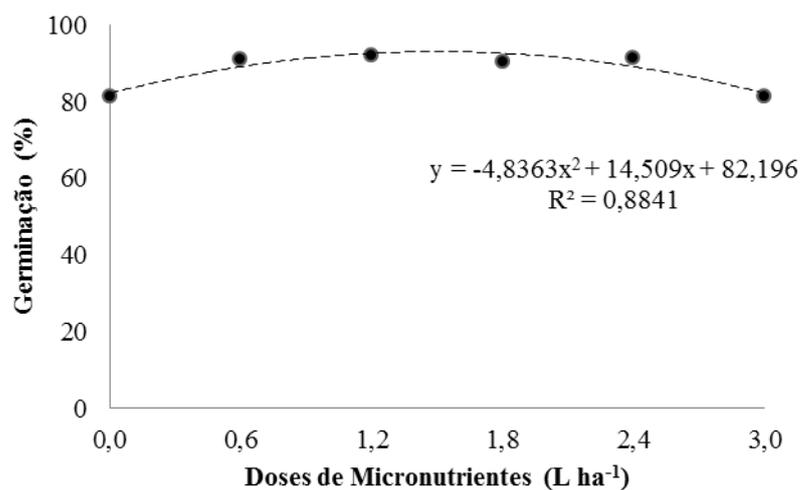


Fonte: Próprio autor.

Já para germinação das sementes do cultivar IAC Imperador, os dados se ajustaram as funções quadráticas, com e sem aplicação do biorregulador. Quando não aplicado o biorregulador, o ajuste ocorreu no estádio V₄₋₆ (segunda época de aplicação), sendo que a dose

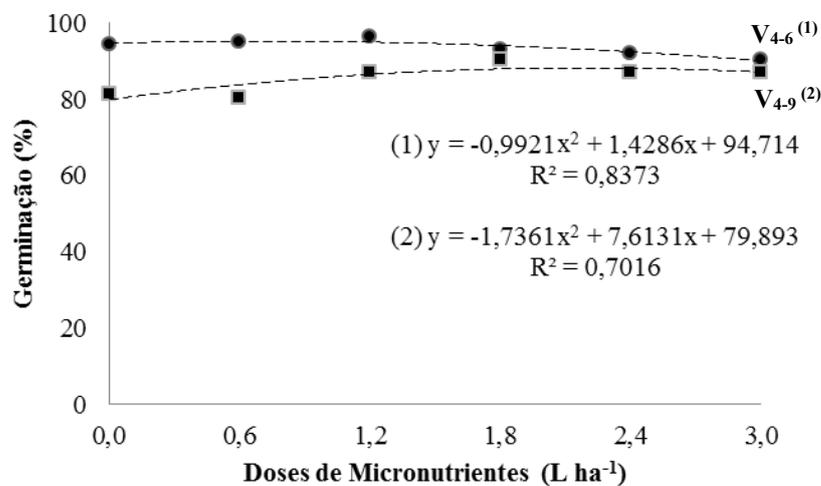
ótima estimada para o complexo de micronutrientes foi de 1,50 L ha⁻¹ sem aplicação do biorregulador (Figura 11). Já quando aplicado o biorregulador, os ajustes ocorrem nos estádios V₄₋₆ (segunda época de aplicação) e V₄₋₉ (terceira época de aplicação), com as doses ótimas do complexo de micronutrientes estimadas respectivamente 0,71 L ha⁻¹ e 2,19 L ha⁻¹ (Figura 12). Considerando os coeficientes de determinação, em ambos os casos, as aplicações em V₄₋₆ foram mais eficientes, acima de 80%, indicando que é o estágio mais adequado para aplicações dos compostos para obtenção de sementes com maior faixa de germinação, no cultivar IAC Imperador.

Figura 11 - Germinação em função das doses de micronutrientes sem aplicação de biorregulador, no estágio V₄₋₆ (segunda época), em feijoeiro cv. IAC Imperador. Selvíria – MS, 2013.



Fonte: Próprio autor.

Figura 12 - Germinação em função das doses de micronutrientes com aplicação de biorregulador, no estádios V₄₋₆ (segunda época) e V₄₋₉ (terceira época), em feijoeiro cv. IAC Imperador. Selvíria – MS, 2013.



Fonte: Próprio autor.

Para o cultivar IAC Formoso, os dados não se ajustaram as funções quadráticas ou os coeficientes de determinação foram muito baixos para o teste de germinação.

4.2.2 Índice de velocidade de germinação

Os dados da Tabela 6 é referente aos valores médios do índice de velocidade de germinação em função de épocas de aplicação e doses de complexo de micronutrientes com e sem aplicação do biorregulador, nos cultivares IAC Imperador e IAC Formoso.

Para o cultivar IAC Imperador, ocorreu interações nos fatores: época, doses do complexo de micronutrientes, biorregulador, época x doses, época x biorregulador, e interação tripla entre os fatores estudados. Onde o melhor estádio de aplicação foi o V₄₋₆ (segunda época de aplicação) e os melhores resultados foram obtidos utilizando biorregulador em conjunto com o complexo de micronutrientes.

Com relação ao cultivar IAC Formoso, ocorreu interação nos fatores época, época x biorregulador, e doses x biorregulador. Onde o melhor estádio de aplicação foi o V₄₋₆ (segunda época de aplicação), independente da utilização ou não do biorregulador.

Tabela 6 - Valores médios, coeficiente de variação, de índice de velocidade de germinação (IVG) em feijoeiro cultivares IAC Imperador e IAC Formoso em função de épocas e doses de complexo de micronutrientes com e sem aplicação de biorregulador. Selvíria – MS, 2013.

