

**Doses de regulador vegetal em sistema de semeadura convencional e direta
sobre a produtividade, teor de nutriente nas folhas e nas sementes e
qualidade fisiológica das sementes de três cultivares de feijão**

FABIANA LIMA ABRANTES

Engenheira Agrônoma

Prof. Dr. MARCO EUSTÁQUIO DE SÁ

Orientador

DOUTORADO

Ilha Solteira – SP

Abril de 2011

**Doses de regulador vegetal em sistema de semeadura convencional e direta
sobre a produtividade, teor de nutriente nas folhas e nas sementes e
qualidade fisiológica das sementes de três cultivares de feijão**

FABIANA LIMA ABRANTES

Engenheira Agrônoma

Prof. Dr. MARCO EUSTÁQUIO DE SÁ

Orientador

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia –
UNESP – Campus de Ilha Solteira, como parte
dos requisitos para obtenção do título de Doutora
em Agronomia, Área de concentração: Sistemas
de Produção.

Ilha Solteira – SP

Abril de 2011

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da UNESP - Ilha Solteira.

A161d Abrantes, Fabiana Lima.
Doses de regulador vegetal em sistema de semeadura convencional e direta sobre a produtividade, teor de nutriente nas folhas e nas sementes e qualidade fisiológica das sementes de três cultivares de feijão / Fabiana Lima Abrantes. -- Ilha Solteira : [s.n.], 2011
96 f. : il.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2011

Orientador: Marco Eustáquio de Sá
Inclui bibliografia

1. Feijão comum. 2. Bioestimulante. 3. Solos – Manejo. 4. Plantio direto.
5. Germinação. 6. Vigor de sementes.



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

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

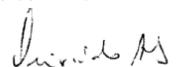
TÍTULO: Doses de regulador vegetal em sistema de semeadura convencional e direta sobre a produtividade, teor de nutriente nas folhas e nas sementes e qualidade fisiológica das sementes de três cultivares de feijão

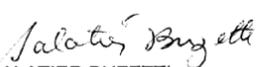
AUTORA: FABIANA LIMA ABRANTES

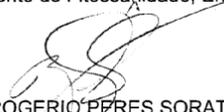
ORIENTADOR: Prof. Dr. MARCO EUSTAQUIO DE SA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR 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. SALATIER BUZETTI
Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira


Prof. Dr. ROGERIO PERES SORATTO
Departamento de Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrômicas de Botucatu


Profa. Dra. CHARLINE ZARATINI ALVES
Campus de Chapadão do Sul / Departamento de Agronomia / Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Data da realização: 25 de abril de 2011.

Aos meus pais

Cícero Abrantes dos Santos e Ilda Costa Lima dos Santos, pessoas sem as quais jamais teria conquistado essa vitória, por estarem sempre ao meu lado me apoiando e orientando e que dia após dia lutaram para que eu chegasse a ser o que sou hoje, pelo exemplo de honestidade, dignidade, sacrifício, amor e dedicação. Que cada uma das minhas conquistas seja a realização de seus próprios sonhos... E ao meu irmão Fabio Lima Abrantes pela presença constante, amizade, carinho, amor e apoio.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, saúde, proteção e pelos desafios superados e conquistas alcançadas.

Aos meus pais e meu irmão pelo amor incondicional, confiança, incentivo constante e apoio em todos os momentos. E demais familiares, pelo apoio e incentivo.

Ao professor e orientador Dr. Marco Eustáquio de Sá, pelos ensinamentos, incentivo, exemplo de competência, humildade e profissionalismo, pela orientação deste trabalho, amizade e confiança a mim concedida.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Campus de Ilha Solteira pela oportunidade de realização deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

Aos membros desta banca examinadora, pelo comprometimento, participação, sugestões, e honrosa contribuição.

Ao professor Walter Veriano Valério Filho pela grande ajuda prestada nas análises estatísticas.

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

À Selma Maria Bozzite de Moraes, ao Alexandre Marques da Silva e a Simone Aparecida de Oliveira por toda ajuda prestada neste trabalho, paciência, atenção e amizade.

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

A todos os funcionários do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-economia pelo bom convívio e pela amizade.

Aos funcionários da biblioteca pelo atendimento, em especial ao João Josué Barbosa pelo auxílio nas referências bibliográficas.

Aos funcionários da seção de Pós-Graduação, Marcinha, Onilda, Rafael, Adelaide e Ailton pelo bom atendimento.

Às amigas, Mariana Pina da Silva, Lilian Christian Domingues de Souza, Natália Arruda, Renata Saad Diniz, Stella Tosta Leal e Helena Masumi Simidu e ao amigo Christian Luis Ferreira Berti, pelo auxílio na realização deste trabalho e pela amizade, apoio e companheirismo em todos os momentos.

A todos (as) amigos (as), que em nenhum momento deixaram de me apoiar, pela paciência, por me ajudarem a enfrentar os desafios e por compartilharem comigo o entusiasmo das conquistas.

Ao Alvino da Silva e a Fátima da Silva, pela amizade e ajuda na realização deste trabalho.

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

MEU SINCERO AGRADECIMENTO!!!

É enfrentando as dificuldades que você fica forte. É superando seus limites que você cresce. É resolvendo problemas que você desenvolve a maturidade. É desafiando o perigo que você descobre a coragem. Arrisque e descobrirá como as pessoas crescem quando exigem mais de si próprias.

(Roberto Schinyashiki)

Doses de regulador vegetal em sistema de semeadura convencional e direta sobre a produtividade, teor de nutriente nas folhas e nas sementes e qualidade fisiológica das sementes de três cultivares de feijão

RESUMO: A maioria dos trabalhos com diferentes sistemas de manejo do solo e com uso de regulador vegetal (citocinina, giberelina e auxina) busca obter resultados quanto a aumentos na produtividade. Já, quanto ao seu efeito nos teores de nutrientes nas folhas e sementes e na qualidade fisiológica das sementes produzidas nessas condições há carência de informações. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento, produtividade, nutrientes nas folhas e sementes e qualidade fisiológica das sementes de feijão, cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função do uso de regulador vegetal, via foliar, em sistema convencional e plantio direto em implantação, no inverno com uso de irrigação. A pesquisa foi conduzida em 2009 e 2010, no Município de Selvíria/MS. Realizaram-se três experimentos com os cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em blocos casualizados, em faixas, com quatro repetições. Os fatores foram: sistemas de semeadura convencional com incorporação da palhada do milho ao solo e direta sobre a palhada do milho e cinco doses do regulador vegetal (0; 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 L p.c ha⁻¹) composto por três hormônios vegetais: cinetina, ácido giberélico e ácido indolbutírico, aplicadas em R₅. Avaliou-se: clorofila e nutrientes foliares, características agronômicas e produtivas, teor de proteína e nutrientes nas sementes e a qualidade fisiológica das sementes através dos testes de: germinação, primeira contagem, emergência de plântulas em campo, índice de velocidade de emergência, altura de plântula, massa da matéria seca de plântula, envelhecimento acelerado, teste de frio sem solo e condutividade elétrica. O plantio direto mesmo em fase de implantação propiciou: aumento na clorofila e nos teores foliar de N, P e Mg variando em função do cultivar e do ano; e de maneira geral, considerando os três cultivares utilizados, melhor desenvolvimento das plantas e produtividade de sementes. O regulador de crescimento não interferiu nos teores de nutrientes presentes nas plantas, nas características agronômicas e na produtividade de sementes de feijão dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada. O teor de nutrientes nas sementes varia com o cultivar, havendo também efeito do manejo do solo e de doses de regulador vegetal. A germinação e o vigor das sementes produzidas pelos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada em sistema convencional ou sistema de plantio direto em fase de implantação com ou sem a

utilização de regulador vegetal, apresentou valores acima do limite mínimo exigido para comercialização de sementes de feijão.

Palavras chaves: *Phaseolus vulgaris* L., bioestimulante, manejo do solo, plantio direto, germinação de sementes, vigor de sementes.

**Doses of growth regulator in no-tillage or in conventional systems on yield,
leaf and seeds nutrient content and physiological seed quality of three
cultivars of common bean**

ABSTRACT: The most studies with different systems of soil management and use of plant growth regulator (cytokinin, auxin and gibberellin) search results as increases in productivity. Already, in its effect on nutrient concentrations in leaves and seeds and physiological quality of seed produced under these conditions there is a lack of information. Thus, the objective was to evaluate the development, productivity, nutrients in the leaf and seeds and physiological seed quality of common bean cultivars, Carioca Precoce, IAC Apuã and IAC Alvorada, depending on the use of growth regulators on leaf, in the conventional or no-tillage system in the implantation, in the winter with irrigation use. The research was conducted in 2009 and 2010, in Selvíria - MS State. They were conducted three experiments with varieties Carioca Precoce, IAC Apuã and IAC Alvorada, in a randomized blocks design in strips with four replicates. The treatments were: conventional tillage system with millet straw incorporation to the soil or directly over the millet straw, and five doses of the plant growth regulators (0, 1.0, 2.0, 3.0 and 4.0 L cp ha⁻¹) which consists of three plant hormones, kinetin, gibberellic acid and IBA, applied at R₅. It was evaluated: chlorophyll and foliar nutrients, agronomic and productive characteristics, protein and nutrients in the seeds and physiological quality of seeds through the tests of germination, first count, seedling emergence in the field, speed of emergence index, seedling height, mass of dry matter of seedlings, accelerated aging, cold test without soil and electric conductivity. The no-tillage even in implantation phase resulted in: increased leaf chlorophyll and on N, P and Mg, depending on the cultivar and year, and in general, considering the three cultivars used, it was the better development of plants and seed yield. The growth regulator did not affect the levels of nutrients present in plants, agronomic characteristics and seed yield of bean cultivars Carioca Precoce, IAC Apuã and IAC Alvorada. The nutrient content in seeds depended on the cultivar, also having effect of soil management and doses of growth regulators. Seed germination and vigor of the seeds produced by Carioca Precoce, IAC Tunã e IAC Alvorada in conventional or no-tillage system, being implemented, using or not of plant growth regulator, showed values above the minimum required for marketing of common bean seeds

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L., bio stimulant, soil management, no-tillage, seed germination, seed vigor.

LISTA DE FIGURA

Figura 1. Valores diários de precipitação pluvial (mm), temperatura máxima, mínima e média (°C), coletados durante a condução do experimento. Selvíria/MS, 2009 e 2010.....	33
--	----

LISTA DE TABELAS

	página
Tabela 1	Atributos químicos do solo na camada de 0-0,20 m antes da semeadura do milho e do feijão. Selvíria (MS), 2009 e 2010.....32
Tabela 2	Valores médios e coeficientes de variação obtidos na análise de variância para clorofila (ICF) dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Ilha Solteira/SP, 2009 e 2010.....42
Tabela 3	Valores médios e coeficientes de variação obtidos na análise de variância para teor de nitrogênio nas folhas (g kg^{-1}) dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Ilha Solteira/SP, 2009 e 2010.....43
Tabela 4	Valores médios e coeficientes de variação obtidos na análise de variância para teor de fósforo nas folhas (g kg^{-1}) dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Ilha Solteira/SP, 2009 e 2010.....44
Tabela 5	Valores médios e coeficientes de variação obtidos na análise de variância para teor de potássio nas folhas (g kg^{-1}) dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Ilha Solteira/SP, 2009 e 2010.....45
Tabela 6	Valores médios e coeficientes de variação obtidos na análise de variância para teor de cálcio nas folhas (g kg^{-1}) dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Ilha Solteira/SP, 2009 e 2010.....46
Tabela 7	Valores médios e coeficientes de variação obtidos na análise de variância para teor de magnésio nas folhas (g kg^{-1}) dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Ilha Solteira/SP, 2009 e 2010.....47
Tabela 8	Médias e coeficientes de variação obtidos na análise de variância, para população final de plantas de feijão (plantas ha^{-1}) dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Selvíria/MS, 2009 e 2010.....49

Tabela 9	Médias e coeficientes de variação obtidos na análise de variância, para altura de plantas de feijão (cm) dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Selvíria/MS, 2009 e 2010.....	50
Tabela 10	Médias e coeficientes de variação obtidos na análise de variância, para altura de inserção da primeira vagem em plantas de feijão (cm) dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Selvíria/MS, 2009 e 2010.....	51
Tabela 11	Médias e coeficientes de variação obtidos na análise de variância, para número de vagens/planta dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Selvíria/MS, 2009 e 2010.....	52
Tabela 12	Médias e coeficientes de variação obtidos na análise de variância, para sementes/vagem dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Selvíria/MS, 2009 e 2010.....	53
Tabela 13	Médias e coeficientes de variação obtidos na análise de variância, para sementes/planta dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Selvíria/MS, 2009 e 2010.....	54
Tabela 14	Médias e coeficientes de variação obtidos na análise de variância, para massa de 100 sementes dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função do manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Selvíria/MS, 2009 e 2010.....	57
Tabela 15	Médias e coeficientes de variação obtidos na análise de variância, para produtividade de sementes de feijão dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Selvíria/MS, 2009 e 2010.....	58
Tabela 16	Médias e coeficientes de variação obtidos na análise de variância, para teor de proteína nas sementes (%) dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Selvíria/MS, 2009 e 2010.....	59
Tabela 17	Médias e coeficientes de variação obtidos na análise de variância, para teor de nitrogênio (g kg ⁻¹) dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada,	

	em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Selvíria/MS, 2009 e 2010.....	60
Tabela 18	Médias e coeficientes de variação obtidos na análise de variância, para teor de fósforo (g kg^{-1}) dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Selvíria/MS, 2009 e 2010.....	61
Tabela 19	Médias e coeficientes de variação obtidos na análise de variância, para teor de potássio (g kg^{-1}) dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Selvíria/MS, 2009 e 2010.....	62
Tabela 20	Médias e coeficientes de variação obtidos na análise de variância, para teor de cálcio (g kg^{-1}) dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Selvíria/MS, 2009 e 2010.....	63
Tabela 21	Desdobramento da interação significativa sistemas de semeadura x doses de regulador vegetal para o teor de cálcio (g kg^{-1}) nas sementes do cultivar IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Selvíria/MS, 2010.....	64
Tabela 22	Médias e coeficientes de variação obtidos na análise de variância, para teor de magnésio (g kg^{-1}) dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Selvíria/MS, 2009 e 2010.....	65
Tabela 23	Valores médios e coeficientes de variação obtidos na análise de variância para germinação de sementes de feijão (%), cultivar Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Ilha Solteira/SP, 2009 e 2010.....	66
Tabela 24	Valores médios e coeficientes de variação obtidos na análise de variância para primeira contagem da germinação de sementes de feijão (%) dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Ilha Solteira/SP, 2009 e 2010.....	67
Tabela 25	Desdobramento da interação significativa sistemas de manejo do solo x doses de regulador vegetal para primeira contagem da germinação (%) de sementes de feijão, cultivar Carioca Precoce. Selvíria/MS, 2009.....	68

Tabela 26	Valores médios e coeficientes de variação obtidos na análise de variância para emergência em campo de plântulas de feijão (%) dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Ilha Solteira/SP, 2009 e 2010.....	70
Tabela 27	Desdobramento da interação significativa sistemas de manejo do solo x doses de regulador vegetal para emergência em campo de plântulas de feijão (%), cultivar Carioca Precoce. Selvíria/MS, 2010.....	70
Tabela 28	Valores médios e coeficientes de variação obtidos na análise de variância para índice de velocidade de emergência das sementes dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Ilha Solteira/SP, 2009 e 2010.....	72
Tabela 29	Valores médios e coeficientes de variação obtidos na análise de variância para altura de plântula de feijão (cm) dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Ilha Solteira/SP, 2009 e 2010.....	73
Tabela 30	Valores médios e coeficientes de variação obtidos na análise de variância para massa da matéria seca de plântula de feijão dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Ilha Solteira/SP, 2009 e 2010.....	74
Tabela 31	Valores médios e coeficientes de variação obtidos na análise de variância para envelhecimento acelerado das sementes de feijão (%) dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Ilha Solteira/SP, 2009 e 2010.....	76
Tabela 32	Desdobramento da interação significativa sistemas de manejo do solo x doses de regulador vegetal envelhecimento acelerado das sementes de feijão (%), cultivar Carioca Precoce. Selvíria/MS, 2009.....	76
Tabela 33	Valores médios e coeficientes de variação obtidos na análise de variância para teste de frio em sementes de feijão (%) dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Ilha Solteira/SP, 2009 e 2010.....	78
Tabela 34	Desdobramento da interação significativa sistemas de manejo do solo x doses de regulador vegetal teste de frio em sementes de feijão (%), cultivar IAC Alvorada. Selvíria/MS, 2010.....	78

Tabela 35	Valores médios e coeficientes de variação obtidos na análise de variância para condutividade elétrica em sementes de feijão ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ de sementes) dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Ilha Solteira/SP, 2009 e 2010.....	79
------------------	--	----

SUMÁRIO

	página
1 INTRODUÇÃO	18
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	20
2.1 Cultura do feijão	20
2.2 Sistemas de manejo do solo.....	21
2.3 Regulador vegetal	23
2.4 Qualidade fisiológica das sementes	27
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	31
3.1 Instalação e condução do experimento	31
3.2 Avaliações realizadas.....	35
3.2.1 Clorofila e nutrientes foliar nas plantas de feijão	35
3.2.2 Características agronômicas e produtivas	36
3.2.3 Análise nutricional das sementes produzidas.....	37
3.2.4 Qualidade fisiológica das sementes	37
3.3 Análise dos resultados.....	39
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.1 Produção de matéria seca da planta de cobertura	40
4.2 Ciclo de desenvolvimento do feijoeiro	40
4.3 Clorofila e nutrientes foliar nas plantas de feijão	41
4.4 Características agronômicas e produtivas	48
4.5 Nutrientes nas sementes produzidas	58
4.6 Qualidade fisiológica das sementes	65
5 CONCLUSÕES	82
REFERÊNCIAS	83

1 INTRODUÇÃO

Dentre os fatores que contribuem para a baixa produtividade no país está o cultivo intensivo em área com a mesma cultura, o preparo inadequado do solo, a falta de adubação equilibrada, a ocorrência de doenças, e até mesmo a baixa taxa de utilização de sementes legais. De acordo com dados de Levien e Barros (2010), na safra 2009/10, a maioria dos produtores de feijão não utilizaram sementes legais, pois em apenas 11% da área cultivada nessa safra (3.789.600 ha) utilizou-se sementes legais.

O cultivo de feijão no Brasil ocorre, praticamente, durante todo o ano, e a semeadura realizada de Abril a Julho é denominada "de inverno". A maioria das regiões brasileiras exige irrigação, obtendo-se nessa época melhor qualidade e sanidade do produto. Essa época de cultivo proporciona melhor utilização da área e infra-estrutura da propriedade. Normalmente sucede culturas de milho, arroz, algodão e outras, podendo ainda utilizar-se de restos culturais como cobertura para o solo, o que proporciona diversas vantagens, tais como: menor consumo de água de irrigação, menor variação térmica do solo, facilidade no controle de plantas daninhas, controle da erosão e outras (ARF et al., 1992).

O cultivo do feijão de inverno em sistema plantio direto é uma realidade crescente. Peloso et al. (1996) consideram que um dos aspectos mais importantes em relação ao feijoeiro em sistema de plantio direto é justamente a possibilidade de conservação do solo e da água, em virtude da manutenção da palhada na superfície do solo, oriunda de cultivos anteriores que reduz a evaporação de água e a perda de solo.

As plantas de cobertura mais utilizadas para produção de palhada em sistemas plantio direto têm sido gramíneas (Poaceae), por apresentarem grande produção de fitomassa e persistência como cobertura do solo, em virtude de sua alta relação carbono e nitrogênio (C:N) (MONEGAT, 1991), e devido ao ciclo de fixação de carbono, tipo C₄.

Com o intuito de elevar os níveis de produtividade do feijão, novas tecnologias vêm sendo desenvolvidas, como por exemplo, pesquisas com reguladores de crescimento e hormônios associados a nutrientes com o objetivo de acelerar o desenvolvimento das plantas, o que resultaria em acréscimo na produção (LANA et al., 2009). Portanto, o emprego de bioestimulante como técnica agrônômica para otimizar a produções em diversas culturas é cada vez mais comum (DOURADO NETO et al., 2004).

O regulador de crescimento vegetal, também chamado de bioestimulante ou biorregulador ou de estimulante vegetal, vem sendo empregado tanto no tratamento de

sementes como em pulverização foliar ou nos frutos, em diferentes culturas, tais como feijão (ALLEONI; BOSQUEIRO, ROSSI, 2000; COBUCCI; CURUCK, SILVA, 2005), soja (DARIO et al., 2005; BERTOLIN et al., 2010), mamona (ALBUQUERQUE et al., 2004), algodão (LIMA et al., 2006), maracujá amarelo (ECHER et al., 2006), videira (TECCHIO et al., 2006), amendoim, sorgo e trigo (CATO, 2006), entre outras.

Entretanto, os resultados encontrados com o uso de reguladores vegetais apresentam uma grande variabilidade nas respostas desses produtos. Essa variabilidade pode ser pelo fato de que, raramente os hormônios vegetais agem sozinhos, mesmo quando uma resposta no vegetal é atribuída à aplicação de um único regulador vegetal, o tecido que recebeu a aplicação contém hormônios endógenos que contribuem para as respostas obtidas (CATO, 2006).