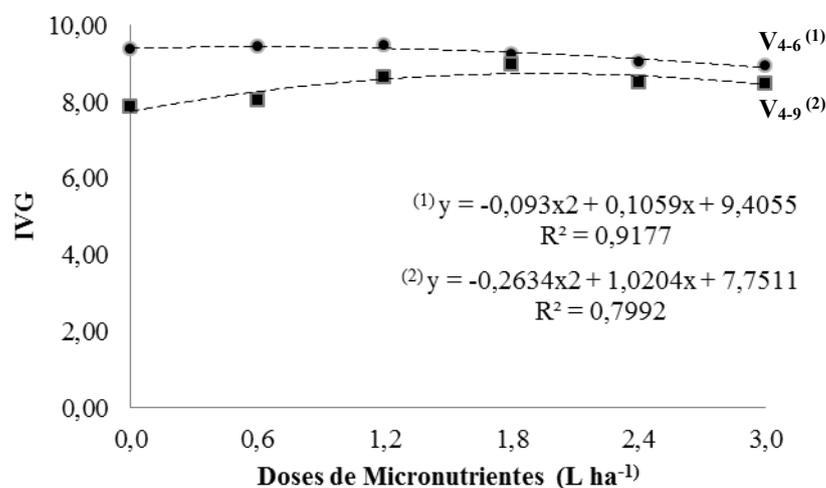
ÉPOCA DE APLICAÇÃO	IVG	
	IAC IMPERADOR	IAC FORMOSO
V ₄₋₃	8,12 b	9,24 a
V ₄₋₆	8,93 a	8,91 b
V ₄₋₉	8,20 b	8,90 b
DOSES DE MICRONUTRIENTES		
0	8,18	8,91
0,6	8,35	9,12
1,2	8,47	8,97
1,8	8,67	8,92
2,4	8,54	9,12
3,0	8,30	9,08
BIORREGULADOR		
Sem	8,25 b	9,03
Com	8,59 a	9,00
Época (E)	45,25**	12,88**
Doses (D)	3,47**	1,70 ^{ns}
Biorregulador (B)	18,74**	0,14 ^{ns}
F E x D	4,19**	1,06 ^{ns}
E x B	7,56**	4,58*
D x B	0,49 ^{ns}	3,13*
E x D x B	2,98**	1,83 ^{ns}
DMS Época de aplicação	0,22	0,18
Biorregulador	0,15	0,12
CV (%)	5,46	4,10

Nota: **, * e ns – significativos a 1 e 5% de probabilidade e não significativo pelo teste F, respectivamente; D.M.S. – diferença mínima significativa; C.V. – coeficiente de variação.

Fonte: Próprio autor

Para o cultivar IAC Imperador, os desdobramentos das interações significativas entre épocas x doses, com e sem aplicação de biorreguladores pode ser observados nas Figuras 13 e 14. Verifica-se que quando aplicado o biorregulador, os ajustes as funções quadráticas foram verificadas nos estádios V₄₋₆ (segunda época) e V₄₋₉ (terceira época), com doses estimadas do complexo de micronutrientes em 0,56 L ha⁻¹ e 1,93 L ha⁻¹ (Figura 13). Para este caso a recomendação seria a aplicação em V₄₋₆, onde o coeficiente de determinação indica alta confiabilidade nos dados, com o R₂ = 0,91.

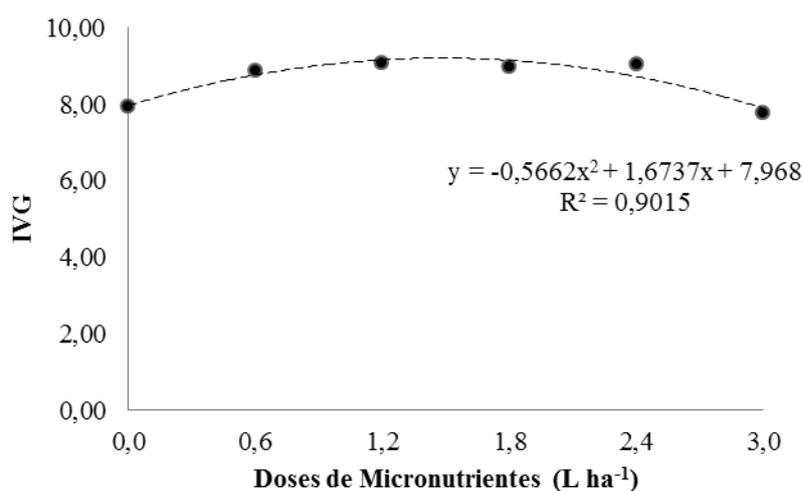
Figura 13 - Índice de velocidade de germinação (IVG) em função das doses de micronutrientes com aplicação de biorregulador, no estádios V₄₋₆ (segunda época) e V₄₋₉ (terceira época), em feijoeiro cv. IAC Imperador. Selvíria – MS, 2013.



Fonte: Próprio autor.

Quando não aplicado o biorregulador, os ajustes foram observados para as aplicações em V₄₋₆, com dose ótima do complexo de micronutriente estimada em 1,47 L ha⁻¹ (Figura 14). Para este caso a opção, também seria a aplicação em V₄₋₆ onde se verificou um R₂ = 0,90, mostrando alta confiabilidade nos dados.

Figura 14 - Índice de velocidade de germinação (IVG) em função das doses de micronutrientes sem aplicação de biorregulador, no estádio V₄₋₆ (segunda época), em feijoeiro cv. IAC Imperador. Selvíria – MS, 2013.



Fonte: Próprio autor.

Para o cultivar IAC Formoso, não ocorreu ajustes dos dados para as funções testadas ou o coeficiente de determinação foi muito baixo, para o índice de velocidade de germinação.

4.2.3 Envelhecimento acelerado e emergência em solo

Os dados da Tabela 7 apresetam os valores médios de envelhecimento acelerado e emergência em solo em função de épocas de aplicação e doses de complexo de micronutrientes com e sem aplicação do biorregulador, nos cultivares IAC Imperador e IAC Formoso.

Com relação ao envelhecimento acelerado, as sementes do cultivar IAC Imperador, apresentaram melhores respostas com aplicação do complexo de micronutrientes em conjunto com o biorregulador no estágio V₄₋₆ (segunda época de aplicação). Ocorreram outras interações como nos fatores, época, doses, biorregulador, época x dose, e época x dose x biorregulador. Já o cultivar IAC Formoso, ocorreu interação somente no fator dose x biorregulador.

Já com os resultados de emergência em solo, as sementes do cultivar IAC Imperador, apresentaram resultados semelhantes ao envelhecimento acelerado, onde os melhores resultados foram obtidos no estágio V₄₋₆. Observou-se efeito significativo de época de aplicação e interação significativa entre época de aplicação x dose.

Tabela 7 - Valores médios, coeficiente de variação, de envelhecimento acelerado e emergência em solo em feijoeiro cultivares IAC Imperador e IAC Formoso em função de épocas e doses de complexo de micronutrientes com e sem aplicação de biorregulador. Selvíria – MS, 2013.

ÉPOCA DE APLICAÇÃO	ENVELHECIMENTO ACELERADO		EMERGÊNCIA EM SOLO	
	IAC	IAC	IAC	IAC
	IMPERADOR	FORMOSO	IMPERADOR	FORMOSO
V ₄₋₃	80,25 b	89,00	82,62 b	92,58 a
V ₄₋₆	85,71 a	87,62	88,71 a	89,17 b
V ₄₋₉	79,94 b	88,04	81,96 b	91,12 a
DOSES DE MICRONUTRIENTES				
0	80,08	86,83	82,33	90,42
0,6	81,29	88,75	83,58	92,33
1,2	82,00	88,08	84,58	89,83
1,8	83,67	87,83	86,17	90,42
2,4	83,25	88,92	85,58	91,50
3,0	81,50	88,92	84,33	91,25
BIORREGULADOR				
Sem	80,54 b	88,47	82,92 b	90,64
Com	83,39 a	87,97	85,94 a	91,28
Época (E)	34,81**	2,76 ^{ns}	40,97**	12,61**
Doses (D)	2,89*	1,85 ^{ns}	2,81*	1,77 ^{ns}
Biorregulador (B)	20,10**	1,04 ^{ns}	20,36**	1,31 ^{ns}
F E x D	4,12**	1,27 ^{ns}	5,14**	2,24*
E x B	2,95 ^{ns}	1,74 ^{ns}	5,60**	1,00 ^{ns}
D x B	0,78 ^{ns}	3,60**	0,90 ^{ns}	2,15 ^{ns}
E x D x B	2,28*	1,06 ^{ns}	3,04**	1,04 ^{ns}
DMS Época de aplicação	1,85	1,43	1,95	1,62
Biorregulador	1,26	0,97	1,33	1,10
CV (%)	4,65	3,33	4,77	3,68

Nota: **, * e ns – significativos a 1 e 5% de probabilidade e não significativo pelo teste F, respectivamente; D.M.S. – diferença mínima significativa; C.V. – coeficiente de variação.

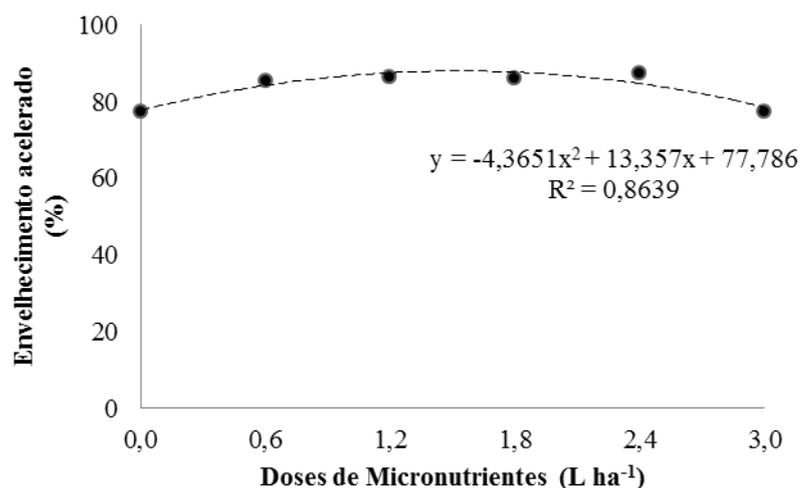
Fonte: Próprio autor.

Nas Figuras 15 e 16, podem ser observados os dados de desdobramento das interações entre doses x épocas de aplicação para envelhecimento acelerado, cv. IAC Imperador com e sem aplicação do biorregulador.

Verifica-se que sem aplicação do biorregulador, ocorreu ajuste a função quadrática no estágio V₄₋₆, com doses ótimas do complexo de micronutrientes estimadas em 1,52 L ha⁻¹ (Figura 15). Quando o biorregulador foi aplicado, os ajustes foram observados quando as aplicações do complexo de micronutrientes ocorreram nos estádios V₄₋₆ e V₄₋₉, com doses ótimas estimadas, respectivamente, de 0,94 L ha⁻¹ e 2,29 L ha⁻¹ (Figura 14). Em ambos os

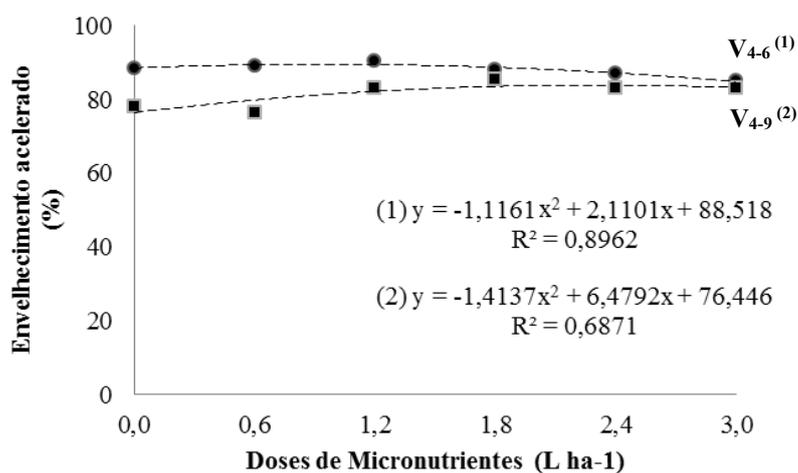
casos, a melhor opção aplicação seria no estágio V₄₋₆, onde o coeficiente de determinação foi acima de 80%.