A maioria dos trabalhos com feijão em sistema de plantio direto, e os que utilizam regulador vegetal, visam obter informações quanto ao ganho de produtividade, porém pouco se conhece sobre o efeito desses manejos sobre a qualidade fisiológica das sementes. Ainda existem muitas dúvidas sobre o assunto, tanto sobre os efeitos na produtividade como na qualidade fisiológica das sementes produzidas sob o manejo com regulador vegetal, e também sobre o comportamento de cultivares em diferentes sistemas de semeadura, necessitando, portanto de novos estudos para gerar informações.

Como há relatos de que o regulador vegetal pode, em função da sua composição e concentração, aumentar a absorção de água e nutrientes a hipótese deste estudo é que em sistema de semeadura convencional, onde há menor umidade e maior temperatura do solo em comparação ao sistema de semeadura direta as doses do produto poderiam favorecer o desenvolvimento da planta resultando em maior produtividade e talvez refletir na qualidade fisiológica das sementes.

Desta forma o objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade de sementes, o teor de clorofila e de nutrientes nas folhas e teor de proteína e nutrientes nas sementes e a qualidade fisiológica das sementes de feijão, cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, produzidas sob o uso de regulador vegetal, via foliar, nos sistemas de semeadura convencional e direta, no inverno em condições de Cerrado.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura do feijão

O feijão é rico em proteína (20-25%) e é a principal fonte de alimento da população das Américas do Sul e Central, do Caribe e da África. A proteína do feijão é deficiente em aminoácidos essenciais, como os sulfurados metionina e cistina, mas rica em lisina e treonina, nos quais os cereais são deficientes, além disso, o feijão contém aproximadamente 2% de gorduras e 50% de carboidratos (FAGERIA, 1989). Assim, ocorre uma interessante complementação protéica quando o feijão é combinado com cereais, especialmente o arroz, proporcionando, em conjunto, os aminoácidos essenciais ao organismo humano, o que o torna altamente desejável como componentes em dietas de combate à fome e à desnutrição (AIDAR, 2003).

Dependendo da região, o cultivo de feijão no Brasil é feito ao longo do ano, em três épocas, ou seja, “das águas” (agosto a novembro), “da seca” (janeiro a março) e “de inverno” ou “terceira época” (abril a julho) (FANCELLI; DOURADO NETO, 2007), de modo que em qualquer mês, sempre haverá produção de feijão em alguma região do país.

O cultivo de feijão em várias épocas do ano se deve ao fato da cultura não apresentar sensibilidade ao fotoperíodo e ter uma ampla adaptação edafoclimática (MAEDA; MENDONÇA, 1990). Entretanto, é necessário que não ocorram limitações de temperatura e água. As temperaturas do ar muito baixas ou muito altas, durante os estádios vegetativos e reprodutivos, e chuvas, por ocasião da colheita, são elementos climáticos que influenciam na escolha das melhores regiões e definem as épocas de semeadura mais adequadas (STONE; SARTORATO, 1994), pois temperatura e água são os fatores que mais interferem na duração dos estágios fenológicos, sendo a temperatura ideal para esta cultura 21°C, mas são consideradas aptas as regiões que apresentam temperatura média entre 15 e 29°C (FANCELLI; DOURADO NETO, 1998). Com relação à disponibilidade de chuvas, de maneira geral, são consideradas aptas as regiões cuja precipitação pluvial durante o ciclo da cultura situa-se entre 300 e 400 mm com distribuição uniforme (MALUF; CAIAFFO, 1999).

Assim como a deficiência, o excesso de água também ocasiona problemas à cultura, pois regiões com alta precipitação e umidade relativa retardam o processo de maturação das sementes e favorecem o desenvolvimento de doenças e conseqüente contaminação e/ou infecção de sementes, reduzindo sua qualidade sanitária, que é uma

característica fundamental à produção de sementes de boa qualidade (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Para assegurar um suprimento adequado, a água que é abundante em um período, precisa ser armazenada para estar disponível em períodos de estiagem, e mesmo sob condições irrigadas, o armazenamento temporário da água no solo é importante, porque permite menor frequência de irrigação. A baixa eficiência de armazenamento de água dos solos associada a altas taxas de evaporação têm, contudo, provocado déficit que frustram esforços para aumentar a produção das culturas (CASTRO; VIEIRA, DE MARIA, 1987). Por isso sistemas de semeadura que favoreça manter a umidade do solo por maior período é muito importante no sistema produtivo.

2.2 Sistemas de manejo do solo

O manejo do solo consiste num conjunto de operações realizadas com objetivos de propiciar condições favoráveis à semeadura, ao desenvolvimento e à produção das plantas cultivadas, pois o manejo do solo interfere no desenvolvimento e na produtividade das culturas.

Os agricultores têm optado por adotar sistemas que apresente menor custo e diminua o processo erosivo do solo. Com isso a adoção de sistemas conservacionistas, como a semeadura direta, tem-se apresentado como alternativa viável para assegurar a sustentabilidade do uso agrícola do solo, principalmente dos Latossolos (SILVA; REINERT; REICHERT, 2000).

O sistema plantio direto tem sido uma das melhores alternativas para a manutenção da sustentabilidade dos recursos na utilização agrícola dos solos. A manutenção de cobertura vegetal e a palha na superfície protegem o solo contra o aquecimento excessivo e a perda de água, reduz significativamente as perdas de solo por erosão, modificando os processos físicos, químicos e biológicos do solo, que irão repercutir na sua fertilidade (SILVA; REICHERT; REINERT, 2006; WUTKE, 1993). Nesse sistema, as sementes são colocadas diretamente no solo não revolvido, apresentando crescente utilização no cerrado.

A manutenção da umidade no solo é muito importante para o feijoeiro, pois a planta é sensível a déficit hídrico, isto devido à sua baixa capacidade de recuperação a estiagens e seu sistema radicular pouco profundo (GUIMARÃES, 1996). Durante o período chuvoso, a cobertura do solo promove proteção contra o impacto direto das gotas de chuva,

impedindo a formação de crosta e reduzindo a formação de enxurrada (ALVARENGA et al., 2001).

Uma das modificações proporcionadas pelo sistema de preparo do solo é com relação à dinâmica dos nutrientes que é alterada na semeadura direta, havendo uma tendência, na superfície, de acúmulo de nutrientes, como P, K, Ca, Mg e Mn, mais do que no preparo convencional. Isto ocorre porque no preparo convencional há incorporação de restos culturais promovendo melhor distribuição desses nutrientes na camada arável do solo (SILVA; SILVEIRA, 2002).

No entanto, pelo fato de os resíduos vegetais permanecerem na superfície do solo, a taxa de mineralização da matéria orgânica é mais lenta, comparada com o sistema convencional, em que há incorporação dos resíduos (MERTEN; FERNANDES, 1998; GONÇALVES; CERETTA, 1999), o que tem provocado maior demanda de N, principalmente no início da implantação do sistema (BALBINO et al., 1996; SORATTO et al., 2001).

O uso da palhada de milho, principalmente na agricultura de sequeiro, foi o que permitiu o grande impulso na adoção do sistema de plantio direto nos Cerrados, já que a palhada resultante dos restos culturais e/ou plantas daninhas, geralmente, são insuficientes para a plena cobertura do solo (KLUTHCOUSKI et al., 2004). Devido às suas raízes mais vigorosas e abundantes, a planta do milho utiliza os nutrientes que estão abaixo da camada arável (BONAMIGO, 2003).

O feijoeiro destaca-se entre as principais culturas anuais em adaptação ao sistema plantio direto e tem sido a mais importante, em área cultivada, nos sistemas irrigados por aspersão, no período de entressafra, com semeadura em maio-junho (KLUTHCOUSKI; STONE, 2003). Os resultados deste sistema de cultivo, conhecido por feijão “de inverno”, terceira safra ou irrigada, tiveram e continuam tendo importância não só no abastecimento, reduzindo a sazonalidade, como também na melhoria da qualidade do produto (FERREIRA et al., 2008).

Vários trabalhos confrontam os diversos sistemas de manejo de solo para a cultura de feijão, principalmente o plantio direto em relação aos outros, em especial ao preparo convencional, com objetivo de obter informações quanto ao ganho de produtividade (STONE; MOREIRA, 2001, ARF et al., 2004), porém, são poucos os trabalhos que buscam informações sobre a influência dos sistemas de manejo do solo na qualidade fisiológica das sementes produzidas nesses sistemas (FARINELLI et al., 2006; NUNES et al., 2007).

Segundo Lima (2003), o milheto destacou-se como a cultura antecessora que proporcionou menor temperatura no horário monitorado (9 horas e 14 horas) comparado ao milho, sorgo, mucuna-preta, guandu, feijão-de-porco, aveia-preta e o pousio nas condições de cerrado em Selvíria/MS, o que pode ser explicado pela alta quantidade de massa seca depositada sobre o solo por essa gramínea, que dentre os tratamentos foi o que mais contribuiu com a quantidade de massa seca residual retornada ao solo.

Estudando o manejo do solo (grade pesada + grade niveladora, escarificador + grade niveladora e plantio direto) e da adubação nitrogenada do feijão de inverno, tendo o milho como cultura antecessora, Binotti et al. (2007) verificaram que de três anos de cultivo, somente em um o plantio direto proporcionou maior produtividade em relação ao preparo convencional do solo.

Carvalho et al. (2007) verificaram que o sistema de manejo do solo afetou a produtividade de grãos do feijoeiro apenas no primeiro ano de cultivo, tendo o preparo convencional proporcionado menor produtividade do feijoeiro, o que os autores acreditam que pode estar relacionada com o menor acúmulo de nutrientes.

Urchei (1996) e Stone e Silveira (1999), comparando os sistemas de plantio direto e convencional na cultura do feijão, em condições irrigadas, observaram maior produtividade de grãos nas plantas cultivadas em plantio direto em relação ao sistema de preparo convencional.

Resultados semelhantes foram encontrados por Rocha (2008), que comparando o sistema de plantio direto (cultivado no verão com milho e no inverno com feijão), e o plantio convencional, observou que o plantio direto apresentou produtividade superior ao convencional.

Farinelli et al. (2006) avaliando a qualidade fisiológica das sementes de feijão em função do manejo do solo e de adubação nitrogenada verificaram que o sistema de preparo convencional promove sementes de maior qualidade fisiológica, expressos pelo testes de germinação e envelhecimento acelerado.

2.3 Regulador vegetal

O regulador vegetal se origina pela mistura de dois ou mais biorreguladores com outras substâncias (aminoácidos, nutrientes, vitaminas) (CASTRO; VIEIRA, 2001). Os

reguladores vegetais podem ser aplicados diretamente nas plantas (folhas, frutos e sementes) provocando alterações nos processos vitais e estruturais, com a finalidade de incrementar a produção, melhorar a qualidade e facilitar a colheita. Quando aplicados nas sementes ou nas folhas, podem interferir em processos como germinação, enraizamento, floração, frutificação e senescência (CASTRO; MELOTTO, 1989).

O regulador vegetal composto por 0,005% do ácido indolbutírico (auxina), 0,009% de cinetina (citocinina) e 0,005% de ácido giberélico (giberelina), classificado de acordo com o compêndio de defensivos agrícolas como regulador de crescimento vegetal (ANDREI, 2005), que são hormônios vegetais sintéticos e atuam como mediadores de processos morfológicos e fisiológicos, pode, em função da sua composição, concentração e proporção de substâncias, incrementar o crescimento e o desenvolvimento vegetal, estimular a divisão celular podendo, também, aumentar a absorção de água e nutrientes pelas plantas (VIEIRA; CASTRO, 2002).

O desenvolvimento de compostos potencialmente ativos, que poderiam aumentar significativamente a produção tem sido limitado por inúmeras variáveis. Além das limitações fisiológicas, tais como, a fotossíntese e a eficiência da fixação de nitrogênio, os fatores ambientais também interferem na produção de sementes. Assim, a habilidade de um regulador vegetal em favorecer o desenvolvimento ou estimular a produção, aumentando significativamente a produtividade, pode não ser aparente em função de fatores ambientais limitantes, tais como umidade, temperatura e radiação (CASTRO; MORAES, 1981).

Os reguladores vegetais são substâncias sintéticas que aplicadas exogenamente possuem ações similares aos grupos de hormônios vegetais naturalmente sintetizados pelas plantas (citocininas, giberelinas, ácido indolil acético e etileno) (VIEIRA; CASTRO, 2002). Segundo Casillas et al. (1986), essas substâncias são eficientes quando aplicadas em baixas doses favorecendo o bom desempenho dos processos vitais da planta e permitindo a obtenção de melhores colheitas, além de garantir rendimentos satisfatórios em condições ambientais adversas.

Os principais sítios de síntese da auxina são os tecidos meristemáticos de diferentes órgãos, tais como gemas em brotamento, folhas jovens, extremidades da raiz e flores ou inflorescências de ramos florais em crescimento. As maiores concentrações de auxinas geralmente são encontradas nos tecidos onde as mesmas são sintetizadas e armazenadas. As auxinas são hormônios endógenos com grande diversidade de efeitos fisiológicos sobre os vegetais. Dentre os efeitos fisiológicos estão: alongação celular: o crescimento em tamanho da célula não-meristemática é caracterizado por aumento de seu

volume, que pode ocorrer por expansão ou por alongamento, e ocorre em uma única direção, como por exemplo, em comprimento; divisão celular: que também está diretamente associada ao alongamento celular; diferenciação celular do floema e do xilema; fototropismo; geotropismo; dominância apical; iniciação e alongação radicular; produção de etileno; crescimento de frutos; abscisão: altas concentrações de auxinas impedem a abscisão, evitando a queda de folhas e frutos, e partenocarpia (CASTRO; KLUGE; PERES, 2005, MERCIER, 2008).

As giberelinas são sintetizadas nas regiões de crescimento, sementes em germinação, frutos imaturos, ápices de caules e raízes (CASTRO; KLUGE; PERES, 2005). Os principais processos fisiológicos que as giberelinas estão envolvidas são: indução floral: as giberelinas podem substituir os efeitos mediados pelo fotoperíodo e pelas baixas temperaturas na indução floral de algumas plantas; expressão sexual: em algumas espécies a aplicação pode resultar no aumento da produção de flores masculinas; partenocarpia: indução à formação de frutos sem o processo normal de fecundação; atraso na senescência: podendo auxiliar na retenção da clorofila; quebra da dormência de gemas e sementes: podem acelerar a germinação de sementes que requerem luz ou frio para superação da dormência; alongamento do caule: há fortes evidências de que as giberelinas juntamente com a auxina, promovem a expansão/alongamento celular por exercerem efeito sobre a parede celular, sugere-se que as giberelinas sejam promotoras de alongamento celular, preferencialmente, em células jovens e as auxinas, as principais promotoras da expansão celular em regiões em maturação (GUERRA; RODRIGUES, 2008).

De maneira geral, as maiores concentrações de citocininas são encontradas em regiões meristemáticas, órgãos em crescimento como folhas jovens, sementes em desenvolvimento, frutos e raízes. Dentre os processos regulados pela citocinina estão divisão celular e formação de órgãos, germinação de sementes, iniciação de crescimento radicular, desenvolvimento de gemas e brotações, retardamento da senescência: em folhas maduras há uma rápida decomposição de proteínas e degradação de cloroplasto, resultando em perda de clorofila, lipídeos e componentes dos ácidos nucleicos, e a citocinina é responsável pela manutenção da atividade metabólica celular, o que retarda a senescência; estímulo da translocação de nutrientes e substâncias orgânicas: inibe a saída de nutrientes das partes jovens e mobiliza os nutrientes das partes mais velhas da planta; e movimento estomático (CASTRO; KLUGE; PERES, 2005).

De acordo com Csizinszky (1990), devido ao conteúdo de citocinina presente no regulador vegetal, a aplicação destes produtos pode ser benéfica para as plantas em períodos

de estresse, pois de acordo com sua teoria, a produção interna de citocinina pode ser limitada durante o período de estresse ao qual a planta está submetida.

Embora frequentemente discuta-se a ação dos hormônios como se eles agissem de modo independente, as inter-relações do crescimento e do desenvolvimento vegetal resultam da combinação de muitos fatores. Além disso, um hormônio pode influenciar a biossíntese de outro, de modo que os efeitos produzidos por um pode ser, de fato, mediado por outros (TAIZ; ZEIGER, 2004).

O regulador vegetal pode ser utilizado tanto no tratamento de sementes como no sulco de semeadura e em pulverizações foliares, com aplicação isolada ou combinada. Alguns autores têm observado acréscimos na produtividade da cultura de feijão (ALLEONI; BOSQUEIRO; ROSSI, 2000, COBUCCI; CURUCK; SILVA, 2005), com a aplicação de regulador vegetal (composto por cinetina, ácido giberélico e ácido indolbutírico) nas sementes e associadas a pulverizações foliares, porém, esses trabalhos não relatam resultados com informações sobre o reflexo da utilização do bioestimulante no teor de nutrientes nas folhas, nas sementes e na qualidade fisiológica das sementes produzidas nestas condições.

Os dados sobre os efeitos do uso de regulador vegetal na agricultura ainda são bastante divergentes, pois alguns autores constataram efeito significativo para o número de vagens por planta para o tratamento das sementes com bioestimulante, mas para aplicação foliar, os autores não puderam associar o efeito da giberelina ou citocinina à produção de vagens de feijão, e encontraram efeitos significativos sobre a produtividade do feijão independente do modo de aplicação do produto (OLIVEIRA; PACE; ROSOLEM, 1998).

Na cultura da soja, Bertolin et al. (2010) observaram que o bioestimulante (composto por cinetina, ácido giberélico e ácido indolbutírico) proporcionou incremento no número de vagens por planta e na produtividade de grãos de soja, tanto em aplicação via sementes quanto via foliar. Na mesma cultura, Dario et al. (2005) observaram que a utilização do mesmo produto no tratamento de sementes, em pulverização dirigida na linha de sementes e em pulverização foliar, não proporcionou influência significativa sobre o número de vagens por plantas e o rendimento de grãos de soja.

Na literatura, há relatos sobre a qualidade fisiológica das sementes de soja, produzidas sob o manejo de regulador vegetal, nos quais Ávila et al. (2008) verificaram que a utilização do bioestimulante melhorou a qualidade das sementes oriundas de plantas que tiveram suas sementes tratadas antes da semeadura, no entanto Albrecht et al. (2010) verificaram que o bioestimulante alterou a qualidade das sementes, diminuindo o vigor com o incremento das doses na fase reprodutiva, quando associado ao tratamento de sementes, e

aumentou a porcentagem de plântulas normais, quando aplicado, via foliar, sem o tratamento das sementes, sobretudo quando as aplicações foliares ocorrem em V₅.

2.4 Qualidade fisiológica das sementes

Em culturas de expressão econômica, a semente tem duas funções, ou seja, é o material utilizado para multiplicação de plantas (implantação da cultura) e a estrutura colhida para comercialização (grãos para consumo). A denominação sementes e grãos se destinam apenas à identificação das formas de utilização, já que do ponto de vista botânico não há distinção a ser feita (MARCOS FILHO, 2005).

As sementes acumulam reservas e são responsáveis pelo fornecimento de nutrientes e energia para o desenvolvimento até que a plântula apresente capacidade de se manter. De acordo com Buckeridge et al. (2004) as reservas podem funcionar como fonte de energia para manter processos metabólicos em funcionamento e/ou como fonte de matéria para a construção de tecidos vegetais que irão constituir a plântula, e nas sementes os compostos acumulados, em geral, pode servir às duas funções.

Há uma enorme variação na composição das sementes, mas as substâncias armazenadas em grandes quantidades constituem os carboidratos e lipídeos, fonte de energia e carbono para germinação das sementes e desenvolvimento das plântulas; e as proteínas com a função de armazenar, principalmente, nitrogênio e enxofre, essenciais para síntese de proteínas, ácidos nucléicos e compostos secundários na plântula em crescimento (BUCKERIDGE et al., 2004).

A qualidade de um lote de sementes compreende uma série de atributos que determinam seu valor para a semeadura, sendo de natureza genética, física, fisiológica e sanitária (POPINIGIS, 1985), e o atributo fisiológico influenciado pelo ambiente em que as sementes se formaram (VIEIRA; VIEIRA; RAMOS, 1993). Portanto, pode ser modificado pela ação do homem, como por exemplo, através da adubação, irrigação, sistemas de preparo do solo utilizado, e talvez até mesmo pela aplicação de regulador vegetal, entre outras ações.

A qualidade física compreende a pureza e a condição física da semente, e é caracterizada pela proporção de componentes físicos presentes nos lotes, tais como, sementes puras, sementes silvestres, outras sementes cultivadas e materiais inertes. A condição física é caracterizada pelo teor de água, tamanho, cor, densidade, aparência, danos mecânicos e danos causados por insetos e infecções por doenças (POPINIGIS, 1985).

A qualidade fisiológica está relacionada com a capacidade da semente em desempenhar suas funções vitais, caracterizando-se pela longevidade, germinação e vigor; sendo assim, os efeitos sobre a qualidade geralmente são traduzidos pelo decréscimo na porcentagem de germinação, aumento de plântulas anormais e redução do vigor das plântulas (TOLEDO et al., 2009).