Figura 15 - Envelhecimento acelerado em função das doses de micronutrientes sem aplicação de biorregulador, no estágio V₄₋₆ (segunda época), em feijoeiro cv. IAC Imperador. Selvíria – MS, 2013.



Fonte: Próprio autor.

Figura 16 - Envelhecimento acelerado em função das doses de micronutrientes com aplicação de biorregulador, nos estádios V₄₋₆ (segunda época) e V₄₋₉ (terceira época), em feijoeiro cv. IAC Imperador. Selvíria – MS, 2013.

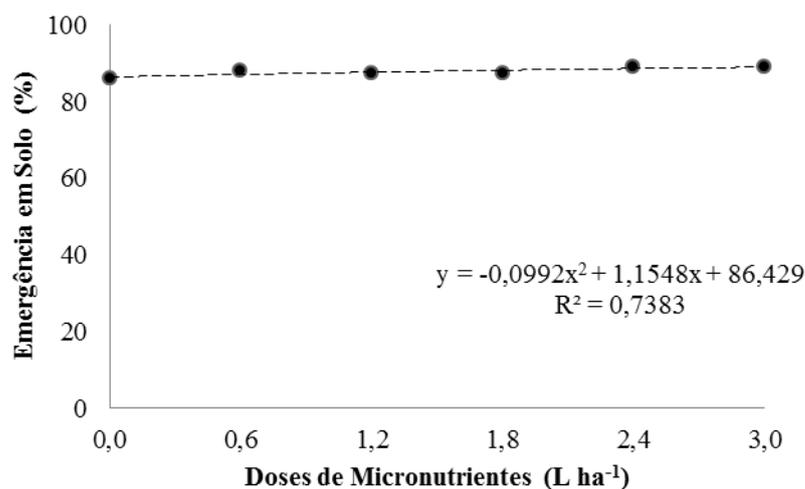


Fonte: Próprio autor.

Para o cultivar IAC Formoso, o desdobramento de interação entre época x doses, para envelhecimento acelerado, apresentou ajuste a função quadrática quando a aplicação de micronutrientes foi realizada em V₄₋₉, com aplicação de biorregulador, onde a dose ótima do

complexo de micronutrientes estimada foi de 5,82 L ha⁻¹ (Figura 17). Já sem a aplicação de biorregulador, não foram verificados ajustes dos dados a nenhuma função função testada.

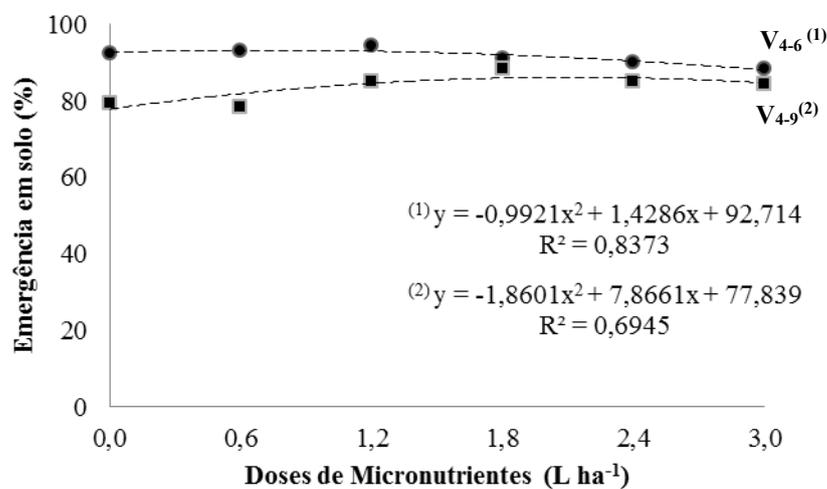
Figura 17 - Envelhecimento acelerado em função das doses de micronutrientes com aplicação de biorregulador, no estádio V₄₋₉ (terceira época), em feijoeiro cv. IAC Formoso. Selvíria – MS, 2013.



Fonte: Próprio autor.

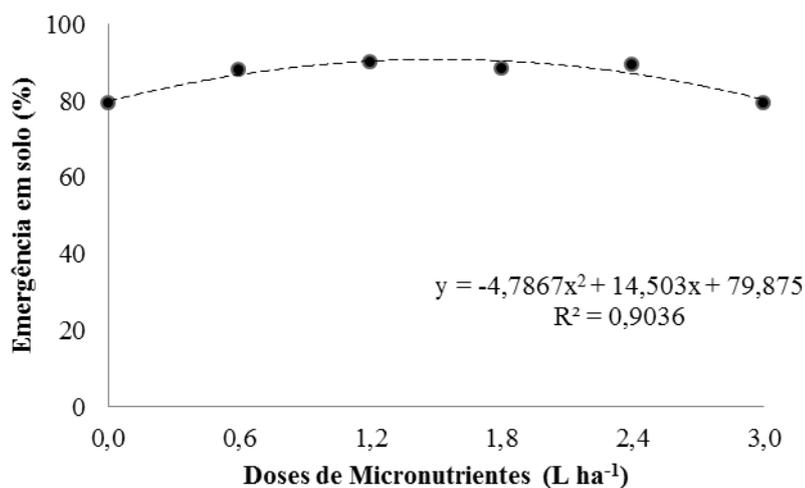
Com o teste de emergência em solo para cultivar IAC Imperador, o desdobramento das interações entre época x doses, mostraram que com aplicação do biorregulador os ajustes as funções quadráticas foram observadas nos estádios V₄₋₆ e V₄₋₉, respectivamente, com as doses ótimas estimadas de 0,71 L ha⁻¹ (R₂ = 0,83) e 2,11 L ha⁻¹ (R₂ = 0,69) do complexo de micronutrientes (Figura 18). Quando não ocorreu a aplicação do biorregulador, o ajuste ocorreu no estádio V₄₋₆, com dose ótima estimada em 0,71 L ha⁻¹ (R₂ = 0,90) do complexo de micronutrientes (Figura 19). Em ambos os casos, o estádio V₄₋₆ foi a melhor época de aplicação dos tratamentos.

Figura 18 - Emergência em solo em função das doses de micronutrientes com aplicação de biorregulador, no estádio V₄₋₆ (segunda época), em feijoeiro cv. IAC Imperador. Selvíria – MS, 2013.



Fonte: Próprio autor.

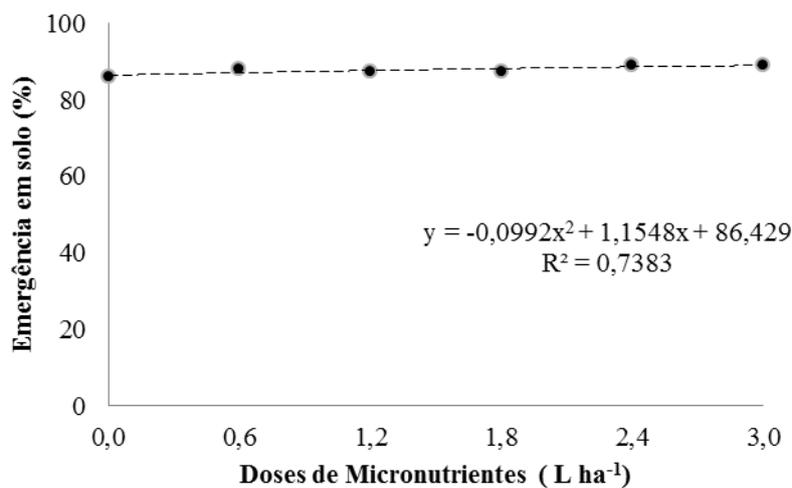
Figura 19 - Emergência em solo em função das doses de micronutrientes sem aplicação de biorregulador, no estádio V₄₋₆ (segunda época), em feijoeiro cv. IAC Imperador. Selvíria – MS, 2013.



Fonte: Próprio autor.

Em relação a emergência em solo, cv. IAC Formoso, o desdobramento da interação entre época x dose do complexo de micronutrientes, apresentou ajuste a função quadrática quando não houve aplicação do biorregulador em conjunto com o complexo de micronutrientes (Figura 20). O ajuste ocorreu no estádio V₄₋₉, com as dose do complexo de micronutrientes ótima estimada em 5,82 L ha⁻¹ (R² = 0,73).

Figura 20 - Emergência em solo em função das doses de micronutrientes sem aplicação de biorregulador, no estádio V_{4.9} (terceira época), em feijoeiro cv. IAC Formoso. Selvíria – MS, 2013.



Fonte: Próprio autor.

Com relação ao potencial fisiológico das sementes, avaliados pelos testes de germinação e de vigor (primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação, envelhecimento acelerado e emergência em solo), verificou-se que as sementes apresentaram alta germinação e um bom nível de vigor independente do cultivar. Os ajustes às funções quadráticas, obtidas através do desdobramento das interações entre doses do complexo de micronutrientes x épocas de aplicação, indicaram que independentemente do cultivar, à época mais adequada para aplicação do produto, pela frequência dos resultados a aplicação em V_{4.6} foi a que apresentou maior número de vezes. Ao considerarmos as observações de Oliveira et al (1996), verifica-se que esta época encontra-se semelhante a uma das épocas recomendadas por aqueles autores para a realização da aplicação de micronutrientes via foliar.

Verifica-se que as taxas de emergência das sementes foram altas indicando um alto vigor das sementes produzidas. Para Marcos Filho (2005) o estabelecimento adequado do estande depende da utilização de sementes com alto potencial fisiológico, capazes de germinar uniforme e rapidamente, sob ampla variação do ambiente. Esta uniformidade e rapidez podem ser constatadas pelos altos valores de primeira contagem e de índice de velocidade de germinação das sementes dos dois cultivares utilizados.

Embora tenha se utilizado um complexo de micronutrientes, o que não permite fazer uma indicação isolada, Barbosa Filho et al (2001) ressaltaram que mesmo que a participação seja pequena, a ausência de qualquer um deles pode resultar em significativas perdas.

5 CONCLUSÕES

O conjunto de resultados indicaram o estágio V₄₋₆ como melhor época de aplicação;

O conjunto de doses para produção e qualidade das sementes obtidas indicam doses entre 1,0 e 1,5 L ha⁻¹ do complexo de micronutrientes;

O incremento ocorreu de modo semelhante com e sem aplicação de biorregulador;

As sementes obtidas apresentam elevada qualidade fisiológica com alta germinação e alto vigor.

REFERÊNCIAS

ABRANTES, F. L. **Efeito de bioestimulante sobre a produtividade e qualidade fisiológica de dois cultivares de feijão cultivados no inverno**. 2008. 66 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, 2008.

AIDAR, H. (Ed.). Cultivo do feijoeiro comum. **Embrapa Arroz e Feijão, Sistemas de Produção**, Santo Antonio de Goiás, v. 10. n. 2, p. 1–27, 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijoeir>>. Acesso em: 7 set. 2013.

AMANE, M. I. V.; VIEIRA, C.; CARDOSO, A. A.; ARAUJO, G. A. A. Resposta de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) às adubações nitrogenadas e molíbdica. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 41, n. 234, p. 202-216, 1994.

AMBROSANO, E. J.; TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A. Leguminosas e oleaginosas. In: RAIJ, B. V.; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H. (Ed.) **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1997. 191 p.(IAC, Boletim Técnico, 100).