Segundo Marcos Filho, Cicero e Silva (1987), a qualidade das sementes é avaliada através de duas características fundamentais, que é viabilidade e vigor. A viabilidade é avaliada principalmente pelo teste de germinação, que procura determinar o máximo potencial germinativo da semente, oferecendo para isto, as condições mais favoráveis possíveis. Enquanto o vigor representa atributos da qualidade fisiológica, não revelados pelo teste de germinação, e é determinado sob condições desfavoráveis ou medindo-se o declínio de alguma função bioquímica ou fisiológica.

A germinação pode ser afetada tanto por fatores intrínsecos como viabilidade e longevidade e fatores ambientais como temperatura, água e oxigênio (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Existem diferentes conceitos de vigor de sementes, que pode ser avaliado das formas mais diversas. Carvalho e Nakagawa (2000) descrevem dois tipos de vigor, sendo o vigor genético e o fisiológico. Vigor genético é aquele observado na heterose ou nas diferenças de vigor entre duas linhagens, enquanto que o fisiológico é observado entre lotes de uma mesma linhagem genética, cultivar ou espécie. Entretanto, deve-se lembrar que o vigor fisiológico depende não apenas do genético, mas também das condições que são submetidas as plantas e sementes que estas irão produzir.

Desta forma, o vigor fisiológico das sementes é afetado pela constituição genética e condições ambientais durante a produção, pois condições de clima que afetam o desenvolvimento e o florescimento da planta, poderão ter reflexos sobre o vigor das futuras sementes; além disso, a nutrição da planta-mãe, maturação da semente, danos mecânicos durante a colheita e beneficiamento, tamanho e massa da semente, idade da semente, ataque de patógenos e insetos, condições ambientais durante o armazenamento e baixas temperaturas durante a embebição também afetam o vigor das sementes (SÁ, 1994, CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Os efeitos no vigor causados durante a produção pelas condições do ambiente são, evidentemente, de difícil avaliação, principalmente se comparados com os que ocorrem na fase final do processo de maturação, tendo em vista que as sementes apresentam maior viabilidade e vigor por ocasião da maturidade fisiológica. A partir deste instante, vão ocorrer,

inevitavelmente, mudanças de natureza física, fisiológicas e bioquímicas graduais que ocasionam a deterioração e a perda do vigor (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000), sendo a perda da capacidade de germinação, a consequência ou efeito final da deterioração, portanto o último atributo da qualidade fisiológica da semente a ser perdido (DELOUCHE, 2002).

A qualidade das sementes tem grande influência no sucesso ou fracasso da cultura, pelo fato de que é nas sementes que estão contidas as potencialidades produtivas da planta, e é através dela que os aperfeiçoamentos introduzidos pelo melhoramento genético são levados até o agricultor (SÁ, 1994).

Segundo Vieira, Costa e Lopes (2000), as sementes após terem sido produzidas, processadas e armazenadas, não melhoram seu estado fisiológico, pois sua qualidade é o reflexo dos cuidados adotados desde a escolha da área, época de cultivo mais adequada e da tecnologia aplicada durante todo o processo produtivo.

Dentre estes cuidados pode-se ressaltar o uso de sementes de boa qualidade o que vai proporcionar uma germinação uniforme, plantas vigorosas e conseqüentemente melhores índices de produtividade. Segundo Carvalho e Nakagawa (2000) para que se tenha o estabelecimento de campos para a produção de sementes, o agricultor deve levar em consideração, dentre outras coisas, a escolha da espécie e cultivar adaptada a região, verificar se as condições climáticas da região possibilitam a produção de sementes, escolher uma gleba livre de plantas daninhas, patógenos e insetos, verificar o isolamento da área, efetuar a operação de purificação ou “rouging” e tomar cuidados com contaminações na colheita.

Alguns fatores podem influenciar severamente a qualidade das sementes ainda no campo antes da colheita e durante a colheita, na secagem, processamento, armazenamento, transporte e semeadura, como períodos de temperaturas extremas durante a maturação, variações no teor de água, deficiência de nutrientes, manejo inadequado, e ocorrência de insetos durante a secagem e armazenamento (FRANÇA NETO, 2004).

A qualidade final da semente depende também do cuidado em manter, durante o beneficiamento e o armazenamento, a qualidade obtida no campo, minimizando as injúrias que ocorrem durante o processamento, principalmente as injúrias mecânicas (SILVEIRA; VIEIRA, 1982). A capacidade de uma semente produzir uma planta normal pode ser reduzida ou anulada por injúrias mecânicas causadas durante o beneficiamento (GREGG et al., 1970).

Além das práticas culturais adotadas visando melhorar a produção e produtividade das sementes e grãos, é fundamental que na implantação de uma cultura, as sementes utilizadas sejam de boa qualidade, origem e classe conhecida, com alta pureza genética, livres

de: doenças, sementes de plantas daninhas, insetos, sementes de outras espécies, e material inerte; e com alta germinação e vigor (PESKE; BAUDET, 2000).

Como se verifica, ainda existe muitas dúvidas sobre o assunto, tanto sobre os efeitos do regulador vegetal na absorção de nutrientes pelas plantas, na produtividade na qualidade das sementes, como em relação à resposta de cultivares com diferente hábito de crescimento em função dos sistemas de semeadura, necessitando, portanto de novos estudos para gerar informações.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Instalação e condução do experimento

O trabalho de pesquisa foi realizado em duas etapas: a primeira com a implantação e manejo do milho como cultura antecessora ao feijoeiro e a segunda, com a semeadura, manejo e colheita do feijoeiro em sistema de semeadura convencional, na qual a palhada da cultura antecessora (milho) foi incorporada ao solo com uso de grade, e semeadura direta sobre a palhada do milho, realizado em dois anos agrícolas (2009 e 2010).

Esse trabalho foi conduzido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia/UNESP, Campus de Ilha Solteira, localizada no Município de Selvíria/MS, utilizando a mesma área e, também, as mesmas parcelas, nos dois anos. O local apresenta como coordenadas geográficas 51° 22' W e 20° 22' S, e altitude aproximadamente de 335 m. O clima é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, definido como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno.

O solo do local é considerado, de acordo com a classificação da Embrapa (2006), como Latossolo Vermelho Distroférico típico argiloso.

A média diária dos dados climáticos durante o ciclo de desenvolvimento das plantas de milho manejadas em 2009 foram os seguintes: temperatura média 26,3°C, umidade relativa 83,9% e a precipitação pluvial 7,8 mm; e para as plantas manejadas em 2010 foram: temperatura média 25,4°C, umidade relativa 82,8% e a precipitação pluvial 8,0 mm. Esses dados foram coletados no Posto Meteorológico da Fazenda de Ensino e Pesquisa, distante aproximadamente 1000 m da área experimental.

Antes da semeadura do milho e após a dessecação do milho (antes da semeadura do feijão), na área destinada à semeadura convencional e direta, na camada de 0-0,20 m foram coletadas amostras de solo da área experimental (8 amostras simples para formar uma amostra composta) para determinação das características químicas, nos dois anos de cultivo. Os resultados das análises de solos realizadas de acordo com metodologia proposta por Raij et al. (2001), estão apresentados na Tabela 1.

Para a semeadura do milho como planta de cobertura nos dois anos, o solo foi preparado convencionalmente com uma aração e duas gradagens, e as sementes semeadas mecanicamente, no dia 12/12/08 e 18/12/09, com espaçamento de 0,17 m, distribuindo-se, em média, 80 sementes m⁻¹ de sulco. Em 2009, 30 dias antes da semeadura do milho foi

realizada calagem em superfície, em toda a área, distribuindo-se 1,6 t ha⁻¹ de calcário (CaO = 32%, MgO = 18%, PN = 101,9%, PRNT = 90,5%), visando elevar a saturação por bases para aproximadamente 50%, baseando-se na análise de solo realizada antes da semeadura do milho em 2009, onde verificou-se que a saturação por bases do solo era de 28%.

Tabela 1. Atributos químicos do solo na camada de 0-0,20 m antes da semeadura do milho e do feijão. Selvíria (MS), 2009 e 2010.

	M.O. (g dm ⁻³)	pH CaCl ₂	P resina (mg dm ⁻³)	H+Al -----	Al	K (mmol _c dm ⁻³)	Ca	Mg	SB -----	CTC -----	V (%)
Milho (2008)	11,5	4,5	17,3	39,0	1,7	1,8	21,5	11,5	34,6	73,8	47
Antes da semeadura do feijão (2009)											
Convencional	14,7	4,0	14,6	41,8	3,5	1,2	12,0	6,0	19,2	61,0	32
Direta	14,1	4,3	16,9	31,8	4,3	2,2	15,0	9,0	26,2	58,0	45
Milho (2009)	14,1	4,1	14,8	47,1	3,6	1,8	10,3	6,3	18,4	65,4	28
Antes da semeadura do feijão (2010)											
Convencional	17,0	4,8	17,0	33,0	2,0	1,7	12,0	10,0	23,7	56,7	42
Direta	19,0	4,8	16,0	31,0	2,0	1,6	12,0	12,0	25,6	56,6	45

Quando o milho atingiu o estágio de florescimento, em 18/02/09, no primeiro ano agrícola; e 26/02/10, no segundo ano, realizou-se a ceifa das plantas através de roçadora, após esse manejo as plantas continuaram se desenvolvendo e as rebrotas foram manejada em abril, época de semeadura do feijão. A dessecação das rebrotas do milho foi realizada aproximadamente uma semana antes da semeadura do feijão utilizando herbicida glyphosate na dose de 1920 g i.a ha⁻¹, e posteriormente realizou-se a ceifa dessas rebrotas.

Foi realizada a avaliação para determinar a biomassa seca da planta de cobertura do solo, a partir da coleta de oito amostras na área, ao acaso, tanto no período de florescimento, antes de roçar as plantas, quanto antes da ceifa das rebrotas do milho, através do método do quadrado, utilizando uma armação de madeira de 0,50 x 0,50 m, cortando-se as plantas rente ao solo. As plantas foram trituradas e em seguida determinou-se a massa da matéria fresca; as amostras foram levadas à estufa com circulação forçada de ar a 65°C até atingir massa constante, obtendo-se assim a produção de biomassa seca das plantas, com os valores expressos em t ha⁻¹.

Após a dessecação do milho foi demarcada a área destinada à semeadura convencional e direta, para posterior instalação dos experimentos de feijão. No manejo do

solo utilizando semeadura direta (plântio direto em fase de implantação) as sementes de feijão foram semeadas sobre a palhada do milho, e na semeadura convencional a palhada da cultura antecessora (milho) foi incorporada ao solo com uso de grade, e o solo foi preparado com uma aração e duas gradagens.

O experimento de feijão foi conduzido no período outono-inverno de 2009 e 2010, com uso de irrigação por aspersão, aplicando-se uma lâmina de água de 15 mm, duas vezes por semana. Os dados climáticos durante o desenvolvimento do feijoeiro nos dois anos agrícolas foram coletados no Posto Meteorológico da Fazenda de Ensino e Pesquisa e estão apresentados na Figura 1.

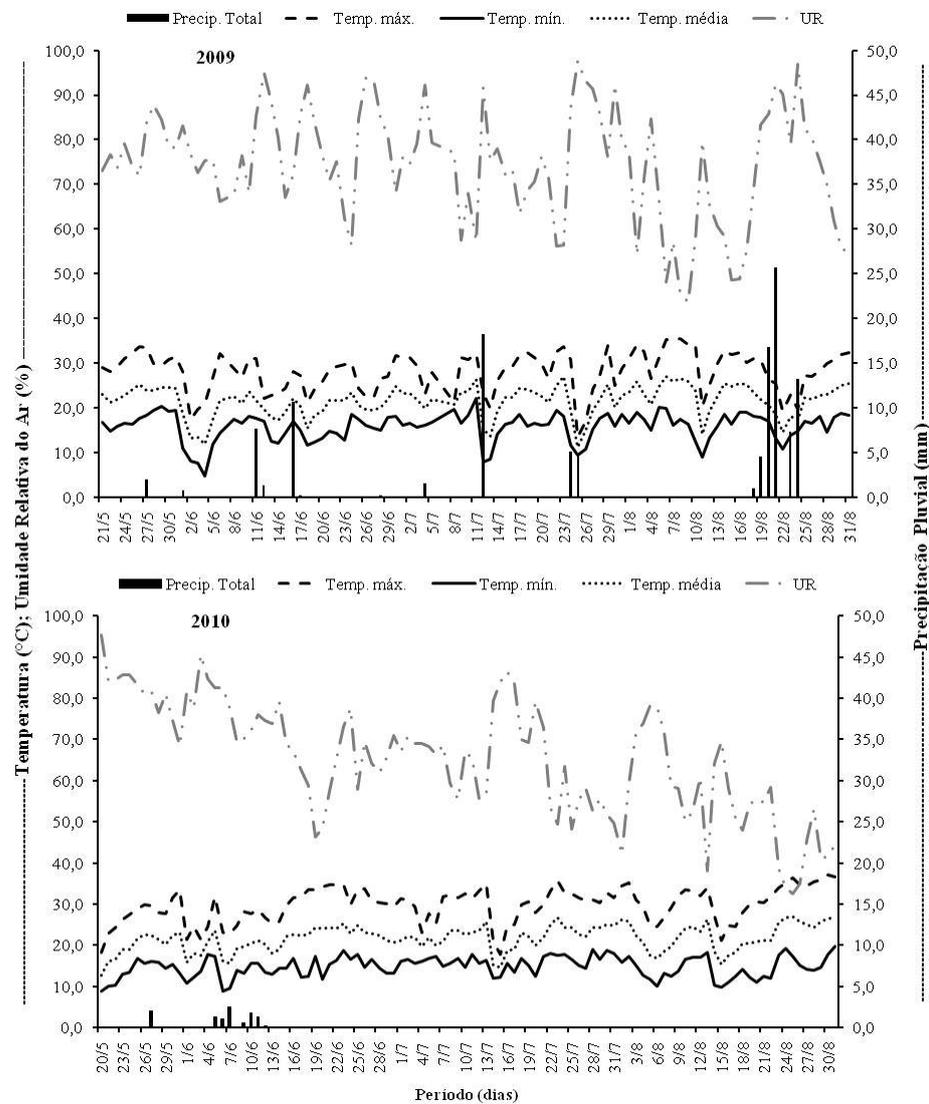


Figura 1. Valores diários de precipitação pluvial (mm), temperatura máxima, mínima e média (°C), coletados durante a condução do experimento. Selvíria – MS, 2009 e 2010.

Realizaram-se três experimentos com cultivares de feijão com hábitos de crescimento diferentes, sendo eles: Carioca Precoce com plantas de crescimento determinado (tipo I) (CATI, 2007); IAC Apuã com plantas de crescimento indeterminado (tipo II) (IAC, 2005) e IAC Alvorada com plantas de crescimento indeterminado semi ereto (tipo III) (IAC, 2009).

As parcelas foram constituídas de sete linhas de 5 m de comprimento com espaçamento de 0,45 m, sendo consideradas como área útil cinco linhas, desprezando-se 0,5 m em cada extremidade das linhas, onde foram realizadas a coleta de plantas e a colheita para determinação da produtividade.

A semeadura do feijão foi realizada no dia 21/05/2009 e 20/05/2010, mecanicamente, em sulcos de aproximadamente 0,05 m de profundidade, distribuindo-se, em médias, 15,3 sementes m^{-1} , para cada cultivar. As sementes utilizadas foram tratadas com carboxin + thiran (200 + 200 g i.a para 100 kg de sementes). Na adubação de semeadura foram utilizados 250 kg ha^{-1} da fórmula 08-28-16.

A adubação de cobertura, realizada em 2009 aos 23 DAE (20/06/2009) para os três cultivares, e em 2010 aos 26 DAE (23/06/2010) para os cultivares Carioca Precoce e IAC Apuã, e aos 24 DAE (23/06/2010) para o IAC Alvorada, utilizou-se 90 kg ha^{-1} de N, tendo como fonte a uréia, distribuído manualmente e irrigado em seguida, para minimizar as perdas de nitrogênio por volatilização. A adubação química foi realizada levando-se em consideração os resultados da caracterização química do solo e as recomendações de Ambrosano et al. (1997).

Quando cada cultivar de feijão encontrava-se no estágio reprodutivo R_5 (botões florais), foi realizada uma pulverização foliar utilizando o regulador vegetal, composto por três hormônios vegetais: 0,009% de cinetina (citocinina), 0,005% de ácido giberélico (giberelina) e 0,005% de ácido indolbutírico (auxina). A aplicação foi realizada no período da manhã com o auxílio de um pulverizador costal de 20 litros aplicando-se um volume de calda equivalente a 300 L ha^{-1} .

Os tratamentos fitossanitários foram realizados sempre que necessários, sendo que para o controle de plantas daninhas na safra de 2009, foi aplicado fenoxaprope-p-etílico + cletodim (35 + 35 g i.a ha^{-1}), e na safra de 2010, aplicou-se fomesafen (250 g i.a ha^{-1}) e fenoxaprope-p-etílico + cletodim (35 + 35 g i.a ha^{-1}).

Para o controle das pragas na safra de 2009 foi realizada aplicação de deltametrina + triazofós (4 + 140 g i.a ha^{-1}) e imidacloprido + beta-ciflutrina (50 + 6,25 g i.a ha^{-1}). Na safra de 2010, aplicou-se endosulfan (525 g i.a ha^{-1}), deltametrina + triazofós (5 + 175 g i.a ha^{-1}),

imidacloprido (80 g i.a ha⁻¹) e metomil (129 g i.a ha⁻¹). No controle das doenças, na safra de 2009 e 2010 foi utilizado o fungicida mancozeb (1600 g i.a ha⁻¹).

A colheita foi realizada manualmente em duas linhas de 4 m de comprimento, na área útil de cada parcela, quando cada cultivar atingiu o estágio R₉ (desfolha de 85-90%, para cultivar de hábito de crescimento determinado; e 70-80%, com hábito de crescimento indeterminado), caracterizando a maturidade.

Na condução dos experimentos de feijão, o delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, em faixas, com quatro repetições. Os fatores estudados foram: sistemas de semeadura (semeadura convencional e direta) e cinco doses do regulador vegetal (0; 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 L do produto comercial ha⁻¹), aplicadas no estágio reprodutivo R₅ (botões florais).

3.2 Avaliações realizadas

3.2.1 Clorofila e nutrientes foliar nas plantas de feijão

Nas folhas das plantas de feijão avaliou-se a clorofila e os teores de nutrientes. Sendo que a determinação da clorofila foi efetuada 10 dias após a aplicação do regulador vegetal, o que ocorreu aos 43 DAE (09/07/09) e 39 DAE (06/07/10) para o cultivar Carioca Precoce, aos 51 DAE (17/07/09) e 42 DAE (09/07/10) para o IAC Apuã e aos 53 DAE (19/07/09) e 40 DAE (09/07/10) para o IAC Alvorada, utilizando o clorofilômetro digital clorofiLOG (CFL 1030 - Falker) para leituras do índice ICF (Índice de Clorofila Falker), na segunda folha completamente desenvolvida a partir do ápice da planta, considerando a média de quatro leituras em folhas distintas por parcela.

A medição do ICF é feita de forma ótica, utilizando conhecimento científico de frequências de luz que a clorofila melhor processa na fotossíntese. O clorofilômetro utiliza 3 faixas de frequência de luz, permitindo uma análise detalhada, levando em consideração a presença de clorofila dos tipos A e B (FALKER, 2009).

Para avaliar os teores nutricionais das folhas de feijão coletaram-se 10 plantas seguidas, em uma das linhas da área útil de cada parcela e, posteriormente, retiraram-se todas as folhas dessas plantas (AMBROSANO et al., 1996). Essa coleta foi realizada dez dias após a aplicação do regulador vegetal, em cada cultivar, o que ocorreu nas mesmas datas da determinação da clorofila.

As folhas coletadas, foram colocadas para secagem em estufa de circulação forçada de ar a 60°C, durante 72 horas, moídas e submetidas à análise química para avaliação dos teores de N, P, K, Ca e Mg, seguindo a metodologia descrita por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

3.2.2 Características agronômicas e produtivas

Por ocasião da colheita foi realizada a avaliação do número de plantas por metro mediante a contagem do número de plantas nas duas linhas colhidas na área útil de cada parcela, cujos valores foram utilizados para a determinação da **população final de plantas**, ou seja, do número de plantas correspondentes a um hectare.

Nessa ocasião também foram coletadas 10 plantas seguidas, em uma das linhas da área útil, acondicionadas em sacos de juta devidamente identificados e levados ao laboratório para realizar as seguintes avaliações:

Altura média das plantas: para esta avaliação foram consideradas as 10 plantas coletadas de cada parcela, as quais foram medidas da base rente ao solo até a extremidade, utilizando uma régua graduada, e os valores médios foram expressos em centímetros.

Altura média de inserção da primeira vagem: realizada junto com a avaliação anterior, medindo-se com régua graduada a distância do colo da planta até o ponto de inserção da primeira vagem, sendo que para a análise foram considerados os valores médios.

Número médio de vagens por planta: obtido através da relação entre o número total de vagens e o número total de plantas, considerando as 10 plantas coletadas.

Número médio de sementes por vagem: obtido através da relação entre o número total de sementes pelo número total de vagens, considerando as 10 plantas coletadas.

Número médio de sementes por planta: obtido através da relação entre o número total de sementes pelo número total de plantas, considerando as 10 plantas coletadas.