AMBROSANO, E. J.; AMBROSANO, G. M. B.; WUTKE, E. B.; BULISANI, E. A.; MARTINS, A. L. M.; SILVEIRA, L. C. P. Efeitos da adubação nitrogenada e com micronutrientes na qualidade de sementes do feijoeiro cultivar IAC – Carioca. **Bragantia**, Campinas, v.58, n.2, p.393-399, 1999.

ANDRADE, C. A. B. **Limitações de fertilidade e efeito do calcário para o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em solos de várzea do sul de Minas Gerais**. 1997. 107 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.

ANDRADE, W. E. B.; SOUZA-FILHO, B. F.; FERNANDES, G. M. B.; SANTOS, J. G. C. Avaliação da produtividade e da qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro submetidas à adubação NPK. **Comunicado Técnico**, Niteroi, n. 248, p. 1-5, 1999.

ANDREI, E. (Coord.). **Compêndio de defensivos agrícolas**: guia prático de fitossanitários para uso agrícola. 7. ed. São Paulo: Organizações Andrei, 2005. 1132 p.

ANTUNES, P. L.; SGARBIERI, V. C. Fatores antinutricionais, toxicidade e valor nutricional do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Agros**, Lisboa, v. 15, n. 1, p.39-62, 1980.

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, p.233-255, 1994.

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

ARTHUR, T. J.; TONKIN, J. H. B. Testando o vigor da semente. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.1, n.3, p. 38-42, 1991.

BATAGLIA, O. C.; RAIJ, B. V. Eficiência de extratores de micronutrientes na análise do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 13, n. 2, p. 205-212, 1989.

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

BERGER, P. G.; VIEIRA, C.; ARAUJO, G. A. de A. Adubação molíbdica por via foliar na cultura do feijão: efeitos de doses. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 4., 1993, Londrina. **Resumos...** Londrina: IAPAR, 1993a. p.159.

BERGER, P. G.; VIEIRA, C.; ARAUJO, G. A. de A.; MIRANDA, G. V. Adubação molíbdica por via foliar na cultura do feijão: efeitos de épocas de aplicação. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 4., 1993, Londrina. **Resumos...** Londrina: IAPAR, 1993b. p.160.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.

BRAGANTINI, C. Produção de sementes. In: ARAUJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996a. p.223-273.

BRAGANTINI, C. Produção de sementes. In: ARAUJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M. J. (Ed.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996b. p.639-667.

BRESSANI, R.; ELIAS, L. G. Legume foods. In: ALTSCUHL, A. M. (Ed.) **New protein foods**. New York: Academic, 1974. p. 230-297.

BULISANI, E. A. **Feijão carioca: uma história de sucesso**. Pelotas: Cultivar, 2008. Disponível em: <http://www.grupocultivar.com.br/sistema/uploads/artigos/02-10-12_feijao.pdf>. Acesso em: 7 set. 2013.

BULISANI, E. A.; ALMEIDA, L. D'A.; DEMATTÊ, J. D. Observações preliminares sobre adubação foliar em feijoeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 32, p. 1317, 1973a.

BULISANI, E. A.; MIYASAKA, S.; ALMEIDA, L. D'A.; DEMATTÊ, J. D. Observações preliminares sobre adubação foliar em feijoeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 32, p. 2731, 1973b.

CALAROTA, N. E.; CARVALHO, N. M. Efeitos da adubação nitrogenada sobre os conteúdos de óleo e proteína e a qualidade fisiológica de sementes de girassol (*Helianthus annuus*). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 6, n. 3, p. 41-48, 1984.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2000a. 588 p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2000b. 429 p.

CASILLAS, J. C.; LONDONO, J.; GUERREIRO, H.; BUITRAGO, L. A. Análisis Cuantitativo de la aplicación de cuatro bioestimulantes em el cultivo rábano (*Raphanus sativus* L.). **Acta Agronomica**, Palmira, v. 36, 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.

CENTURION, J. F. Balanço hídrico na região de Ilha Solteira. **Científica**, Botucatu, v. 10, n.1, p. 57-61, 1982.

CIAT. **Morfología de la planta de frijol comum** (*Phaseolus vulgaris* L.). Cali: [s. n.], 1981. 50 p. (Guia de Estudio).

CÍCERO, S. M.; TOLEDO, F. F.; CAMPOS, H. Efeitos da fertilidade do solo sobre a produção, a germinação e o vigor das sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 1, n. 2, p. 13-23, 1979.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acomp. safra bras. grãos**, v. 1 - Safra 2013/14, n. 9 - Nono Levantamento, jun. 2014.

DECHEN, A. R.; HAAG, H. P.; CARMELLO, Q. A. C. Função dos micronutrientes nas plantas. In: SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES, 1., 1988, Jaboticabal. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS/CNPq, 1991. p. 65-78.

DELOUCHE, J.C. Metodologia de pesquisa em sementes: III. Vigor, envigoroamento e desempenho no campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 3, p. 57-64, 1981.

DEMATTÊ, J. L. I. **Levantamento detalhado dos solos do "Campus experimental de Ilha Solteira"**. Piracicaba: Departamento de Solos, Geologia e Fertilidade ESALQ/USP, 1980. p. 11-31.

DOORENBOS J.; KASSAM, A.H. **Yield response to water**. Roma: FAO, 1979. 193 p.
DOURADO NETO, D.; FAVARIN, J. L.; MANFRON, P. A.; PILAU, F. A.; SOARES, M. A.; BONNECARRERE, R. A. G.; OHSE, S. Efeito de boro e nitrogênio na cultura do milho. **Insula**, Florianópolis, v. 1, p. 51-67, 2004.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. **Informações técnicas para o cultivo de feijão**. Brasília, DF: Embrapa-SPI, 1996. 32 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 2013. 353 p.