Massa de 100 sementes: realizado utilizando-se oito subamostras de 100 sementes, as quais foram pesadas em balança de precisão de 0,001 g, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), expressando-se os valores médios. A massa das sementes foi corrigida para 13% de umidade, considerando-se o teor de água obtido pelo método da estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$, durante vinte e quatro horas, utilizando-se duas subamostras de 5g por parcela, seguindo-se as recomendações estabelecidas nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Produtividade de sementes: calculada a partir dos dados da colheita na área útil de cada parcela. Sendo as plantas arrancadas manualmente, colocadas em sacos de juta, devidamente identificados e levados para secagem natural em terreiro, e após a secagem foram submetidas à trilhagem manual e as sementes foram limpas com auxílio de peneiras e acondicionadas em saco de papel. A massa das sementes foi corrigida para 13% de umidade (base úmida), e os dados transformados para kg ha^{-1} . A umidade foi determinada com o uso de um medidor de umidade DICKEY-JOHN multi-grain[®].

3.2.3 Análise nutricional das sementes produzidas

Das sementes colhidas no final do experimento, separou-se uma amostra de aproximadamente 200 g de sementes de cada parcela em cada cultivar, para determinar o teor de proteína e nutrientes nas sementes.

As sementes foram colocadas para secagem em estufa de circulação forçada de ar a 60°C, durante 72 horas, moídas e submetidas à análise química para avaliação dos teores de N, P, K, Ca e Mg, segundo método descrito por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997). O teor de proteína bruta foi determinado, multiplicando-se o valor do N total das sementes (g kg^{-1}) pelo fator 0,625 (AOAC, 1995).

3.2.4 Qualidade fisiológica das sementes

As sementes produzidas foram submetidas ao teste de germinação (teste padrão) e a alguns testes de vigor. Os testes de vigor empregados foram divididos em: testes fisiológicos (primeira contagem da germinação, índice de velocidade de emergência, emergência em campo, altura de plântulas, massa verde e seca de plântulas); testes de resistência (envelhecimento acelerado e testes de frio sem solo) e teste bioquímico (condutividade elétrica) (MCDONALD, 1975), conforme metodologia descrita a seguir:

Germinação: conduzido com quatro subamostras de 50 sementes por tratamento, distribuídas em rolos de papel germitest, umedecido com 2,5 vezes a sua massa com água deionizada, colocadas no germinador regulado com temperatura constante a 25°C (± 2), com fotoperíodo de doze horas. As contagens foram realizadas aos cinco e aos nove dias após a

semeadura, de acordo com os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Primeira contagem: realizado em conjunto com o teste de germinação, determinando-se a percentagem de plântulas normais no quinto dia após a sua instalação.

Emergência de plântulas em campo: realizado a partir da semeadura de quatro subamostras de 50 sementes por tratamento em solo umedecido, conduzido em condições ambientais, distribuídas em sulcos e cobertas com uma fina camada de terra. As avaliações foram realizadas aos 15 dias após a semeadura, determinando-se a porcentagem de emergência de plântulas normais (NAKAGAWA, 1994).

Índice de velocidade de emergência: realizado em conjunto com o teste de emergência em campo, contando-se diariamente, o número de plântulas emergidas até que o processo se estabilizasse (NAKAGAWA, 1994). O cálculo do índice de velocidade de emergência foi realizado através da fórmula proposta por Maguire (1962):

$$IVE = (E_1 \div N_1) + (E_2 \div N_2) + \dots + (E_n \div N_n), \text{ onde:}$$

IVE = índice de velocidade de emergência; E_1, E_2, E_n = número de plântulas normais computadas na primeira contagem, na segunda e na última contagem; N_1, N_2, N_n = número de dias da semeadura à primeira, à segunda e à última contagem.

Para cada subamostra, foi calculado o índice de velocidade de emergência (IVE), empregando a fórmula acima, e o índice foi dado a partir da sua média aritmética.

Altura de plântula: realizado aos 15 dias, junto com a emergência em campo, utilizando quatro repetições de 10 plântulas normais separadas ao acaso, e medidas com o auxílio de uma régua graduada, da base da planta rente ao nível do solo até a inserção da folha primária (NAKAGAWA, 1994).

Massa da matéria seca de plântula: este teste foi realizado aos quinze dias, em campo, junto com o teste de emergência. As 10 plântulas submetidas à avaliação de altura de também foram utilizadas para determinar a massa da matéria seca, através de uma balança de precisão de 0,001g. Para determinação desta massa, as plântulas foram secas em estufa, com circulação forçada de ar a 65°C até atingirem massa constante (NAKAGAWA, 1994).

Envelhecimento acelerado: conduzido conforme descrito por Marcos Filho (1999), em caixas plásticas, onde as sementes foram dispostas sobre a superfície de uma tela, posicionada acima da lâmina formada por 40 mL de água, mantidas em estufa a 41°C por 48 horas. Após esse período, realizou-se o teste de germinação, com quatro subamostras de 50 sementes por tratamento, distribuídas em rolos de papel germitest, umedecido com 2,5 vezes a sua massa, com água deionizada, mantidas no germinador regulado a temperatura constante

de 25°C (± 2) e fotoperíodo de 12 horas. As contagens foram realizadas aos cinco dias após a semeadura, de acordo com os critérios estabelecidos na Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Teste de frio sem solo: conduzido segundo Barros et al. (1999), onde as sementes foram distribuídas em folhas de papel germitest, umedecido com 2,5 vezes a sua massa com água deionizada, com quatro subamostras de 50 sementes por tratamento, e colocadas em câmara com temperatura a 10°C por sete dias. Após este período, os rolos de papel foram mantidos em germinador regulado à temperatura de 25°C (± 2), onde permaneceram por sete dias, quando foi determinada a porcentagem de plântulas normais de acordo com os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Condutividade elétrica: conduzido conforme o método descrito por Marcos Filho (2005), com quatro subamostras de 50 sementes por tratamento, cujas massas foram previamente determinadas. Após a determinação da massa de cada amostra, as sementes foram colocadas em copos plásticos contendo 75 mL de água deionizada, mantidas em germinador a temperatura de 25°C (± 2), com fotoperíodo de 12 horas, durante 24 horas. Decorrido esse período, a condutividade da solução foi determinada com o uso do Condutímetro de Bancada modelo mCA 150. Foi determinada a condutividade da água e o valor obtido foi subtraído do valor da condutividade da solução, e divididos pela massa da amostra (g), sendo os resultados expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ de sementes.

3.3 Análise dos resultados

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F. As médias referentes aos sistemas de semeadura foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, enquanto os efeitos das doses de regulador vegetal foram avaliados pela análise de regressão, adotando-se como critério para escolha do modelo a magnitude dos coeficientes de regressão significativos ao nível de 5%. Para a análise estatística dos dados foi utilizado o programa SISVAR (FERREIRA, 2008).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Produção de matéria seca da planta de cobertura

A produção média de matéria seca do milho foi respectivamente, 36,1 t ha⁻¹ e 23,4 t ha⁻¹ em 2009 e 2010. Isto se deve principalmente ao período de desenvolvimento do milho de aproximadamente 4 meses que, provavelmente, favoreceu a alta produção de matéria seca nos dois anos. Os valores encontrados são superiores aos encontrados por Simidu et al. (2010) e Gomes Júnior, Sá e Valério Filho (2008). Segundo Darolt (1998), a quantidade mínima de fitomassa requerida para um eficiente sistema de rotação está em torno de 6 t ha⁻¹ em sistema de plantio direto, sendo que os valores observados nos dois anos de cultivo desse experimento estão acima da quantidade mínima considerada por esse autor.

A produção de fitomassa é um requisito importante para a adoção de uma espécie em sistemas de produção conservacionista, quando se utiliza a palha para proteção do solo no período de outono/inverno, como no caso do sistema de plantio direto (CARNEIRO et al., 2008).

4.2 Ciclo de desenvolvimento do feijoeiro

Para a semeadura realizada em 2009, a emergência das plântulas ocorreu aos 6 DAS (27/05/2009) para os 3 cultivares, e em 2010 aos 8 DAS (28/05/2010) para os cultivares Carioca Precoce e IAC Apuã, e aos 10 DAS (30/05/2010) para o cultivar IAC Alvorada.

O estágio de botões florais (R₅) ocorreu aos 33 DAE (29/06/09) e aos 29 DAE (26/06/10) para o cultivar Carioca Precoce, aos 41 DAE (07/07/09) e 32 DAE (29/06/10) para o IAC Apuã e aos 43 DAE (09/07/09) e 30 DAE (29/06/10) para o IAC Alvorada; e a colheita foi realizada manualmente 75 e 76 DAE (10/08/09 e 12/08/10) para o cultivar Carioca Precoce, e aos 90 e 87 DAE (25/08/09 e 23/08/10) para o IAC Apuã, e aos 92 e 81 DAE (27/08/09 e 19/08/10) para o IAC Alvorada.

As pequenas variações climáticas ocorridas nos anos de cultivo (Figura 1) podem ter ocasionado a maturação precoce das plantas de feijão e, conseqüentemente, reduzido o ciclo de desenvolvimento da cultura, pois em 2010 durante o desenvolvimento das mesmas verificou-se que não ocorreram chuvas e que a umidade relativa do ar foi inferior ao ano de

2009, proporcionando dias quentes e ar seco. Segundo Rosse e Vencovsky (2000) o feijão, por ser uma espécie com ciclo anual e desenvolvimento precoce, é mais sensível às variações ambientais, fato observado nos dois anos de cultivo.

4.3 Clorofila e nutrientes foliar nas plantas de feijão

O índice de clorofila nas folhas não foi influenciado pelos sistemas de manejo do solo e doses do regulador vegetal para o cultivar Carioca Precoce e IAC Apuã nas safras 2009 e 2010, e para IAC Alvorada na safra de 2009. No entanto, para o cultivar IAC Alvorada verificou-se diferença significativa apenas entre os sistemas de manejo, obtendo o maior índice de clorofila na semeadura direta (Tabela 2).

Embora não tenha sido realizada avaliação do índice de clorofila no decorrer do desenvolvimento da cultura, observou-se visualmente, que algumas parcelas que receberam as maiores doses de regulador vegetal (3 e 4 L p.c ha⁻¹) encontravam-se com muitas folhas verdes enquanto as outras já haviam atingido o nível de desfolha adequado para colheita. Esse comportamento reforça a afirmação de Campos et al. (2008), de que as giberelinas e citocininas inibem a degradação da clorofila, tendendo a aumentar ou manter a quantidade de clorofila nos vegetais (TAIZ; ZEIGER, 2004; FERRAZ DE CAMPOS, 2007; NASCIMENTO, 2000).

Resultado semelhante foi observado por Campos et al. (2008) que ao avaliarem o teor de clorofila durante o desenvolvimento das plantas de soja notaram que as plantas tratadas com auxina, tanto isolada como associada à giberelina e à citocinina e também naquelas tratadas com cloreto de mepiquat associado à citocinina e a auxina apresentaram maior teor de clorofila que a testemunha, e nas plantas tratadas com benzilaminopurina aos 125 dias após a semeadura, o teor de clorofila se manteve alto, período este que as plantas da testemunha já estavam senescentes. De acordo com os autores, isso ocorreu devido ao fato de giberelinas e citocininas inibirem a degradação da clorofila e o cloreto de mepiquat inibir a síntese de etileno, esses resultados reforçam, ainda mais, a afirmação de que as citocininas tendem a aumentar ou manter o teor de clorofila nos vegetais.

Tabela 2. Valores médios e coeficientes de variação obtidos na análise de variância para índice de clorofila falker (ICF), dos cultivares Carioca Precoce IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Ilha Solteira/SP, 2009 e 2010.

Tratamentos	Carioca Precoce		IAC Apuã		IAC Alvorada	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Sistemas de manejo do solo (a)						
Semeadura convencional	44,0	39,3	35,7	39,6	35,4	39,2 b
Semeadura direta	44,1	40,7	35,7	42,0	36,6	41,9 a
Doses (L p.c ha⁻¹) (b)						
0,0	43,6	40,1	36,4	41,8	36,0	41,6
1,0	44,6	40,9	35,7	40,9	36,3	41,0
2,0	42,8	39,5	34,8	41,7	36,3	40,3
3,0	44,2	39,2	36,0	39,7	35,3	40,1
4,0	45,1	40,4	35,4	39,9	35,9	39,9
Regressão	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Interação a x b	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV a (%)	6,5	9,3	9,3	10,4	11,1	6,5
CV b (%)	5,6	5,0	3,9	6,6	3,3	4,0
CV a x b (%)	6,4	6,3	3,9	4,8	4,8	3,2

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, para o fator sistemas de manejo do solo, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para interação e para regressão: ns: não-significativo pelo teste F.

Através dos dados da Tabela 3, observou-se diferença significativa para o teor de N entre os sistemas de manejo do solo para o cultivar Carioca Precoce apenas na safra de 2009, obtendo-se maior teor na semeadura direta. Resultado contrário foi obtido por Binotti et al. (2007), que encontraram menor valor para o teor de N no plantio direto e não no manejo com escarificador ou grade pesada (semeadura convencional).

No entanto, para os cultivares IAC Apuã e IAC Alvorada não foi verificada diferença significativa entre os sistemas de manejo nas safras 2009 e 2010 (Tabela 3). Quanto às doses de regulador vegetal, essas não proporcionaram efeito significativo para o teor de N nos três cultivares. Soratto et al. (2003) também não observaram efeito significativo para o teor de N na parte aérea do feijoeiro em função dos manejos do solo (grade pesada, escarificador e plantio direto).

Os teores de N obtidos em todos os tratamentos nos três cultivares em 2009 e 2010, com exceção do IAC Apuã na safra 2009, estão na faixa recomendada para a cultura que é de 30 a 50 g kg⁻¹ (folhas) (AMBROSANO et al., 1997),

Tabela 3. Valores médios e coeficientes de variação obtidos na análise de variância para teor de nitrogênio nas folhas (g kg⁻¹) dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Ilha Solteira/SP, 2009 e 2010.

Tratamentos	Carioca Precoce		IAC Apuã		IAC Alvorada	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Sistemas de manejo do solo (a)						
Semeadura convencional	41,2 b	37,6	28,9	40,4	36,7	39,7
Semeadura direta	45,8 a	39,6	29,9	42,5	34,3	42,2
Doses (L p.c ha⁻¹) (b)						
0,0	43,0	39,3	29,8	41,4	37,2	40,9
1,0	43,9	37,1	30,3	39,4	35,4	41,1
2,0	42,1	39,3	28,9	42,7	34,6	39,9
3,0	43,8	38,5	29,0	41,7	36,1	41,4
4,0	44,7	38,9	29,0	42,0	34,3	41,5
Regressão	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Interação a x b	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV a (%)	8,9	18,6	8,2	20,3	10,2	12,3
CV b (%)	6,4	7,7	5,7	10,0	6,8	10,6
CV a x b (%)	7,1	9,1	8,0	9,0	7,6	9,3

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, para o fator sistemas de manejo do solo, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para interação e para regressão: ns: não-significativo pelo teste F.

Para o teor de P não foi observada diferença significativa entre os tratamentos para os cultivares Carioca Precoce e IAC Alvorada no primeiro e no segundo ano, mas para o cv. IAC Apuã verificou-se diferença significativa entre os sistemas de manejo do solo, com maior teor de P na semeadura direta para 2009 e 2010, mas as doses não proporcionaram efeito significativo para o teor desse nutriente nos três cultivares estudados (Tabela 4).

Tabela 4. Valores médios e coeficientes de variação obtidos na análise de variância para teor de fósforo nas folhas (g kg^{-1}) dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Ilha Solteira/SP, 2009 e 2010.

Tratamentos	Carioca Precoce		IAC Apuã		IAC Alvorada	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Sistemas de manejo do solo (a)						
Semeadura convencional	4,8	3,3	4,0 b	3,0 b	4,2	3,6
Semeadura direta	5,6	3,8	5,2 a	3,6 a	4,1	3,9
Doses (L p.c ha^{-1}) (b)						
0,0	4,9	3,1	4,8	3,5	4,3	3,6
1,0	5,1	3,5	5,0	3,0	4,1	3,6
2,0	5,4	3,7	5,0	3,4	4,2	3,7
3,0	5,3	3,3	4,9	3,2	4,2	3,8
4,0	5,3	3,7	4,7	3,5	4,2	4,1
Regressão	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Interação a x b	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV a (%)	16,3	15,2	30,2	9,9	16,1	10,7
CV b (%)	7,9	13,7	7,4	13,1	9,2	14,6
CV a x b (%)	8,9	11,2	10,4	14,7	12,0	16,5

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, para o fator sistemas de manejo do solo, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para interação e para regressão: ns: não-significativo pelo teste F.

Com relação ao teor de K, para o cultivar Carioca Precoce em 2009 e 2010, observou-se diferença significativa entre os sistemas de manejo, sendo a semeadura convencional onde se verificou maior teor de K nas folhas de feijão, enquanto que para as doses não foi verificado efeito significativo para esta variável (Tabela 5).

No entanto, para o cultivar IAC Apuã nos dois anos e o IAC Alvorada no primeiro ano, não foi verificado efeito significativo entre os tratamentos, mas para o IAC Alvorada no segundo ano, observou-se diferença significativa entre os sistemas de manejo, sendo que o maior teor de K foi proporcionado pela semeadura convencional; e para as doses não houve efeito significativo para o teor de K nesses cultivares (Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios e coeficientes de variação obtidos na análise de variância para teor de potássio nas folhas (g kg^{-1}) dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Ilha Solteira/SP, 2009 e 2010.

Tratamentos	Carioca Precoce		IAC Apuã		IAC Alvorada	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Sistemas de manejo do solo (a)						
Semeadura convencional	20,7 a	24,1 a	23,4	23,5	21,1	28,0 a
Semeadura direta	18,1 b	18,1 b	24,7	20,6	20,0	20,0 b
Doses (L p.c ha^{-1}) (b)						
0,0	18,3	20,0	20,9	25,5	19,2	26,5
1,0	18,0	21,6	24,9	20,2	19,9	23,8
2,0	20,3	23,1	26,9	21,0	19,2	24,7
3,0	21,6	20,0	24,2	21,0	21,8	23,5
4,0	18,8	20,7	23,6	22,1	22,6	21,2
Regressão	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Interação a x b	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV a (%)	5,3	20,2	13,3	38,1	34,1	17,7
CV b (%)	9,3	16,3	15,7	19,3	19,9	12,7
CV a x b (%)	9,0	21,9	20,3	17,2	28,1	12,0

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, para o fator sistemas de manejo do solo, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para interação e para regressão: ns: não-significativo pelo teste F.

Os teores de P obtidos em todos os tratamentos nos três cultivares, nos dois anos de estudo, estão na faixa recomendada para a cultura que é de 2,5 a 4,0 g kg^{-1} (folhas). Para os teores de K os três cultivares apresentaram quantidades adequadas desse nutriente, com exceção ao cultivar Carioca Precoce (18,1 g kg^{-1}) na semeadura direta em 2009 e 2010 que apresentaram valores um pouco abaixo da faixa recomendada que é de 20 a 24 g kg^{-1} (folhas) (AMBROSANO et al., 1997).

Para os teores de cálcio não se verificou influência significativa dos tratamentos para os cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, tanto em 2009 quanto em 2010 (Tabela 6), estando os três cultivares dentro da faixa recomendada para a cultura que é de 10 a 25 g kg^{-1} (folhas) (AMBROSANO et al., 1997), com exceção ao IAC Apuã em 2009 que está acima dessa faixa.

Tabela 6. Valores médios e coeficientes de variação obtidos na análise de variância para teor de cálcio nas folhas (g kg^{-1}) dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Ilha Solteira/SP, 2009 e 2010.

Tratamentos	Carioca Precoce		IAC Apuã		IAC Alvorada	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Sistemas de manejo do solo (a)						
Semeadura convencional	17,3	17,6	30,0	20,9	21,1	19,8
Semeadura direta	16,5	18,5	34,1	19,2	21,1	20,8
Doses (L p.c ha^{-1}) (b)						
0,0	15,6	17,5	33,1	21,5	20,4	20,2
1,0	16,2	19,0	28,5	19,1	22,2	19,1
2,0	16,5	18,5	33,5	19,6	20,6	22,0
3,0	18,4	17,3	31,8	20,5	21,1	19,1
4,0	17,8	17,9	33,5	19,6	21,0	21,1
Regressão	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Interação a x b	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV a (%)	6,3	9,9	23,5	15,0	22,1	10,0
CV b (%)	11,3	14,2	13,8	13,0	5,3	9,9
CV a x b (%)	11,1	16,2	16,5	13,7	14,1	10,3

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, para o fator sistemas de manejo do solo, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para interação e para regressão: ns: não-significativo pelo teste F.

O teor de Mg nas folhas do cultivar Carioca Precoce em 2010, IAC Apuã em 2009 e do IAC Alvorada em 2010, foi influenciado significativamente pelos sistemas de manejo do solo, sendo na semeadura direta onde encontrou-se o maior teor desse nutriente. Quanto as doses não foi observado efeito significativo para o teor de Mg nos cultivares estudados (Tabela 7).

Os teores de Mg observado nos três cultivares, em 2009 e 2010, estão acima da faixa recomendada para a cultura que é de 2,5 a 5,0 g kg^{-1} (folhas) (AMBROSANO et al., 1997).

Tabela 7. Valores médios e coeficientes de variação obtidos na análise de variância para teor de magnésio nas folhas (g kg^{-1}) dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Ilha Solteira/SP, 2009 e 2010.