FERREIRA, D. F. **SISVAR**: sistema de análise de variância: Versão 5.3. Lavras-MG: UFLA, 2010.

GEIL, P. B.; ANDERSON, J. W. Nutrition and health implications of dry beans: a review. **Journal of the American College of Nutrition**, New York, v. 13, n. 6, p. 549-558, 1994.

HUNGRIA, M. Estudo sobre a associação rizóbio-leguminosa. Coleta de nódulos e isolamento de rizóbio. In HUNGRIA, M.; ARAUJO, R.S. (Ed.). **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. Brasília: Embrapa, 1994, p. 45-61.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Anuário estatístico do Brasil**. Rio de Janeiro, 1991. 1024 p.

JUNQUEIRA NETTO, A.; RAMOS, A. A.; VALIRIO, C. R. Efeito da adubação foliar com zinco sobre a produtividade do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 4., 1993, Londrina. **Resumos...** Londrina: IAPAR, 1993. p. 162.

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. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 25, n. 1, p. 13-20, 2009.

LOPES, A. S. Micronutrientes nos solos e culturas brasileiras. IN: SEMINÁRIO SOBRE FÓSFORO, CÁLCIO, MAGNÉSIO, ENXOFRE E MICRONUTRIENTES, 1984, São Paulo, **Anais...** São Paulo: MANAH, 1984. p.110-141.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling and vigour. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MALAVOLTA, E. Adubos nitrogenados. In: _____. **Abc da adubação**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. p.26-39.

MALAVOLTA, E. Leguminosas. In: **Manual de calagem e adubação das principais culturas**. São Paulo: Ceres, 1987. p. 112.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. de B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. Cap. 3, p. 3.1-3.24.

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

MEDEIRO FILHO, S.; TEÓFILO, E. M. Tecnologia de produção de sementes, In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**, Brasília: EMBRAPA, 2005. Cap.13. p.487-497.

MENTEN, J. O. M.; MORAES, M. H. D.; NOVENBRE, A. D. L. C.; ITO, M. A. **Qualidade das sementes de feijão no Brasil**. [S. l.]: Infobibos, 2006. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/SementesFeijao/index.htm>. Acesso em: 22 ago. 2014.

- MORTVEDT, J. J. Tecnologia e produção de fertilizantes com micronutrientes: presença de elementos tóxicos. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P.; RAIJ, B. van; ABREU, C. A. (Eds.) **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. p. 237-253.
- MOREIRA, J. A. A.; STONE, L. F.; BIAVA, M. Feijão: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2003. 203 p. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOSWIKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 2.1- 2.24.
- 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. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996, p. 169-2
- PESSOA, A. C. S.; RIBEIRO, A. C.; CHAGAS, J. M.; CASSINI, S. T. A. Concentração foliar de molibdênio e exportação de nutrientes pelo feijoeiro “Ouro Negro” em resposta à adubação foliar com molibdênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 24, n.1, p.75-84, 2000.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2 ed. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289 p.
- RAIJ, R. V.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2001. 248 p.
- RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. 856 p.
- RIOS, G. P.; SILVEIRA, P. M.; STONE, L. F. Irrigação e as doenças do feijoeiro. In: VIEIRA, E. H. N.; RAVA, C. A. (Ed.). **Sementes de feijão: produção e tecnologia**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA, 2000. p. 65-74.
- ROSOLEM, C.A. Adubação foliar. In: SIMPOSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, Brasília, 1984. **Anais...** Brasília: embrapa, 1984. p. 419--449.
- ROSOLEM, C.A. Calagem e adubação mineral. 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. 353-390.
- ROSTON, A. J. **Feijão**. Campinas: CATI, 1990. 18 p. (Boletim Técnico, 1990).
- SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Plant physiology**. California: Wadsworth Publishing Company, 1992. 682 p.
- STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A. Efeitos de sistemas de preparo do solo no uso de água e na produtividade do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 4, p. 835-841, 2000.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 449-484.

TEIXEIRA, I. R.; BORÉM, A.; ARAÚJO, G. A. A.; ANDRADE, M. J. B. Teores de nutrientes e qualidade fisiológica de sementes de feijão em resposta à adubação foliar com manganês e zinco. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 1, p. 83-88, 2005.

TOLEDO, F. F.; MARCOS FILHO, J. **Manual das sementes: tecnologia da produção**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1977. 224 p.

VIEIRA, C.; BORÉM, A.; RAMALHO, M. A. P. Melhoramento de feijão. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de plantas cultivadas**. Viçosa: UFV, 1999. p. 273-349.

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

VIEIRA, E. L.; MONTEIRO, C. A. Hormônios vegetais. In: **Introdução à fisiologia vegetal**. Maringá: Eduem, 2002. p. 79-104.

VIEIRA, R. F.; VIEIRA, C.; RAMOS, J. A. O. **Produção de sementes de feijão**. Viçosa, MG: EPAMIG/EMBRAPA, 1993. 131 p.

VIEIRA, R. F.; VIEIRA, C.; VIEIRA, R. F. **Leguminosas graníferas**. Viçosa, MG: Editora UFV-Universidade Federal de Viçosa, 2001.

VILHORDO, B. W.; MIKUSINSKI, O. M. F.; BURIN, M. E.; GANDOLFI, V. H. MORFOLOGIA. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996. p. 71-99.

VOLKWEISS, S. J. Fontes e métodos de aplicação. In: SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1988, Jaboticabal. **Anais...** Piracicaba, POTAFOS/CNPQ, 1991. p. 391-412.

YOKOYAMA, L. P.; WETZEL, C. T.; VIEIRA, E. H. N.; PEREIRA, G. V. Sementes de feijão: produção, uso e comercialização. In: VIEIRA, E. H. N.; RAVA, C. A. (eds.). **Sementes de feijão: produção e tecnologia**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa, 2000. p. 249-270.

ZIMMERMANN, M. J. O.; TEIXEIRA, M. G. Origem e evolução. In: ARAUJO, R.S. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa de Potassa e de Fosfato, 1996. p. 57-68.