Tratamentos	Carioca Precoce		IAC Apuã		IAC Alvorada	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Sistemas de manejo do solo (a)						
Semeadura convencional	6,6	6,1 b	9,3 b	7,2	6,7	5,4 b
Semeadura direta	6,3	7,2 a	13,0 a	7,8	8,2	6,8 a
Doses (L p.c ha^{-1}) (b)						
0,0	6,0	6,5	11,0	8,1	7,3	5,9
1,0	5,8	6,5	11,2	7,0	7,2	6,0
2,0	6,6	7,0	11,1	7,2	6,9	6,1
3,0	7,1	6,7	11,0	7,6	8,1	6,2
4,0	6,6	6,6	11,5	7,6	7,6	6,3
Regressão	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Interação a x b	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV a (%)	20,8	12,6	19,9	15,4	30,8	8,6
CV b (%)	12,0	14,0	13,3	10,3	18,9	13,2
CV a x b (%)	13,9	10,7	8,5	14,7	21,4	10,9

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, para o fator sistemas de manejo do solo, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para interação e para regressão: ns: não-significativo pelo teste F.

Com relação ao efeito das doses de regulador vegetal Abrantes (2008) também não observou efeito significativo com a aplicação de regulador vegetal sobre os teores de macronutrientes foliares na cultura do feijão. No entanto, Oliveira, Pace e Rosolem (1998) trabalhando com diversas épocas de aplicação de regulador vegetal via foliar, associado ou não à aplicação do mesmo produto nas sementes, concluíram que as aplicações foliares do produto, associadas ou não ao tratamento de sementes não apresentaram efeitos significativos para os teores foliares de N, S e Zn, mas para P, K, Ca e Mg verificaram efeito significativo entre alguns dos tratamentos.

De acordo com Vieira e Castro (2002), o regulador vegetal composto por 0,005% do ácido indolbutírico (auxina), 0,009% de cinetina (citocinina) e 0,005% de ácido giberélico (giberelina), que são hormônios vegetais que atuam como mediadores de processos

morfológicos e fisiológicos, pode, em função da sua composição, concentração e proporção de substâncias, incrementar o crescimento e o desenvolvimento vegetal, estimular a divisão celular podendo, também, aumentar a absorção de água e nutrientes pelas plantas, fato este que não foi observado neste trabalho.

4.4 Características agronômicas e produtivas

Na Tabela 8, estão apresentados os dados obtidos para população final de plantas de feijão, do cultivar Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, no ano de 2009 e 2010, onde se verifica através dos dados apresentados que para os três cultivares ocorreu diferença significativa entre os sistemas de manejo do solo utilizados, no ano de 2009, e somente para o cultivar Carioca Precoce observou-se diferença significativa no ano de 2010, sendo a semeadura direta a que proporcionou um maior número de plantas no estande final nos dois anos de cultivo. Embora, para IAC Apuã e IAC Alvorada não tenha sido constatada diferença significativa para o ano de 2010, verifica-se que na semeadura direta obteve-se maior população final de plantas. Em relação às doses de regulador vegetal não foi observado efeito significativo do produto na população final de plantas (Tabela 8).

A maior população na semeadura direta, provavelmente seja porque nesse sistema a umidade do solo se mantém por mais tempo o que favorece a germinação das sementes e o desenvolvimento das plântulas, resultando num maior número de plantas no estande final. A manutenção de restos vegetais na superfície do solo em sistemas de produção agrícola com semeadura direta, além de proteger o solo da radiação solar, dissipa a energia de impacto das gotas de chuva, reduz a evaporação de água e aumenta a eficiência da ciclagem de nutrientes (GASSEN; GASSEN, 1996).

Tabela 8. Médias e coeficientes de variação obtidos na análise de variância, para população final de plantas de feijão (plantas ha⁻¹) dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Selvíria/MS, 2009 e 2010.

Tratamentos	Carioca Precoce		IAC Apuã		IAC Alvorada	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Sistemas de manejo do solo (a)						
Semeadura convencional	231.667 b	283.611 b	255.000 b	310.278	222.222 b	232.361
Semeadura direta	291.667 a	307.639 a	280.000 a	337.361	247.778 a	249.306
Doses (L p.c ha⁻¹) (b)						
0,0	265.278	291.319	277.778	318.056	243.056	241.667
1,0	256.944	290.278	250.000	324.653	237.500	240.625
2,0	262.500	299.653	269.444	322.916	238.889	237.500
3,0	259.722	299.306	283.333	326.042	236.111	237.153
4,0	263.889	297.569	256.944	327.431	219.444	247.222
Regressão	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Interação a x b	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV a (%)	6,7	2,7	8,4	8,6	10,2	12,7
CV b (%)	6,1	6,2	8,4	5,1	7,9	7,7
CV a x b (%)	5,8	6,1	10,0	4,9	10,3	9,2

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, para o fator sistemas de manejo do solo, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns e ** são: não significativo e significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Para a altura de plantas (Tabela 9) não foi observado efeito significativo das doses de regulador vegetal no cultivar Carioca Precoce tanto em 2009 quanto em 2010, mas verificou-se diferença significativa para os sistemas de manejo, sendo a semeadura direta o sistema que proporcionou plantas maiores, já para os cultivares IAC Apuã e IAC Alvorada não foram observados efeito significativo para os sistemas de manejo do solo e tampouco para doses do regulador vegetal nos dois anos em que os experimentos foram conduzidos.

Tabela 9. Médias e coeficientes de variação obtidos na análise de variância, para altura de plantas de feijão (cm) dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Selvíria/MS, 2009 e 2010.

Tratamentos	Carioca Precoce		IAC Apuã		IAC Alvorada	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Sistema de manejo do solo (a)						
Semeadura convencional	50,8 b	36,9 b	66,9	59,2	67,7	66,7
Semeadura direta	57,3 a	46,6 a	68,9	63,8	76,2	75,5
Doses (L p.c ha⁻¹) (b)						
0,0	52,6	40,0	68,8	58,2	72,8	67,9
1,0	51,7	40,4	70,1	60,5	72,0	71,6
2,0	53,5	43,2	70,8	64,1	70,0	74,5
3,0	54,9	42,5	65,6	62,2	74,5	72,1
4,0	57,8	42,8	64,3	62,4	70,6	69,4
Regressão	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Interação a x b	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV a (%)	9,4	3,4	14,1	9,5	13,8	15,4
CV b (%)	7,9	10,2	10,2	12,3	10,7	13,1
CV a x b (%)	8,4	7,3	12,7	13,0	9,7	9,6

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, para o fator sistemas de manejo do solo, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns e ** são: não significativo e significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Em relação à altura de inserção da primeira vagem para o cultivar Carioca Precoce (Tabela 10) não foi constatada influência significativa dos sistemas de manejo e das doses nos dois anos agrícolas. Para o cultivar IAC Apuã, verificou-se diferença significativa para o sistema de manejo no ano de 2009, enquanto que para o cultivar IAC Alvorada essa diferença foi observada nos dois anos de cultivo, sendo que a semeadura direta favoreceu o desenvolvimento de plantas com maior altura da inserção da primeira vagem em relação à semeadura convencional. Quanto às doses do regulador vegetal, estas não proporcionaram efeito significativo para altura da inserção da primeira vagem nos três cultivar estudados.

Tabela 10. Médias e coeficientes de variação obtidos na análise de variância, para altura de inserção da primeira vagem em plantas de feijão (cm) dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Selvíria/MS, 2009 e 2010.

Tratamentos	Carioca Precoce		IAC Apuã		IAC Alvorada	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Sistema de manejo do solo (a)						
Semeadura convencional	6,1	7,1	6,9 b	8,6	5,8 b	6,8 b
Semeadura direta	6,4	8,5	8,6 a	9,1	6,9 a	8,0 a
Doses (L p.c ha⁻¹) (b)						
0,0	6,3	7,8	7,8	9,1	6,2	7,4
1,0	6,4	7,5	7,3	8,9	6,3	7,0
2,0	6,3	7,9	7,6	8,4	6,5	7,4
3,0	6,2	7,9	7,7	8,7	6,4	7,7
4,0	6,1	8,0	8,3	9,2	6,4	7,5
Regressão	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Interação a x b	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV a (%)	8,8	22,3	6,1	30,8	14,7	13,0
CV b (%)	7,3	8,8	10,9	17,8	9,0	8,2
CV a x b (%)	4,2	11,4	8,0	16,2	9,7	7,6

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, para sistemas de manejo do solo, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns,*e ** são: não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste F.

Quanto ao número de vagens por planta, observa-se que para os cultivares Carioca Precoce e IAC Alvorada não houve efeito significativo dos fatores estudados, em ambos os anos (Tabela 11). No entanto, para o IAC Apuã ocorreu diferença significativa apenas na safra de 2009, sendo que a semeadura direta se mostrou mais favorável, proporcionando maior número de vagens por planta. Já em relação à aplicação de regulador vegetal não foi verificado efeito significativo do produto, no referido cultivar nos dois anos de cultivo (Tabela 11). Binotti et al. (2007) trabalhando com diferentes manejos de solo (grade pesada + grade niveladora, escarificador + grade niveladora e plantio direto), também observaram que os manejos não influenciaram o número de vagens por planta nos dois anos de cultivo.

Tabela 11. Médias e coeficientes de variação obtidos na análise de variância, para número de vagens/planta dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Selvíria/MS, 2009 e 2010.

Tratamentos	Carioca Precoce		IAC Apuã		IAC Alvorada	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Sistemas de manejo do solo (a)						
Semeadura convencional	10,7	8,1	9,1 b	8,9	10,8	10,5
Semeadura direta	10,5	8,5	17,8 a	8,6	10,7	10,7
Doses (L p.c ha⁻¹) (b)						
0,0	10,3	8,0	12,7	8,4	11,0	10,7
1,0	11,0	8,6	15,2	8,9	10,7	10,2
2,0	11,0	8,1	13,3	8,4	11,2	11,0
3,0	10,9	8,5	13,2	9,4	9,8	10,1
4,0	9,9	8,1	13,1	8,6	11,0	10,8
Regressão	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Interação a x b	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV a (%)	21,3	19,4	19,0	27,8	20,8	17,8
CV b (%)	13,1	14,7	16,3	19,9	11,4	25,1
CV a x b (%)	11,2	12,9	16,9	21,1	17,1	14,0

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, para o fator sistemas de manejo do solo, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns e * são: não significativo e significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

As doses do regulador vegetal utilizadas não proporcionaram efeito significativo no número sementes por vagem para os cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, nos dois anos de estudo (Tabela 12). Mas, para a semeadura direta observou-se maior número de sementes por vagem em relação à semeadura convencional, apenas para os cultivares Carioca Precoce e IAC Apuã na safra de 2009. Na safra do ano seguinte (2010) não foi verificada diferença significativa para o sistema de manejo em nenhum dos três cultivar, conforme os dados apresentados na Tabela 12.

Embora tenha ocorrido diferença significativa, os dados reforçam a afirmação de Andrade et al. (1998) que o número de sementes por vagem é uma característica de alta herdabilidade genética, inerente a cada cultivar e que sofre pouca influência do ambiente em que se desenvolve, provavelmente seja por esse motivo que não foi observada diferença

significativa para este componente para o cultivar Carioca Precoce e IAC Apuã em 2010 e para o IAC Alvorada nas duas safras.

Resultados semelhantes foram encontrados por Santos, Silva e Ferreira (1997) que no primeiro ano de cultivo da variedade Carioca não observaram diferença no número de grãos por vagem em relação ao sistema de preparo do solo utilizado (plantio direto, grade e arado). Mas, no segundo ano de cultivo, o plantio direto proporcionou o maior número de grãos por vagem.

Tabela 12. Médias e coeficientes de variação obtidos na análise de variância, para sementes/vagem dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Selvíria/MS, 2009 e 2010.

Tratamentos	Carioca Precoce		IAC Apuã		IAC Alvorada	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Sistemas de manejo do solo (a)						
Semeadura convencional	3,8 b	4,3	3,5 b	4,3	3,8	4,2
Semeadura direta	4,6 a	4,3	4,4 a	4,1	4,0	4,4
Doses (L p.c ha⁻¹) (b)						
0,0	4,2	4,1	3,6	3,9	4,0	4,1
1,0	4,1	4,4	3,9	3,9	3,9	4,2
2,0	4,0	4,3	4,1	4,8	3,9	4,4
3,0	4,3	4,4	4,2	4,1	3,9	4,4
4,0	4,4	4,4	3,9	4,2	3,9	4,3
Regressão	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Interação a x b	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV a (%)	12,8	12,3	13,8	27,0	8,0	8,2
CV b (%)	10,0	9,9	9,0	24,9	4,6	10,2
CV a x b (%)	11,7	6,4	11,0	23,1	6,1	9,2

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, para o fator sistemas de manejo do solo, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns e * são: não significativo e significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Já, em relação ao número de sementes por planta dos cultivares Carioca Precoce e IAC Alvorada, nos dois anos de cultivo, não foi influenciado significativamente pelos sistemas de manejo e doses do regulador vegetal (Tabela 13). Para o IAC Apuã observou-se

que somente o sistema de manejo apresentou efeito significativo sobre esta variável em 2009, obtendo-se maior número de sementes por planta na semeadura direta, mas este efeito não se repetiu no ano seguinte, conforme se verifica na Tabela 13. Carvalho (2000) também não observou diferença no número de vagens e de grãos por planta de feijoeiro cultivado em sistema convencional de preparo do solo ou em plantio direto.

Tabela 13. Médias e coeficientes de variação obtidos na análise de variância, para sementes/planta dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Selvíria/MS, 2009 e 2010.

Tratamentos	Carioca Precoce		IAC Apuã		IAC Alvorada	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Sistemas de manejo do solo (a)						
Semeadura convencional	41,6	34,7	32,2 b	37,3	41,1	44,2
Semeadura direta	48,0	37,1	78,8 a	35,7	42,8	47,4
Doses (L p.c ha⁻¹) (b)						
0,0	43,9	33,0	47,3	32,7	43,8	44,1
1,0	44,8	37,9	62,3	35,5	41,4	43,7
2,0	44,1	35,7	56,9	38,3	43,5	49,1
3,0	47,2	37,8	57,0	39,4	38,3	45,4
4,0	43,9	35,3	53,8	36,7	42,8	46,7
Regressão	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Interação a x b	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV a (%)	28,6	10,7	26,6	22,5	22,3	21,4
CV b (%)	19,2	19,7	22,9	31,5	11,6	30,5
CV a x b (%)	16,5	13,9	19,0	19,6	15,4	13,8

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, para o fator sistemas de manejo do solo, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns e * são: não significativo e significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

A semeadura direta proporcionou população final de plantas maior do que no sistema convencional. Assim, baseando-se na afirmação de Goulden (1976), onde o aumento da população final de plantas resulta em competição por luz e fotoassimilados e pode ocasionar abortamento de flores e chochamento das vagens, com redução do número de sementes produzidas; esperava-se que houvesse redução do número de sementes, mas

acredita-se que isso não tenha ocorrido em função dos benefícios proporcionados pela presença da palhada a qual melhorou a conservação de água e diminuiu a variação na temperatura do solo favorecendo o desenvolvimento das plantas.

Apenas os sistemas de manejo influenciaram a massa de 100 sementes do cultivar Carioca Precoce na safra correspondente ao ano 2009, mas na safra seguinte não foi observado efeito significativo de nenhum dos fatores estudados. Para o cultivar IAC Apuã não foi verificado efeito significativo dos tratamentos na massa de 100 sementes nos dois anos de condução do experimento. Quanto ao cultivar IAC Alvorada observou-se que ocorreu efeito significativo das doses do regulador vegetal sobre a massa de 100 sementes apenas na safra 2009, sendo que os dados se ajustaram a função quadrática, com a máxima massa de 100 sementes estimada com a dose de 1,4 L p.c ha⁻¹ do regulador vegetal, enquanto que na safra 2010 não foi verificado efeito significativo dos tratamentos nesse cultivar (Tabela 14).

A produtividade de sementes do cultivar Carioca Precoce não sofreu influência das doses de regulador vegetal, mas foi influenciada significativamente pelos sistemas de manejo, sendo a maior produtividade obtida na semeadura direta, tanto na safra de 2009 quanto na de 2010, produzindo 1.086 kg ha⁻¹ e 378 kg ha⁻¹ respectivamente, a mais do que na semeadura convencional (Tabela 15).

Já a produtividade do cultivar IAC Apuã foi influenciada significativamente somente pelos sistemas de manejo do solo em 2009, onde a semeadura direta favoreceu o aumento da produtividade de sementes de feijão em 3.450 kg ha⁻¹, provavelmente, em função da maior população final de plantas, associada ao maior número de vagens por planta e sementes por vagem. Porém, na safra seguinte (2010) nenhum dos fatores estudados proporcionaram efeito significativo para a produtividade desse cultivar, embora na semeadura direta, a produtividade tenha sido superior em 302 kg ha⁻¹ (Tabela 15).

Essa diferença pode ser justificada pelo fato de que, a população final de plantas na semeadura direta foi maior do que na semeadura convencional aumentando a produção por área. Isso porque na semeadura direta, a presença da palhada apresenta algumas vantagens que segundo Moreira et al. (2003), são: maior eficiência na cobertura da superfície do solo, resultando em maior conservação de água e menor variação na temperatura do solo, maior longevidade na cobertura do solo, em razão da lenta decomposição de seus resíduos o que pode ter favorecido o desenvolvimento das plantas, resultando em maior população de plantas e conseqüentemente maior produção por área no sistema de semeadura direta em relação a semeadura convencional.

Em relação ao cultivar IAC Alvorada, não foi observado efeito significativo na produtividade em função dos tratamentos estudados nas safras de 2009 e 2010. Embora na análise de variância não tenha sido detectado diferenças significativas entre os sistemas de manejo, verificou-se que na semeadura direta a produtividade foi superior em 318 kg ha^{-1} e 585 kg ha^{-1} , respectivamente para a safra 2009 e 2010, comparada a semeadura convencional (Tabela 15).

Bernardes, Silveira e Mesquita (2010) trabalhando com o cultivar de feijão BRS Valente em sucessão com diferentes plantas de cobertura e com um regulador vegetal com a mesma composição do produto utilizado nesse trabalho, observaram que o estande final, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de 100 grãos e produtividade de grãos não foram positiva e significativamente influenciadas pelos tratamentos com o regulador vegetal, tanto no tratamento de sementes quanto em aplicação foliar, assim como na interação do produto com as culturas de cobertura, e também não observaram efeito positivo das culturas de cobertura no estande final, no número de vagem por planta, na massa de 100 grãos; mas na produtividade de grãos, esses autores notaram efeito positivo e as maiores produtividade foram na sucessão com milho (2.485 kg ha^{-1}). Os resultados encontrados para o efeito do regulador concordam com os obtidos nesses experimentos.

Oliveira, Pace e Rosolem (1998) também não observaram efeito significativo com a aplicação de um regulador vegetal com a mesma composição do produto utilizado nesses experimentos sobre a produtividade de sementes de feijão. Já Cobucci, Curuck e Silva (2005), ao realizarem um experimento no cultivo de inverno, no sistema plantio direto em área irrigada sobre a palhada de milho, utilizando sementes do cultivar Pérola, tratadas com micronutrientes Co e Mo e o regulador vegetal Stimulate nas doses de 0,15 e 0,25 L/50 kg de sementes, respectivamente, e da aplicação via foliar do Stimulate na dose de $0,25 \text{ L ha}^{-1}$ em dois estádios fenológicos (V_4 e R_5), constataram que houve aumento significativo sobre a produtividade do feijoeiro apenas quando o produto foi aplicado em R_5 .

Os resultado obtidos neste trabalho com relação ao sistema de manejo do solo são semelhantes aos encontrados por Farinelli et al. (2006) que ao avaliar o efeito da adubação nitrogenada em cobertura, sobre o desempenho agrônômico do feijoeiro, nos sistemas convencional e plantio direto, constataram que o sistema de semeadura não influenciou significativamente o número de vagens por planta e o número de grãos por vagem, e que a massa de 100 grãos e a produtividade foram influenciadas pelo sistema de semeadura somente no segundo ano de experimento.

Trabalhando com palhada de braquiária, Moreira et al. (2003) ressaltaram que não apenas para o feijoeiro, como para qualquer cultura sucessora, a palhada apresenta vantagens como: maior eficiência na cobertura da superfície do solo, resultando em maior conservação de água e menor variação na temperatura do solo, maior longevidade na cobertura do solo, em razão da lenta decomposição de seus resíduos, controle/minimização de doenças como mofo-branco, podridão radicular, seca ou podridão de *Fusarium* e podridão de *Rhizoctonia*, por ação isolante ou alelopática causada pela microflora do solo sobre os patógenos, entre outros. Estes benefícios podem proporcionar um desenvolvimento mais adequado das plantas e, portanto, resultar em maior produtividade conforme observado nestes experimentos.

Tabela 14. Médias e coeficientes de variação obtidos na análise de variância, para massa de 100 sementes dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Selvíria/MS, 2009 e 2010.

Tratamentos	Carioca Precoce		IAC Apuã		IAC Alvorada	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Sistemas de manejo do solo (a)						
Semeadura convencional	26,2 a	30,1	25,5	30,4	29,8	36,0
Semeadura direta	25,7 b	29,2	25,3	32,0	28,9	37,0
Doses (L p.c ha⁻¹) (b)						
0,0	26,0	30,1	25,5	30,8	29,4	36,1
1,0	26,1	29,3	25,4	31,2	29,8	36,5
2,0	25,9	29,0	25,3	31,0	29,7	36,4
3,0	25,7	29,6	25,7	31,7	29,3	37,2
4,0	26,0	30,2	25,2	31,3	28,6	36,3
Regressão	ns	ns	ns	ns	Q ⁽¹⁾	ns
Interação a x b	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV a (%)	0,9	8,5	2,4	12,1	6,3	4,5
CV b (%)	1,7	5,2	1,8	6,4	2,3	5,1
CV a x b (%)	1,9	3,5	2,3	3,3	2,1	3,7

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, para o fator sistemas de manejo do solo, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ⁽¹⁾: $y = 29,420 + 0,0524x - 0,00184x^2$ $R^2 = 0,99^{**}$. Para interação e para regressão: ns e ** são: não-significativo e significativo a 1% pelo teste F, respectivamente.

Tabela 15. Médias e coeficientes de variação obtidos na análise de variância, para produtividade de sementes de feijão dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Selvíria/MS, 2009 e 2010.

Tratamentos	Carioca Precoce		IAC Apuã		IAC Alvorada	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Sistemas de manejo do solo (a)						
Semeadura convencional	2.528 b	2.980 b	2.076 b	3.528	2.724	3.739
Semeadura direta	3.614 a	3.358 a	5.526 a	3.830	3.042	4.324
Doses (L p.c ha⁻¹) (b)						
0,0	3.066	2.906	3.339	3.199	3.121	3.882
1,0	3.004	3.259	4.023	3.573	2.894	3.823
2,0	3.023	3.125	4.026	3.837	3.081	4.217
3,0	3.252	3.376	4.018	4.030	2.629	4.036
4,0	3.009	3.178	3.599	3.756	2.690	4.119
Regressão	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Interação a x b	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV a (%)	20,1	7,0	26,8	17,9	29,0	27,2
CV b (%)	21,7	23,2	22,7	31,5	16,4	33,5
CV a x b (%)	19,6	14,1	20,2	21,4	14,8	18,6

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, para o fator sistemas de manejo do solo, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para interação e para regressão: ns: não-significativo pelo teste F.

4.5 Nutrientes nas sementes produzidas

Com relação às análises nutricionais das sementes, observou-se que o teor de proteína e de N nas sementes do cultivar Carioca Precoce (2009 e 2010) não foram influenciados significativamente pelos tratamentos (Tabela 16 e 17). Farinelli et al. (2006) trabalhando com manejo do solo (preparo convencional e plantio direto) e doses de N em cobertura observaram que o teor de nitrogênio nas sementes também não foi influenciado pelo manejo do e solo, o que eles acreditam que pode estar relacionado à sucessão de culturas utilizadas (aveia preta e milheto), que provavelmente contribuiu para a mineralização dos

restos vegetais, ou mesmo, no processo de fixação biológica de nitrogênio atmosférico do feijoeiro.

Comportamento diferente do que ocorreu com o cultivar Carioca Precoce foi observado para o IAC Apuã e IAC Alvorada, pois nestes cultivares verificou-se diferença significativa para o teor de proteína e de N nas sementes (Tabela 16), embora tal efeito não tenha ocorrido para o teor de N foliar. A diferença significativa observada para o IAC Apuã em 2009 e 2010 no teor de proteína e de N foi entre os sistemas de manejo, com maior teor obtido na semeadura convencional, porém para as doses não foi verificado efeito significativo nos dois anos para estas variáveis analisadas (Tabela 16 e 17).

Tabela 16. Valores médios e coeficientes de variação obtidos na análise de variância para teor de proteína nas sementes (%) dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Ilha Solteira/SP, 2009 e 2010.

Tratamentos	Carioca Precoce		IAC Apuã		IAC Alvorada	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Sistemas de manejo do solo (a)						
Semeadura convencional	23,6	28,3	26,3 a	25,4 a	24,0 a	26,3
Semeadura direta	22,4	26,6	21,2 b	24,3 b	21,1 b	25,1
Doses (L p.c ha⁻¹) (b)						
0,0	22,7	27,5	23,8	25,7	23,1	26,0
1,0	22,9	27,4	24,0	24,6	23,9	26,0
2,0	23,0	28,7	24,6	24,4	23,1	24,9
3,0	23,0	26,3	23,0	24,6	22,9	25,5
4,0	23,5	27,3	23,3	24,9	22,5	26,1
Regressão	ns	ns	ns	ns	L ⁽¹⁾	ns
Interação a x b	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV a (%)	5,3	12,3	4,8	4,2	5,7	6,6
CV b (%)	3,1	5,1	3,5	10,5	3,2	5,7
CV a x b (%)	4,6	6,5	4,4	5,1	4,3	5,6

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, para o fator sistemas de manejo do solo, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ⁽¹⁾y = 23,56 - 0,24x com R² = 0,53*. Para interação e para regressão: ns e * são: não-significativo e significativo a 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Para o cultivar IAC Alvorada observou-se que na safra 2009 ocorreu diferença significativa entre os sistemas de manejo do solo e para as doses de regulador vegetal houve efeito significativo no teor de proteína e de N nas sementes de feijão, sendo que o sistema que proporcionou maior teor foi a semeadura convencional e quanto as doses verificou-se que o efeito foi linear decrescente tanto para proteína como para N, e na safra 2010 essas variáveis não foram influenciadas pelos tratamentos (Tabela 16 e 17).

Tabela 17. Valores médios e coeficientes de variação obtidos na análise de variância para teor de nitrogênio nas sementes (g kg^{-1}) dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Ilha Solteira/SP, 2009 e 2010.

Tratamentos	Carioca Precoce		IAC Apuã		IAC Alvorada	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Sistemas de manejo do solo (a)						
Semeadura convencional	37,8	45,3	42,0 a	40,7 a	38,5 a	42,1
Semeadura direta	35,9	42,6	34,0 b	38,8 b	35,4 b	40,1
Doses (L p.c ha^{-1}) (b)						
0,0	36,4	44,0	38,0	41,1	37,0	41,5
1,0	36,6	43,9	38,5	39,4	38,2	41,5
2,0	36,8	46,0	39,4	39,0	37,0	39,9
3,0	36,7	42,1	36,8	39,4	36,6	40,7
4,0	37,5	43,7	37,3	39,8	35,9	41,7
Regressão	ns	ns	ns	ns	L ⁽¹⁾	ns
Interação a x b	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV a (%)	5,3	12,4	4,8	4,2	5,7	6,6
CV b (%)	3,1	5,1	3,5	10,5	3,2	5,7
CV a x b (%)	4,6	6,5	4,4	5,1	4,3	5,6

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, para o fator sistemas de manejo do solo, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. $^{(1)}y = 37,70 - 0,38x$ $R^2 = 0,53^*$. Para interação e para regressão: ns e * são: não-significativo e significativo a 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Para o teor de P nas sementes do cultivar Carioca Precoce observou-se diferença significativa entre os sistemas de manejo nos dois anos, sendo que em 2009 o maior teor de P foi obtido nas sementes produzidas no sistema de semeadura direta e em 2010 na semeadura convencional. Quanto às doses de regulador vegetal não houve efeito significativo no teor P

nas sementes. No cultivar IAC Apuã não foi observada influência significativa dos tratamentos no teor de P nas sementes nos dois anos. Para o cultivar IAC Alvorada verificou-se diferença significativa entre os sistemas de manejo apenas em 2009, com maior teor de P sendo encontrado nas sementes produzidas no sistema de semeadura direta, e para as doses de regulador vegetal não houve efeito significativo nos dois anos de cultivo (Tabela 18).

Tabela 18. Valores médios e coeficientes de variação obtidos na análise de variância para teor de fósforo nas sementes (g kg^{-1}) dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Ilha Solteira/SP, 2009 e 2010.

Tratamentos	Carioca Precoce		IAC Apuã		IAC Alvorada	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Sistemas de manejo do solo (a)						
Semeadura convencional	3,8 b	5,4 a	5,1	5,4	4,9 b	5,2
Semeadura direta	4,5 a	5,1 b	5,1	5,5	5,1 a	5,2
Doses (L p.c ha^{-1}) (b)						
0,0	4,2	5,4	5,1	5,4	4,9	5,2
1,0	3,9	4,8	4,9	5,7	5,0	5,6
2,0	3,9	5,3	5,1	5,3	5,1	5,0
3,0	4,1	5,3	5,1	5,3	4,9	5,1
4,0	4,4	5,2	5,3	5,5	5,1	5,1
Regressão	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Interação a x b	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV a (%)	6,9	4,2	4,2	3,5	4,0	9,1
CV b (%)	10,5	8,2	6,4	5,8	5,8	6,8
CV a x b (%)	8,4	6,8	7,6	5,2	4,7	3,5

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, para o fator sistemas de manejo do solo, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para interação e para regressão: ns: não-significativo pelo teste F.

O teor de K do cultivar Carioca Precoce em 2009 e 2010, não foi influenciado significativamente pelos tratamentos realizados. Porém o cultivar IAC Apuã em 2009 foi influenciado apenas pelas doses de regulador vegetal, com efeito linear crescente no teor de K das sementes, já em 2010 esse teor não foi influenciado pelos tratamentos. O teor de K do

cultivar IAC Alvorada em 2009 não foi influenciado pelos tratamentos e em 2010 verificou-se efeito apenas das doses com redução linear desse nutriente (Tabela 19).

Tabela 19. Valores médios e coeficientes de variação obtidos na análise de variância para teor de potássio nas sementes (g kg^{-1}) dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Ilha Solteira/SP, 2009 e 2010.

Tratamentos	Carioca Precoce		IAC Apuã		IAC Alvorada	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Sistemas de manejo do solo (a)						
Semeadura convencional	12,0	15,4	12,7	14,5	13,7	15,0
Semeadura direta	11,9	14,5	13,4	13,8	12,3	15,0
Doses (L p.c ha^{-1}) (b)						
0,0	12,2	15,3	12,6	14,7	13,5	15,8
1,0	12,1	14,4	11,7	13,3	13,3	17,4
2,0	11,8	15,6	13,0	14,0	13,7	14,0
3,0	11,1	14,1	13,8	14,4	12,0	14,0
4,0	12,5	15,4	14,1	14,2	12,3	13,7
Regressão	ns	ns	L ⁽¹⁾	ns	ns	L ⁽²⁾
Interação a x b	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV a (%)	3,5	7,6	7,5	6,0	14,1	15,3
CV b (%)	6,7	6,7	8,5	14,6	14,8	16,5
CV a x b (%)	4,0	6,3	11,5	11,0	14,1	20,5

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, para o fator sistemas de manejo do solo, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ⁽¹⁾ $y = 12,02 + 0,51x$ $R^2 = 0,68^*$; ⁽²⁾ $y = 16,51 - 0,75x$ $R^2 = 0,57^*$. Para interação e para regressão: ns e * são: não-significativo e significativo a 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Para o teor de Ca nas sementes do cultivar Carioca Precoce não foi observado efeito significativo dos tratamentos nos dois anos. No cultivar IAC Apuã verificou-se diferença significativa, no teor de Ca das sementes produzidas em 2009 e 2010, sendo o maior teor encontrado nas sementes produzidas em sistema de semeadura direta. Quanto às doses de regulador vegetal não houve efeito significativo no teor de Ca para este cultivar (Tabela 20).

No teor de Ca das sementes do cultivar IAC Alvorada produzidas em 2009 não foi verificado efeito significativo dos tratamentos, porém em 2010 houve interação significativa

(Tabela 20). Através do desdobramento verificou-se que na semeadura convencional houve efeito significativo das doses, com ajuste linear decrescente e que na semeadura direta as doses não proporcionaram efeito significativo no teor de Ca das sementes desse cultivar. Verificando o efeito de cada dose dentro dos sistemas de manejo do solo observou-se diferença significativa na testemunha e na dose de 2 L p.c ha⁻¹, com maior teor de Ca na semeadura convencional (Tabela 21).

Tabela 20. Valores médios e coeficientes de variação obtidos na análise de variância para teor de cálcio nas sementes (g kg⁻¹) dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Ilha Solteira/SP, 2009 e 2010.

Tratamentos	Carioca Precoce		IAC Apuã		IAC Alvorada	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Sistemas de manejo do solo (a)						
Semeadura convencional	1,1	1,6	1,4 b	1,4 b	1,7	1,4
Semeadura direta	1,9	1,3	1,6 a	1,7 a	1,7	1,2
Doses (L p.c ha⁻¹) (b)						
0,0	1,4	1,1	1,7	1,6	1,7	1,5
1,0	1,4	1,6	1,5	1,4	1,7	1,4
2,0	1,4	1,9	1,6	1,3	1,7	1,1
3,0	1,5	1,3	1,5	1,8	1,7	1,5
4,0	1,8	1,3	1,4	1,6	1,8	1,1
Regressão	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Interação a x b	ns	ns	ns	ns	ns	*
CV a (%)	17,7	30,0	10,0	16,1	11,2	10,2
CV b (%)	19,3	39,5	9,1	21,9	7,8	23,5
CV a x b (%)	20,3	19,8	7,9	33,1	9,7	28,4

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, para o fator sistemas de manejo do solo, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para interação e para regressão: ns e * são: não-significativo e significativo a 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela 21. Desdobramento da interação significativa sistemas de manejo do solo x doses de regulador vegetal para teor de cálcio nas sementes do feijão, cultivar IAC Alvorada. Selvíria/MS, 2010.

Sistemas de manejo do solo	Doses (L p.c ha ⁻¹)					
	0	1	2	3	4	
Semeadura convencional	1,9 a	1,6	1,4 a	1,4	0,9	RL** ⁽¹⁾
Semeadura direta	1,0 b	1,2	0,8 b	1,6	1,4	ns

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. RL: Regressão linear. ⁽¹⁾ $y = 1,89 - 0,22x$ $R^2 = 0,88$ **. ns e ** são: não significativo e significativo a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

O teor de Mg dos cultivares Carioca Precoce e IAC Apuã em 2009 e 2010 e o IAC Alvorada em 2009 não foi influenciado pelos sistemas de manejo do solo e pelas doses de regulador vegetal, porém o teor de Mg do cultivar IAC Alvorada em 2010 foi influenciado apenas pelas doses, sendo que esse efeito foi linear decrescente (Tabela 22).

Embora a composição química das sementes sofra pouca variação, mesmo que a planta-mãe encontre variações ambientais significativas e que normalmente, tais variações provocam apenas alterações quantitativas, mas mantêm sob controle estrito a estrutura de seus compostos de reserva (BUCKERIDGE et al., 2004), esperava-se que houvesse maior variação nos teores nutricionais já que o regulador vegetal utilizado pode, segundo Vieira e Castro (2002) incrementar o crescimento e o desenvolvimento vegetal, estimular a divisão celular e também, aumentar a absorção de água e nutrientes pelas plantas em função da sua composição, concentração e proporção de substâncias.

Tabela 22. Valores médios e coeficientes de variação obtidos na análise de variância para teor de magnésio nas sementes (g kg^{-1}) dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Ilha Solteira/SP, 2009 e 2010.

Tratamentos	Carioca Precoce		IAC Apuã		IAC Alvorada	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Sistemas de manejo do solo (a)						
Semeadura convencional	1,9	1,9	1,6	1,7	1,6	1,8
Semeadura direta	1,7	1,8	1,6	1,8	1,5	1,8
Doses (L p.c ha^{-1}) (b)						
0,0	1,8	1,9	1,6	1,8	1,7	1,9
1,0	1,8	1,7	1,4	1,6	1,6	1,9
2,0	1,7	2,0	1,6	1,7	1,7	1,7
3,0	1,7	1,8	1,6	1,8	1,4	1,7
4,0	2,1	1,9	1,7	1,8	1,6	1,6
Regressão	ns	ns	ns	ns	ns	L ⁽¹⁾
Interação a x b	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV a (%)	20,3	7,1	8,8	6,6	13,9	12,9
CV b (%)	16,5	4,7	6,8	10,6	14,8	11,6
CV a x b (%)	17,2	6,4	10,5	10,9	14,2	15,4

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, para o fator sistemas de manejo do solo, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ⁽¹⁾ $y = 1,92 - 0,07x$ $R^2 = 0,67^*$. Para interação e para regressão: ns e * são: não-significativo e significativo a 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

4.6 Qualidade fisiológica das sementes

No teste de germinação não foi observado efeito significativo entre os tratamentos para o cultivar Carioca Precoce em 2009 e 2010; e para o IAC Apuã em 2009 verificou-se que a germinação foi influenciada apenas pelos sistemas de manejo do solo, sendo na semeadura direta onde encontrou-se a maior porcentagem de germinação; já em 2010 não houve efeito significativo para os tratamentos testados. Através dos dados da porcentagem de germinação das sementes de feijão do cultivar IAC Alvorada, nota-se que em 2009 os tratamentos não influenciaram a germinação, porém em 2010 houve efeito significativo somente para os

sistemas de manejo, e na semeadura convencional obteve-se a maior porcentagem de germinação (Tabela 23).

Tabela 23. Valores médios e coeficientes de variação obtidos na análise de variância para germinação de sementes de feijão (%) dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Ilha Solteira/SP, 2009 e 2010.

Tratamentos	Carioca Precoce		IAC Apuã		IAC Alvorada	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Sistema de manejo do solo (a)						
Semeadura convencional	97,7	97,2	94,6 b	89,5	95,7	92,5 a
Semeadura direta	98,3	97,9	98,9 a	88,5	95,8	88,1 b
Doses (L p.c ha⁻¹) (b)						
0,0	96,3	99,0	96,8	90,3	96,3	91,5
1,0	97,5	96,3	96,5	92,3	95,8	89,5
2,0	98,0	98,8	97,3	86,3	95,5	88,0
3,0	99,5	96,3	96,8	87,3	92,8	89,8
4,0	98,8	97,5	96,5	89,0	98,5	92,8
Regressão	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Interação a x b	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV a (%)	1,6	1,5	1,6	0,9	3,1	3,0
CV b (%)	2,4	1,2	2,8	5,1	2,8	3,6
CV a x b(%)	2,0	2,7	1,9	4,2	2,7	6,0

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, para o fator sistemas de manejo do solo, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para interação e para regressão: ns é: não-significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Com relação à avaliação da primeira contagem da germinação (vigor), para o cultivar Carioca Precoce na safra 2009 houve interação entre os sistemas de manejo do solo e as doses de regulador vegetal, porém em 2010 não foi verificado efeito significativo dos tratamentos realizados (Tabela 24). Através do desdobramento da interação observou-se que esta diferença ocorreu apenas na semeadura direta com os dados ajustando-se a uma equação linear crescente em relação à testemunha, ou seja, nesse sistema houve acréscimos no vigor mediante o aumento das doses (Tabela 25).

O cultivar IAC Apuã apresentou comportamento diferente do Carioca Precoce, pois o efeito observado para a avaliação da primeira contagem da germinação foi apenas entre os sistemas de manejo do solo, tanto em 2009 quanto em 2010, com comportamento variável nas safras, pois em 2009 a maior porcentagem de germinação foi verificada na semeadura direta e em 2010 na semeadura convencional (Tabela 24).

Para as sementes do cultivar IAC Alvorada produzidas na safra 2009 não houve efeito significativo entre os tratamentos para a primeira contagem (vigor). Nas sementes da safra 2010, verificou-se que somente os sistemas de manejo proporcionaram efeito significativo para a primeira contagem, sendo a semeadura convencional o sistema onde se observou maior germinação (Tabela 24).

Tabela 24. Valores médios e coeficientes de variação obtidos na análise de variância para primeira contagem da germinação de sementes de feijão (%) dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Ilha Solteira/SP, 2009 e 2010.

Tratamentos	Carioca Precoce		IAC Apuã		IAC Alvorada	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Sistema de manejo do solo (a)						
Semeadura convencional	97,5	96,8	92,9 b	89,2 a	95,6	92,4 a
Semeadura direta	98,3	97,6	98,3 a	88,0 b	95,4	88,1 b
Doses (L p.c ha⁻¹) (b)						
0,0	96,3	98,8	95,3	89,5	96,0	91,5
1,0	97,3	95,5	95,8	92,3	95,8	89,3
2,0	98,0	98,5	97,0	85,8	95,5	88,0
3,0	99,5	95,8	94,5	86,8	92,5	89,8
4,0	98,5	97,5	95,5	88,8	97,8	92,8
Regressão	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Interação a x b	*	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	2,2	2,1	2,3	1,0	3,3	2,8
CV (%)	2,5	1,5	3,3	4,9	2,7	3,8
CV (%)	2,0	3,1	2,4	5,0	2,9	6,0

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, para o fator sistemas de manejo do solo, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para interação e para regressão: ns e * são: não-significativo e significativo a 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela 25. Desdobramento da interação significativa sistemas de manejo do solo x doses de regulador vegetal para primeira contagem da germinação de sementes de feijão (%), cultivar Carioca Precoce. Selvíria/MS, 2009.

Sistemas de manejo do solo	Doses (L p.c ha ⁻¹)					
	0	1	2	3	4	
Semeadura convencional	97,5	95,5	98,5	99,0	97,0	ns
Semeadura direta	95,0	99,0	97,5	100	100	RL*(¹)

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. RL: Regressão linear. ⁽¹⁾y = 96,10 + 1,10x R² = 0,68*. ns e * são: não-significativo e significativo a 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

O comportamento dos cultivares avaliado nesses experimentos foi variável, apresentando diferença significativa em determinados momentos em outros não em função dos sistemas de manejo do solo, mas o resultado encontrado no cultivar IAC Alvorada em 2010 corrobora os resultados observados por Farinelli et al. (2006) porque esse autor trabalhando com o cultivar Pérola, avaliando o efeito do manejo do solo e doses de nitrogênio, constataram que o sistema de semeadura convencional proporcionou maior porcentagem de germinação em relação a semeadura direta.