WEAVER, J. R. **Plant growth substances in agriculture**. San Francisco: W. H. Freeman, 1972. 594 p.

WITTER, S. H.; BUKOVAC, M. J.; TURKEY, H. B. **Advances in foliar feeding of plant nutrients**: fertilizer technology and usage. Madison: Soil Sci Soc. AM, 1962. p. 429-455.

WRIGLEY, C. W.; DU CROSS, D. L.; MOSS, H. J.; RANDALL, P. J.; KULLINGTON, J. G.; KASARDA, D. D. **Effect of sulfur deficiency on wheat availability**. Washington: The Sulfur Institute, 1984.

ANEXO

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS SCS - Edifício BARACAT – Sala 1601/1608 – Brasília – DF – CEP 70.309-900 Fones/Fax: (061) 3226-9022 / 3226-8806 / 3226-9990

INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 45, DE 17 DE SETEMBRO DE 2013, PADRÕES PARA PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE SEMENTES DE FEIJÃO

(Phaseolus vulgaris L.)

1. Peso máximo do lote (kg)		30.000			
2. Peso mínimo das amostras (g):					
- Amostra submetida ou média		1.000			
- Amostra de trabalho para análise de pureza		700			
- Amostra de trabalho para determinação de outras sementes por numero		1.000			
3. PARAMETROS DE CAMPO					
		CATEGORIAS / INDICES			
		Básica	C1¹	C2²	S1³ e S2⁴
3.1	Vistoria:				
	Área Máxima da Gleba (ha)	50	50	50	50
	- Número mínimo ⁵	2	2	2	2
	- Número mínimo de subamostras	6	6	6	6
	- Número de plantas por subamostras	1.000	500	375	250
	- População da amostra	6.000	3.000	2.250	1.500
3.2	Rotação (ciclo agrícola) ⁶	-	-	-	-
3.3	Isolamento ou Bordadura (mínimo em metros)	3	3	3	3
3.4	Plantas atípicas ⁷ (fora do tipo) (nº máximo de plantas)	3/6.000	3/3.000	3/2.250	3/1.500
3.5	Plantas de outras espécies ⁸ (nº máximo de plantas)				
	- Cultivadas/ Silvestres/ Nocivas Toleradas	-	-	-	-
	- Nocivas Proibidas	-	-	-	-
3.6	Pragas				
	- Antracnose (<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>) (nº máximo de vagem contaminada/população amostra de vagem)	3/600	3/300	3/300	3/100
	- Crestamento Bacteriano (<i>Xanthomonas axonopodis pv. Phaseoli</i>) (nº máximo de plantas/população de amostra)	3/600	3/300	3/300	3/100
	- Mofo Branco (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>) (nº máximo de plantas/população de amostra) ⁹	zero	zero	zero	zero
4. PARÂMETROS DE SEMENTES					
		CATEGORIAS / INDICES			
		Básica	C1¹	C2²	S1³ e S2⁴
4.1	Pureza:				
	Semente pura (% mínima)	98,0	98,0	98,0	98,0
	Material inerte ¹⁰ (%)	-	-	-	-
	Outras sementes (% máxima)	0	0,1	0,1	0,1
4.2	Determinação de outras sementes por número (nº máximo):				
	- Semente de outra espécie cultivada ¹¹	zero	zero	1	1
	- Semente silvestre ¹¹	zero	1	1	1
	- Semente nociva tolerada ¹²	zero	1	1	1
	- Semente proibida ¹²	zero	zero	zero	zero
4.3	Sementes Infestadas ¹³ (% máxima)	3	3	3	3
4.4	Semente de outra cultivar de grupo de cores diferente	2	4	6	8
4.5	Germinação (% mínima)	70 ¹⁴	80	80	80
	Validade do teste de germinação ¹⁵ (máxima em meses)	6	6	6	6
	Validade da reanálise do teste de germinação ^{15 e 13} (máxima em meses)	4	4	4	4

¹. Semente certificada de primeira geração;

- ². Semente certificada de segunda geração;
- ³. Semente de primeira geração;
- ⁴. Semente de segunda geração;
- ⁵. As vistorias obrigatórias deverão ser realizadas pelo Responsável Técnico do produtor ou do certificador, nas fases de floração e de pré-colheita;
- ⁶. Pode-se repetir o plantio no ciclo seguinte quando se tratar da mesma cultivar. No caso de mudança de Cultivar, na mesma área, devem-se empregar técnicas que eliminem totalmente as plantas voluntárias ou Remanescentes do ciclo anterior;
- ⁷. Número máximo permitido de plantas, da mesma espécie, que apresentem quaisquer características que não coincidam com os descritores da cultivar em vistoria;
- ⁸. Quando presentes no campo deverão ser empregadas técnicas que eliminem os efeitos do contaminante na produção e na qualidade da semente a ser produzida. As técnicas empregadas deverão ser registradas nos Laudos de Vistoria;
- ⁹. A ocorrência em reboleiras, eliminá-las com uma faixa de segurança de, no mínimo, 5 metros circundantes;
- ¹⁰. Relatar o percentual encontrado e a sua composição no Boletim de Análise de Sementes;
- ¹¹. As sementes de outras espécies cultivadas e sementes silvestres na determinação de outras sementes por número serão verificadas em Teste Reduzido - Limitado em conjunto com a análise de pureza;
- ¹². Esta determinação será realizada em complementação à análise de pureza, observada a relação de sementes nocivas vigente;
- ¹³. Na reanálise além do teste de germinação deverá ser realizado, também, o teste de sementes infestadas;
- ¹⁴. A comercialização de semente básica poderá ser realizada com germinação até 10 (dez) pontos percentuais abaixo do padrão, desde que efetuada diretamente entre o produtor e o usuário e com o consentimento formal deste;
- ¹⁵. Excluído o mês em que o teste de germinação foi concluído.