Resultados semelhantes aos encontrados nesse trabalho também foram observados por Nakagawa et al. (2003) avaliando a qualidade fisiológica das sementes de soja, pois esses autores verificaram os sistemas de preparo de solo com escarificação e com aração não influenciaram na germinação das sementes, porém, produziram sementes com maior germinação na primeira contagem que o sistema de semeadura direta.

Albrecht et al. (2010), trabalhando com o mesmo produto utilizado nestes experimentos, porém na cultura da soja, concluíram que o regulador vegetal utilizado alterou a qualidade das sementes, diminuindo o vigor com o incremento das doses na fase reprodutiva, quando associado ao tratamento de sementes, ou aumentou a porcentagem de plântulas normais e a sanidade, quando aplicado, via foliar, sem o tratamento das sementes, sobretudo quando as aplicações foliares ocorrem em V₅.

Avaliando o efeito da aplicação via sementes e via foliar (V₅, R₁ e R₅), isolados ou combinados, do regulador vegetal com a mesma composição do produto utilizado neste trabalho, Bertolin (2008) também observou que a germinação e a primeira contagem da germinação não foram influenciadas pela aplicação do regulador vegetal, na cultura da soja.

No entanto, Ávila et al. (2008) estudando doses e modo de aplicação do regulador vegetal ST10X (0,5 g L⁻¹ ácido indolbutírico, 0,9 g L⁻¹ cinetina e 0,5 g L⁻¹ ácido giberélico)

durante o desenvolvimento da cultura da soja, observaram que a maior porcentagem de germinação no teste de germinação e de primeira contagem das sementes, em relação a testemunha, foi obtida utilizando o produto no tratamento de sementes (25 e 75 mL 100 kg⁻¹ de sementes), e a menor germinação (teste de germinação e primeira contagem) foi quando realizou-se pulverização foliar (25 mL ha⁻¹) e dirigida na linha de semeadura (150 mL ha⁻¹).

Embora as sementes avaliadas por Martus (2008) sejam sementes de algodão uma cultura diferente da utilizada neste trabalho, o produto aplicado nos dois trabalhos tem a mesma composição, e esse autor constatou que a germinação das sementes de algodão não foi alterada pela aplicação, isolada ou combinada do regulador vegetal nas sementes e folhas, durante o desenvolvimento das plantas que deram origem a essas sementes.

Na avaliação do vigor através do teste de emergência em campo constatou-se que para o cultivar Carioca Precoce não houve efeito significativo entre os sistemas de manejo do solo e as doses de regulador vegetal na safra 2009. Porém em 2010 houve interação entre os sistemas de manejo e as doses de regulador vegetal (Tabela 26), sendo que através do desdobramento notou-se que esse efeito foi quadrático no sistema de semeadura convencional e linear crescente na semeadura direta. Verificando o efeito de cada dose dentro dos sistemas de manejo do solo observou-se diferença significativa na testemunha como maior porcentagem de emergência em campo encontrada na semeadura direta e na dose de 4 L p.c ha⁻¹ com maior porcentagem na semeadura convencional (Tabela 27).

Para o cultivar IAC Apuã na safra 2009 não houve efeito significativo dos sistemas de manejo do solo e as doses de regulador vegetal. Enquanto que, em 2010 verificou-se que apenas os sistemas de semeadura influenciaram no teste de emergência de plântulas em campo, com maior germinação sendo observada na semeadura convencional. Comportamento semelhante foi observado no cultivar IAC Alvorada, pois para este cultivar a o efeito significativo encontrado também foi apenas para os sistemas de semeadura, porém isto ocorreu apenas em 2009, onde se verificou que a maior porcentagem de emergência em campo foi obtida no sistema de semeadura convencional, e em 2010 não foi observado efeito significativo entre os tratamentos realizados (Tabela 26).

Tabela 26. Valores médios e coeficientes de variação obtidos na análise de variância para emergência em campo de plântulas de feijão (%) dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Ilha Solteira/SP, 2009 e 2010.

Tratamentos	Carioca Precoce		IAC Apuã		IAC Alvorada	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Sistema de manejo do solo (a)						
Semeadura convencional	92,7	84,8	97,6	94,1 a	98,2 a	90,4
Semeadura direta	93,4	82,5	96,4	86,4 b	97,3 b	87,9
Doses (L p.c ha⁻¹) (b)						
0,0	96,5	70,5	97,7	85,0	97,7	87,7
1,0	96,0	84,0	98,2	92,7	97,7	87,2
2,0	83,8	87,0	94,2	91,2	98,0	84,5
3,0	92,0	87,3	97,2	89,5	97,0	93,2
4,0	97,0	89,5	97,5	92,7	98,2	93,0
Regressão	ns	L ⁽¹⁾	ns	ns	ns	ns
Interação a x b	ns	*	ns	ns	ns	ns
CV a (%)	6,9	4,4	3,4	5,3	0,6	4,9
CV b (%)	4,3	10,1	3,2	7,3	2,8	7,7
CV a x b (%)	4,8	9,8	3,8	4,3	1,9	4,6

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, para o fator sistemas de manejo do solo, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. $^{(1)}y = 75,4 + 4,12x$ $R^2 = 0,73^{**}$. Para interação e para regressão: ns, ** e * são: não-significativo e significativo a 1% e a 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela 27. Desdobramento da interação significativa sistemas de manejo do solo x doses de regulador vegetal para emergência em campo de plântulas feijão (%), cultivar Carioca Precoce. Selvíria/MS, 2010.

Sistemas de manejo do solo	Doses (L p.c ha ⁻¹)					
	0	1	2	3	4	
Semeadura convencional	64,5 b	88,5	90,0	94,5 a	87,0	RQ ⁽¹⁾
Semeadura direta	76,5 a	79,5	84,0	80,5 b	92,0	RL* ⁽²⁾

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. RQ e RL: Regressão quadrática e linear. $^{(1)}y = 66,20 + 22,05x - 4,25x^2$ $R^2 = 0,94^{**}$; $^{(2)}y = 76,10 + 3,20x$ $R^2 = 0,72^*$. * e ** são: significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Lotes de sementes do mesmo cultivar, com capacidades de germinação semelhantes, podem apresentar diferenças marcantes na porcentagem de emergência de plântulas em condições de campo. A falta de uma estreita relação entre a germinação obtida em laboratório e a emergência em campo foi responsável pelo desenvolvimento do conceito vigor. Desta forma, este conceito torna-se importante para se selecionar os lotes que apresentam germinação semelhante, para fins de armazenamento, porque eles podem apresentar diferentes capacidades de armazenagem (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Sendo assim, os lotes que apresentaram maior porcentagem de emergência, em condições não controladas de campo, são mais vigorosos. Mas mesmo em condições não controladas a porcentagem de germinação está acima de 80% que é o valor mínimo para comercialização das sementes.

Embora as sementes avaliadas por Martus (2008) sejam sementes de algodão uma cultura diferente da utilizada neste trabalho, o produto aplicado nas duas situações tem a mesma composição, e esse autor observou que as sementes apresentaram porcentagem de emergência de plântulas com diferença significativa entre os tratamentos, com 100% para o tratamento cujas sementes se originaram de plantas que receberam 20 mL kg⁻¹ de regulador vegetal em tratamento de sementes, e acredita que esse resultado mostra a possibilidade de existir efeito maternal residual para a emergência de plântulas.

Para o índice de velocidade de emergência verificou-se para o cultivar Carioca Precoce efeito significativo apenas entre os sistemas de manejo do solo para as sementes produzidas em 2009, sendo as sementes oriundas da semeadura convencional as que apresentaram maior índice de velocidade de emergência, portanto consideradas com maior vigor. Enquanto que para as sementes produzidas em 2010, houve efeito dos sistemas, com maior índice de velocidade de emergência observado na semeadura convencional; e das doses de regulador vegetal com os dados ajustando-se à equação linear crescente (Tabela 28).

No cultivar IAC Apuã não houve efeito dos tratamentos para o índice de velocidade de emergência das sementes produzidas em 2009, mas para as sementes produzidas em 2010, observou-se efeito apenas dos sistemas de manejo do solo, com o maior índice sendo encontrado na semeadura convencional. Para o cultivar IAC Alvorada não houve efeito dos sistemas de manejo e das doses de regulador vegetal sobre o índice de velocidade de emergência das sementes produzidas em 2009 e 2010 (Tabela 28).

Tabela 28. Valores médios e coeficientes de variação obtidos na análise de variância para índice de velocidade de emergência das plântulas dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Ilha Solteira/SP, 2009 e 2010.

Tratamentos	Carioca Precoce		IAC Apuã		IAC Alvorada	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Sistema de manejo do solo (a)						
Semeadura convencional	8,0 a	7,3 a	7,9	7,6 a	7,9	7,3
Semeadura direta	7,8 b	6,8 b	7,9	7,4 b	8,0	7,5
Doses (L p.c ha⁻¹) (b)						
0,0	8,0	5,9	7,9	7,3	8,1	7,2
1,0	7,8	7,1	8,0	7,6	7,8	7,3
2,0	7,8	7,4	7,7	7,5	8,0	6,8
3,0	7,9	7,4	8,0	7,3	7,8	7,6
4,0	8,0	7,5	8,1	7,6	8,0	8,0
Regressão	ns	L ⁽¹⁾	ns	ns	ns	ns
Interação a x b	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV a (%)	1,5	4,6	2,6	2,0	2,3	3,9
CV b (%)	3,0	6,3	3,2	4,3	2,5	4,3
CV a x b (%)	3,8	6,1	3,6	3,7	2,9	3,7

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, para o fator sistemas de manejo do solo, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ⁽¹⁾y = 6,37 + 0,34x R² = 0,65**. Para interação e para regressão: ns e ** são: não-significativo e significativo a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Na avaliação do vigor através do teste de altura de plântula, verificou-se que para o cultivar Carioca Precoce em 2009 e 2010, IAC Apuã em 2009 e IAC Alvorada nos dois anos não houve efeito significativo dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Porém, o cultivar IAC Apuã em 2010 foi influenciado apenas pelos sistemas de manejo obtendo-se na semeadura convencional plântulas maiores (Tabela 29).

Tabela 29. Valores médios e coeficientes de variação obtidos na análise de variância para altura de plântula de feijão (cm) dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Ilha Solteira/SP, 2009 e 2010.

Tratamentos	Carioca Precoce		IAC Apuã		IAC Alvorada	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Sistema de manejo do solo (a)						
Semeadura convencional	10,1	7,8	10,2	8,5 a	10,8	7,9
Semeadura direta	10,2	7,2	10,8	8,1 b	10,9	8,3
Doses (L p.c ha⁻¹) (b)						
0,0	9,0	7,8	10,3	8,5	10,7	8,1
1,0	10,5	7,6	9,8	8,4	10,8	8,3
2,0	10,3	7,3	11,8	7,9	11,5	7,5
3,0	9,8	7,8	11,0	8,3	10,2	8,4
4,0	11,2	7,2	9,5	8,3	11,1	8,5
Regressão	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Interação a x b	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV a (%)	8,8	8,7	14,5	3,5	8,3	6,2
CV b (%)	7,0	13,0	7,6	5,7	6,5	5,0
CV a x b (%)	5,5	8,8	6,1	4,6	5,3	7,9

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, para o fator sistemas de manejo do solo, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para interação e para regressão: ns: não-significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Para a variável massa da matéria seca de plântulas do cultivar Carioca Precoce nos dois anos, IAC Apuã e IAC Alvorada em 2010, observou-se que os sistemas de manejo do solo e as doses de regulador vegetal não influenciaram significativamente a massa da matéria seca de plântulas. Porém para o cultivar IAC Apuã em 2009 verificou-se que apenas os sistemas de manejo proporcionaram efeito significativo nesta variável, com maior massa sendo encontrada na semeadura direta; e para o IAC Alvorada em 2009 não ocorreu diferença significativa entre os sistemas de manejo do solo, mas para as doses de regulador vegetal houve efeito e os dados ajustaram-se à equação quadrática (Tabela 30).

Tabela 30. Valores médios e coeficientes de variação obtidos na análise de variância para massa da matéria seca de plântula de feijão (g planta^{-1}) dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Ilha Solteira/SP, 2009 e 2010.

Tratamentos	Carioca Precoce		IAC Apuã		IAC Alvorada	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Sistema de manejo do solo (a)						
Semeadura convencional	0,32	0,55	0,33 b	0,63	0,35	0,55
Semeadura direta	0,34	0,55	0,35 a	0,52	0,32	0,57
Doses (L ha^{-1}) (b)						
0,0	0,35	0,54	0,35	0,78	0,31	0,55
1,0	0,32	0,53	0,31	0,52	0,36	0,56
2,0	0,31	0,56	0,36	0,50	0,37	0,55
3,0	0,32	0,56	0,37	0,52	0,32	0,57
4,0	0,33	0,56	0,32	0,55	0,31	0,56
Regressão	ns	ns	ns	ns	Q ⁽¹⁾	ns
Interação a x b	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV a (%)	4,7	2,5	5,1	36,8	17,4	5,9
CV b (%)	2,0	5,9	12,2	37,2	13,8	4,1
CV a x b(%)	2,6	2,6	8,2	36,8	16,7	5,1

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, para o fator sistemas de manejo do solo, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ⁽¹⁾ $y = 0,31 + 0,05x - 0,01x^2$ $R^2 = 0,74^*$. Para interação e para regressão: ns e * são: não-significativo e significativo a 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

As sementes mais vigorosas, mesmo em condições não favoráveis de ambiente, apresentam melhor capacidade de originar plantas com maior desenvolvimento inicial, refletindo em maior translocação e acúmulo de matéria seca em suas partes (NAKAGAWA, 1994).

Na avaliação do vigor do cultivar Carioca Precoce, através do testes de envelhecimento acelerado, considerado um teste de resistência, verificou-se que houve interação significativa em 2009; e em 2010 não foi observado efeito significativo entre os sistemas de manejo do solo e para as doses de regulador vegetal (Tabela 31). Através do desdobramento observou-se que o efeito das doses foi apenas na semeadura convencional com ajuste linear decrescente, ou seja, com o aumento das doses ocorreu redução no número de plântulas normais após as sementes serem submetidas ao teste de envelhecimento.

Verificando o efeito de cada dose dentro dos sistemas de manejo observou-se diferença significativa na dose 1, 2, 3 e 4 L p.c ha⁻¹ com maior germinação sendo encontrada na semeadura direta (Tabela 32).

Para as sementes do cultivar IAC Apuã, produzidas em 2009, verificou-se efeito apenas dos sistemas de manejo do solo, obtendo-se a maior porcentagem de germinação após o envelhecimento acelerado na semeadura direta; e nas sementes produzidas em 2010, o efeito também foi apenas dos sistemas de manejo, porém a maior porcentagem de germinação foi encontrada na semeadura convencional. Na avaliação do vigor do cultivar IAC Alvorada, através do testes de envelhecimento acelerado, verificou-se que para as sementes produzidas em 2009 não houve efeito significativo dos tratamentos, porém em 2010 o efeito foi apenas entre os sistemas de manejo com maior porcentagem de germinação encontrada na semeadura convencional (Tabela 31).

O comportamento dos cultivares utilizado nesse experimento apresentou variação de um ano para o outro, no teste de envelhecimento acelerado, em função dos sistemas de manejo, com germinação acima de 80%, tanto no sistema de semeadura convencional quanto na semeadura direta, com germinação acima de 80%, com exceção ao cultivar IAC Alvorada em 2010.

Ao avaliar o efeito de doses de regulador vegetal, aplicados via foliar (V₄ e R₅) em feijoeiro irrigado, cultivados no inverno, Abrantes (2008) também não observou diferença significativa para o teste de envelhecimento acelerado em função da aplicação do produto.

Farinelli et al. (2006) estudando os sistemas de manejo do solo e adubação nitrogenada verificaram que o teste de envelhecimento acelerado foi superior, quanto ao sistema de manejo de solo, para o preparo convencional. Entretanto, Nakagawa et al. (2003) não detectaram diferença na qualidade das sementes de soja, submetidas ao teste de envelhecimento acelerado, entre os sistemas de preparo de solo (escarificação, aração e semeadura direta).

Tabela 31. Valores médios e coeficientes de variação obtidos na análise de variância para envelhecimento acelerado das sementes de feijão (%) dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Ilha Solteira/SP, 2009 e 2010.

Tratamentos	Carioca Precoce		IAC Apuã		IAC Alvorada	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Sistema de manejo do solo (a)						
Semeadura convencional	93,3	97,5	92,2 b	85,7 a	96,7	69,1 a
Semeadura direta	97,9	96,8	97,4 a	81,8 b	97,0	62,0 b
Doses (L p.c ha⁻¹) (b)						
0,0	96,3	98,0	97,2	81,5	95,5	75,0
1,0	95,3	97,3	93,5	90,0	97,5	65,7
2,0	95,8	98,0	98,5	85,2	95,5	61,5
3,0	95,8	96,0	97,0	81,0	97,5	61,5
4,0	95,0	96,5	97,7	81,0	98,2	64,0
Regressão	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Interação a x b	*	ns	ns	ns	ns	ns
CV a (%)	3,2	2,1	1,2	2,7	2,2	8,2
CV b (%)	3,2	2,8	2,8	4,9	2,0	10,4
CV a x b (%)	2,9	2,5	2,4	4,7	1,4	15,3

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, para o fator sistemas de manejo do solo, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para interação e para regressão: ns e * são: não-significativo e significativo a 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela 32. Desdobramento da interação significativa sistemas de manejo do solo x doses de regulador vegetal para envelhecimento acelerado das sementes de feijão (%), cultivar Carioca Precoce. Selvíria/MS, 2009.

Sistemas de manejo do solo	Doses (L p.c ha ⁻¹)					
	0	1	2	3	4	
Semeadura convencional	98,0	91,5 b	92,5 b	92,5 b	92,0 b	RL ⁽¹⁾
Semeadura direta	94,0	99,0 a	99,0 a	99,0 a	98,0 a	ns

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. RL: Regressão linear. ⁽¹⁾y = 95,50 - 1,10x R² = 0,43*. ns e * são: não-significativo e significativo a 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

No teste de frio realizado com as sementes de feijão do cultivar Carioca Precoce

verificou-se efeito significativo apenas entre os sistemas de manejo do solo, sendo que em 2009 a maior porcentagem de germinação obtida foi na semeadura convencional; já, para as sementes produzidas em 2010 a maior porcentagem de germinação foi obtida na semeadura direta. Para o cultivar IAC Apuã houve efeito significativo apenas entre os sistemas de manejo do solo, sendo que em 2009 a maior porcentagem de germinação obtida foi na semeadura direta e em 2010 na semeadura convencional (Tabela 33).

Com os resultados obtidos no teste de frio, para o cultivar IAC Alvorada, observou-se em 2009 efeito significativo apenas para as doses de regulador vegetal, com os dados ajustando-se à equação linear crescente; e em 2010 houve interação significativa entre os sistemas de manejo do solo e as doses de regulador vegetal (Tabela 34).

Através do desdobramento constatou-se que no sistema de semeadura convencional o efeito das doses na porcentagem de germinação das sementes submetidas ao teste de frio foi linear decrescente, enquanto que na semeadura direta não houve efeito das doses. Verificando o efeito de cada dose dentro dos sistemas manejo observou-se diferença significativa na dose 0, 2, 3 e 4 L p.c ha⁻¹ com maior germinação sendo encontrada na semeadura convencional para as três primeiras doses citadas e na semeadura direta para a dose de 4 L p.c ha⁻¹ (Tabela 34).

Resultado semelhante foi encontrado por Abrantes (2008) que estudando o efeito de doses e épocas de aplicação do regulador vegetal sobre a qualidade das sementes produzidas nessas condições não observou efeito significativo desse produto sobre a porcentagem de germinação das sementes no teste de frio.

Os valores de germinação obtidos no teste de frio para os três cultivares estão próximos dos observados no teste padrão de germinação. Portanto, quando se produz lotes de sementes em que a germinação obtida no teste de frio é muito próxima da obtida no teste padrão de germinação, é esperado que essas sementes germinem bem sob uma ampla faixa de condições de temperatura e umidade do solo (CICERO; VIEIRA, 1994), principalmente em condições de baixa temperatura.

Tabela 33. Valores médios e coeficientes de variação obtidos na análise de variância para teste de frio em sementes de feijão (%) dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Ilha Solteira/SP, 2009 e 2010.

Tratamentos	Carioca Precoce		IAC Apuã		IAC Alvorada	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Sistema de manejo do solo (a)						
Semeadura convencional	96,3 a	94,7 b	91,8 b	90,5 a	91,2	78,0
Semeadura direta	95,5 b	97,7 a	97,1 a	85,4 b	89,1	72,3
Doses (L p.c ha⁻¹) (b)						
0,0	96,5	97,8	96,2	86,5	85,7	85,0
1,0	95,0	97,0	95,7	93,0	88,2	83,7
2,0	94,3	97,0	95,7	89,2	91,5	69,5
3,0	97,0	91,2	91,0	87,2	93,2	68,7
4,0	96,8	97,8	93,5	83,7	92,0	68,7
Regressão	ns	ns	ns	ns	L ⁽¹⁾	L ⁽²⁾
Interação a x b	ns	ns	ns	ns	ns	*
CV (%)	0,5	2,7	3,6	4,7	6,0	8,9
CV (%)	2,1	3,8	2,4	6,7	5,1	9,9
CV (%)	2,1	2,4	2,4	8,9	5,4	9,4

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, para o fator sistemas de manejo do solo, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ⁽¹⁾y = 86,6 + 1,75x R² = 0,81*; ⁽²⁾y = 84,6 - 4,70x R² = 0,79**. Para interação e para regressão: ns; * e ** são: não-significativo e significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela 34. Desdobramento da interação significativa sistemas de manejo do solo x doses de regulador vegetal para teste de frio em sementes de feijão, cultivar IAC Alvorada. Selvíria/MS, 2010.

Sistemas de manejo do solo	Doses (L p.c ha ⁻¹)					
	0	1	2	3	4	
Semeadura convencional	91,5 a	83,0	77,5 a	74,5 a	63,5 b	RL ⁽¹⁾
Semeadura direta	78,5 b	84,5	61,5 b	63,0 b	74,0 a	ns

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. RL: Regressão linear. ⁽¹⁾y = 90,90 - 6,45x R² = 0,97**. ns e ** são: não-significativo e significativo a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

No teste de condutividade elétrica realizado com as sementes do cultivar Carioca Precoce produzidas em 2009 e 2010, IAC Apuã e IAC Alvorada em 2009, verificou-se diferença significativa entre os sistemas de manejo do solo, com melhor vigor para as sementes produzidas no sistema de semeadura convencional, pois nesse sistema a lixiviação de íons na solução foi menor do que na semeadura direta; e para as sementes do cultivar IAC Apuã e IAC Alvorada produzidas em 2010 não foi observado diferença significativa entre os sistemas. Para as doses de regulador vegetal não houve efeito significativo para os cultivares avaliados, independente do ano de produção das sementes (Tabela 35).

Na avaliação da condutividade elétrica utilizando sementes de soja, Albrecht et al. (2010) verificaram diferença significativa no tratamento de sementes e entre os estádios de aplicação foliar, somente dentro das doses mais elevadas do regulador vegetal, e aumentando as doses do regulador aplicadas via foliar no estádio R₃, associadas ao tratamento de sementes, ocorreu aumento na condutividade elétrica, para as sementes produzidas em 2007/08; e para 2008/09 não observaram efeito significativo. Abrantes (2008) também não observou diferença significativa ao avaliar o efeito de doses e épocas de aplicação do regulador vegetal em sementes de feijão, cultivados no inverno em condições de Cerrado.

Alguns autores encontraram respostas positivas na qualidade fisiológica das sementes em função da aplicação de regulador vegetal, porém para outros essas respostas não foram observadas, o que reforça a afirmação de Castro e Moraes (1981) que a habilidade de um regulador vegetal, pode não ser aparente em função de fatores ambientais limitantes, tais como umidade, temperatura e radiação.

Com relação ao sistema de manejo do solo, resultados contrários aos encontrados em 2009 para os cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada e em 2010 para o Carioca Precoce para condutividade elétrica foi observado em sementes de soja por Nakagawa et al. (2003), pois estes autores não detectaram diferença entre os sistemas de preparo de solo (escarificação, aração e semeadura direta). Farinelli et al. (2006) também não observou diferença significativa no teste de condutividade elétrica de sementes de feijão em função dos sistemas de manejo de solo.

Segundo Vieira et al. (1996), os resultados de vigor em sementes de feijão relativos ao teste de condutividade elétrica são influenciados de forma significativa pelo fator genótipo/cultivar. Valores superiores de condutividade elétrica indicam problemas na permeabilidade seletiva das membranas (MARCOS FILHO, 2005), identificado pela maior presença de íons que conduzem a corrente elétrica na solução em que foram embebidas as sementes, indicando menor vigor, dentro do mesmo cultivar.

Tabela 35. Valores médios e coeficientes de variação obtidos na análise de variância para condutividade elétrica em sementes de feijão ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ de sementes) dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada, em função dos sistemas de manejo do solo e das doses de regulador vegetal. Ilha Solteira/SP, 2009 e 2010.

Tratamentos	Carioca Precoce		IAC Apuã		IAC Alvorada	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Sistema de manejo do solo (a)						
Semeadura convencional	61,5 b	69,1 b	59,3 b	73,5	65,8 b	85,4
Semeadura direta	68,9 a	73,5 a	68,6 a	75,4	76,3 a	89,3
Doses (L p.c ha^{-1}) (b)						
0,0	69,3	70,8	59,9	73,9	69,4	79,2
1,0	70,7	76,4	59,0	70,0	71,6	86,8
2,0	64,0	69,0	64,9	72,7	73,8	86,9
3,0	68,0	69,3	69,1	84,3	68,1	95,2
4,0	53,9	70,9	66,6	71,4	72,3	88,7
Regressão	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Interação a x b	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV a (%)	2,0	4,2	4,7	9,2	5,2	8,8
CV b (%)	7,1	10,9	5,7	9,9	11,7	10,5
CV a x b (%)	4,8	12,7	8,6	9,8	9,7	9,7

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, para o fator sistemas de manejo do solo, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para interação e para regressão: ns: não-significativo a 5% pelo teste F, respectivamente.

Os resultados obtidos para a condutividade elétrica são coerentes com os outros testes de vigor, sendo que os maiores valores de condutividade elétrica evidenciados pelas sementes dos cultivares IAC Apuã e IAC Alvorada em 2010 coincidiram com o menor nível de germinação e de vigor nos testes de frio e de envelhecimento, enquanto que para o cultivar Carioca Precoce, as alterações foram pequenas e os níveis de vigor foram semelhantes nos dois anos.

Diante desses resultados, é possível considerar que as sementes de feijão, produzidas nos diferentes sistemas de manejo do solo e doses de regulador vegetal, apresentaram qualidade semelhante. As condições climáticas e a nutrição das plantas durante o desenvolvimento da cultura foram favoráveis para a obtenção de sementes com alto nível de

germinação e vigor, pois tanto na germinação quanto no teste de primeira contagem de germinação, emergência em campo, teste de frio e envelhecimento acelerado todos os cultivares apresentaram germinação acima de 70%, com exceção ao cultivar IAC Alvorada em 2010 para o teste de envelhecimento acelerado.

Esses resultados indicam que os sistemas de manejo do solo utilizados foram favoráveis para a obtenção de sementes de boa qualidade, já que estão acima da porcentagem considerada como adequada para comercialização, considerando que o valor mínimo para comercialização de sementes de feijão é de 70 a 80%, de acordo com a Instrução Normativa nº 25/2005 do Ministério da Agricultura que estabelece normas específicas e os padrões de identidade e qualidade para produção e comercialização de sementes feijão, constante do Anexo V da Instrução Normativa (BRASIL, 2005).

5 CONCLUSÕES

O plantio direto mesmo em fase de implantação propiciou aumento na clorofila foliar do cultivar IAC Alvorada em 2010 e nos teores de N do Carioca Precoce em 2009, P do IAC Apuã em 2009 e 2010 e Mg do IAC Apuã em 2009 e Carioca Precoce e IAC Alvorada em 2010.

O plantio direto mesmo em fase de implantação propiciou, de maneira geral, considerando os três cultivar utilizado, melhor desenvolvimento das plantas e produtividade de sementes.

O regulador de crescimento apesar de ter propiciado pequenas alterações na massa de 100 sementes do cultivar IAC Alvorada não interferiu na produtividade de sementes de feijão.

O regulador de crescimento não interferiu nos teores de nutrientes presentes nas plantas, nas características agronômicas e na produtividade de sementes de feijão dos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada.

O teor de nutrientes nas sementes varia com o cultivar, havendo também efeito do manejo do solo e de doses de regulador vegetal.

A germinação e o vigor das sementes produzidas pelos cultivares Carioca Precoce, IAC Apuã e IAC Alvorada em sistema convencional ou sistema de semeadura direta em fase de implantação com ou sem a utilização de regulador vegetal, apresentou valores acima do limite mínimo exigido para comercialização de sementes de feijão.

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 Agronomia, Área de concentração: Sistemas de Produção) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2008.

AIDAR, H. Características da cultura. In: AIDAR, H. (Ed.). **Cultivo do feijoeiro comum**. Embrapa Arroz e Feijão. Sistemas de Produção, 2, 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijoeiro/importancia.htm>>. Acesso em: 02 abr. 2011.

ALBRECHT, L. P.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; ÁVILA, M. R.; ALBRECHT, A. J. P.; BARBOSA, M. C. Qualidade das sementes de soja produzidas sob manejo com biorregulador. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 32, n. 4 p. 39-48, 2010.

ALBUQUERQUE, R. C.; GUIMARÃES, M. M. B.; BELTRÃO, N. E. M.; JERÔNIMO, J. F. Efeitos do bioestimulante Stimulate® em sementes pré-embebedas de mamona (*Ricinus communis* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA: ENERGIA E SUSTENTABILIDADE, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 5 p.

ALLEONI, F.; BOSQUEIRO, M.; ROSSI, M. Efeito dos reguladores vegetais de Stimulate no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*). **Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**, Ponta Grossa, v. 6, n. 1, p. 23-35, 2000.

ALVARENGA, R. C.; CABEZAS, W. A. L.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 25-36, 2001.

AMBROSANO, E. J.; TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A.; RAIJ, B. Van; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H. Leguminosas e oleaginosas. In: RAIJ, B. Van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. ;FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1997. p. 189-203 (Boletim técnico, 100).

AMBROSANO, E. J.; TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A.; RAIJ, B. Van; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H. Leguminosas e oleaginosas. In: RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1996. p. 191 (Boletim técnico, 100).

ANDRADE, M. J. B. de; DINIZ, A. R.; CARVALHO, J. G. de; LIMA, S. F. Resposta da cultura do feijoeiro à aplicação foliar de molibdênio e às adubações nitrogenadas de plantio e cobertura. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 22, n. 2, p. 499-508, 1998.

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

ARF, O.; FERNANDES, F. M.; JACOMINO, A. P.; BUZETTI, S. Comparação de fontes e doses de adubos nitrogenados na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), cultivado no sistema de "plantio direto". **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v. 1, n. 1, p. 21-30, 1992.

ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; SÁ, M. E. de; 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.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 16. ed. Washington: AOAC, 1995.

ÁVILA, M. R.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; ALBRECHT, L. P.; TONIN, T. A.; STÜLP, M. Bioregulator application, agronomic efficiency, and quality of soybean seeds. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 65, n. 6, p. 567-691, 2008.

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

BARROS, A. S. R.; DIAS, M. C. L. L.; CICERO, S. M.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de frio. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 5.1-5.15.

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

BERTOLIN, D. C. **Produção e qualidade de sementes de soja convencional e geneticamente modificada em relação à aplicação via sementes e foliar de produto**. 2008. 73 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2008.

BERTOLIN, D. C.; SÁ, M. E. de; ARF, O.; FURLANI JUNIOR, E.; COLOMBO, A. S.; CARVALHO, F. L. B. M. Aumento da produtividade de soja com a aplicação de bioestimulantes. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 2, p. 339-347, 2010.

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

BONAMIGO, L. A. Milheto como cobertura no sistema de plantio direto, benefícios do melhoramento da cultura. In: ENCONTRO DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 7., 2003, Sorriso. **Anais...** Cuiabá: UFMT, 2003. p. 37-48.

BRASIL. Instrução Normativa nº 25, de 16 de Dezembro de 2005. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 20 dez. 2005, Seção 1, n. 243, p. 18-26.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 2009. 395 p.

BUCKERIDGE, M. S.; ADAIR, M. P. M.; SANTOS, H. P. dos S.; TINÉ, M. A. S. Acúmulo de reservas. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. cap. 2, p. 31-50.

CAMPOS, M. F.; ONO, E. O.; BOARO, C. F. S.; RODRIGUES, J. D. Análise de crescimento em plantas de soja tratadas com substâncias reguladoras. **Biotemas**, Florianópolis, v. 21, n. 3, p. 53-63, 2008.

CARNEIRO, M. A. C.; CORDEIRO, M. A. S.; ASSIS, P. C. R.; MORAES, E. S.; PEREIRA, H. S.; PAULINO, H. B.; SOUZA, E. D. Produção de fitomassa de diferentes espécies de

cobertura e suas alterações na atividade microbiana de solo de cerrado. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 455-462, 2008.

CARVALHO, M. A. C. **Adubação verde e sucessão de culturas em semeadura direta e convencional em Selvíria-MS**. 2000. 189 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

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

CARVALHO, N. M. de; NAKAGAWA, J. (Ed.). **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

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

CASTRO, O. M.; VIEIRA, S. R.; DE MARIA, I. C. Sistema de preparo do solo e disponibilidade de água. In: VIÉGAS, G. P. (Ed.). **Simpósio sobre o manejo de água na agricultura**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 27-51.

CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A; PERES, L. E. P. Hormônios e reguladores vegetais. In: CASTRO, P. R. C; KLUGE, R. A; PERES, L. E. P. **Manual de fisiologia vegetal: teoria e prática**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2005. cap. 11, p. 389-440.

CASTRO, P. R. C.; MELOTTO, E. Bioestimulantes e hormônios aplicados via foliar. In: BOARETO, A. E.; ROSOLEM, C. A. **Adubação foliar**. Campinas: Fundação Cargill, 1989. v. 1, cap. 8, p. 191-235.

CASTRO, P. R. C.; MORAES, R. S. Ação de fitorreguladores na produtividade da soja cultivar Davis. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v. 38, n. 1, p. 127-137, 1981.

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

CATO, S. C. **Ação de bioestimulante nas culturas do amendoazeiro, sorgo e trigo e interações hormonais entre auxinas, citocininas e giberelinas**. 2006. 74 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

CICERO, S. M.; VIEIRA, R. D. Teste de frio. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. de. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 151-164.

COBUCCI, T.; CURUCK, F. J.; SILVA, J. G. da. **Resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) às aplicações de bioestimulante e complexos nutritivos**. Goiânia: CONAFE, 2005. p.1078-1081. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/conafe/pdf/conafe2005-0272.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2010.

COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL - CATI. Depto. de sementes, mudas e matrizes. [s.l.:s.n.]. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br/novacati/dsmm/index.html>>. Acesso em: 23 jul. 2007.

CSINZINSZKY, A. A. Response of two bell peppers (*Capsicum annum* L.) cultivars to foliar and soil-applied biostimulants. **Soil and Crop Science Society Florida Proceedings**. The Hague, v. 49, p. 199-203, 1990.

DARIO, G. J. A.; MARTIN, T. M.; DOURADO NETO, D.; MANFRON, P. A.; BONNECARRÈRE, R. A. G.; CRESPO, P. E. N. Influência do uso de fitorregulador no crescimento da soja. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 12, n. 1, p. 63-70. 2005.

DAROLT, M. R. Princípios para implantação e manutenção do sistema. In: DAROLT, M. R. **Plantio direto: pequena propriedade sustentável**. Londrina: IAPAR, 1998. p. 16-45.

DELOUCHE, J. Germinação, deterioração e vigor da semente. **Seed news**, Pelotas, n. 6, p. 24-31, 2002.

DOURADO NETO, D.; DARIO, G. J. A.; VIEIRA JÚNIOR, P. A.; MANFRON, P. A.; MARTIN, T. N.; BONNECARRÈRE, R. A. G.; CRESPO, P. E. N. Aplicação e influência do fitorregulador no crescimento das plantas de milho. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 11, p. 93-102, 2004.

ECHER, M. M.; GUIMARÃES, V. F.; KRIESER, C. R.; ABUCARMA, V. M.; KLEIN, J.; SANTOS, L.; DALLABRIDA, W. R. Uso de bioestimulante na formação de mudas de maracujazeiro amarelo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 27, n. 3, p. 351-360, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Embrapa. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006.

FAGERIA, N. K. **Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas**. Brasília: EMBRAPA-DPU, 1989. 425 p. (EMBRAPA-CNPAF, Documento, 18).

FALKER – Automação Agrícola. **ClorofiLOG**: Medidor eletrônico de teor de clorofila: dados técnicos do clorofiLOG. 2009. 6 p. Disponível em: <<http://www.falker.com.br/download.php>>. Acesso em: 10 mar. 2011.

FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D. Feijão: ecofisiologia e fenologia. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D. (Ed.). **Tecnologia da produção de feijão**. Piracicaba: ESALQ, 1998. p. 1-27.

FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. Feijão: Ecofisiologia e fenologia. In: FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. (Ed.). *Produção de feijão*. Piracicaba: ESALQ, 2007. p.23-48.

FARINELLI, R.; LEMOS, L. B.; PENARIOL, F. G.; EGÉA, M. M.; GASPAROTO, M. G. Adubação nitrogenada de cobertura no feijoeiro, em plantio direto e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 2, p. 307-312, 2006.

FERRAZ DE CAMPOS, M.; ONO, E. O.; LIMA, E. P. P.; RODRIGUES, J. D. Desenvolvimento de plantas de soja em resposta aos reguladores vegetais. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, p. 9-11, 2007.

FERREIRA, C. M.; SANTOS, M. L.; BRAGA, M. J.; PELOSO, M. J. D. Aspectos econômicos. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão**. Viçosa: UFV, 2008. p. 19-40.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, p. 36-41, 2008.

FRANÇA NETO, J. B. Perspectivas futuras da cultura da soja no Brasil: produção, produtividade, expansão de área. In: WORD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7.,

INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING AND UTILIZATION CONFERENCE, 4., CONGRESSO MUNDIAL DE SOJA, 3., 2004, Foz do Iguaçu. **Proceedings...** Londrina: Embrapa, 2004. p. 1203.

GASSEN, D. N.; GASSEN, F. R. **Plantio direto**. Passo Fundo: Aldeia Sul, 1996. 207 p.

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

GONÇALVES, C. N.; CERETTA, C. A. Plantas de cobertura de solo antecedendo o milho e seu efeito sobre o carbono orgânico do solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 23, p. 307-313, 1999.

GOULDEN, D. S. Effects of plant population and row spacing on yield and components of yield of Navy beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **New Zealand Journal of Experimental Agriculture**, Wellington, v. 4, p. 177-180, 1976.

GREGG, B. R.; LAW, A. G.; VIRDI, S. S.; BALIS, J. S. **Seed processing**. Mississippi: Mississippi State University, 1970. p. 328-344.

GUERRA, M. P.; RODRIGUES, M. A. Giberelinas. In: KERBAURY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara, 2008. cap. 11, p. 235-254.

GUIMARÃES, C. M. Relações hídricas. 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. 139-167.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS - IAC. **Cultivares**: informações sobre sementes. Campinas: IAC, 2009. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br>>. Acesso em: 13 fev. 2009.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS - IAC. **Cultivares**: informações sobre sementes. Campinas: IAC, 2005. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br>>. Acesso em: 23 jul. 2007.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; STONE, L. F.; COBUCCI, T. Integração lavoura-pecuária e o manejo de plantas daninhas. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, v. 106, p. 1-20, 2004. (Encarte Técnico).

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

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

LEVIEN, A.; BARROS, A. C. S. A. Estatística da produção. In: WEIRICH, M. (Coord). **Anuário da ABRASEM 2010: semente legal e tecnologia**. Pelotas: Becker & Peske, 2010. p.34.

LIMA, E. R. **Sucessão de culturas e adubação verde na produção e qualidade fisiológica de sementes de feijão em sistema de plantio direto**, 2003. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2003.

LIMA, M. M.; AZEVEDO, C. A. V.; BELTRÃO, N. E. M.; LIMA, V. L. A.; NASCIMENTO, M. B. H.; FIGUEIRÊDO, I. C. M. Níveis de adubação nitrogenada e bioestimulante na produção e qualidade do algodão BRS verde. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 3, p. 619-623, 2006.

MAEDA, S.; MENDONÇA, A. L. **Época de semeadura: a cultura do feijão no Mato Grosso do Sul**. Dourados: EMBRAPA, 1990. p. 39-40. (Circular, 17).

MAGUIRE, J. D. Speeds of germination-aid selection and evaluation or seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madisan, v. 2, p. 176-177, 1962.

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

MALUF, J. R. T.; CAIAFFO, M. R. R. Zoneamento agroclimático da cultura de feijão no Estado do Rio Grande do Sul: recomendação de períodos favoráveis de semeadura por região

agroecológica. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., Salvador, 1999. **Resumos...** Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p. 455-458.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. v. 12, 495 p.

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

MARCOS FILHO, J.; CICERO, S. M.; SILVA, W. R. **Avaliação da qualidade fisiológica das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230 p.

MARTUS, S.S. **Germinação, emergência da plântula, produtividade e qualidade da fibra de *Gossypium hirsutum* L. cv. DP 660 sob ação de bioestimulante**. 2008. 38 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008.

MCDONALD JÚNIOR, M.B. A review and evaluation of seed vigor tests. **Proceedings of the Association Official Seed Analysts**. Lincoln, n. 65, p. 109-139, 1975.

MERCIER, H. Auxinas. In: KERBAUY, G.B. (Coord). **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 2.ed., p.182-211.

MERTEN, G. H.; FERNANDES, F. F. Manejo do solo de baixa aptidão. In: DAROLT, M. R. (Org.). **Plantio direto: pequena propriedade sustentável**. Londrina: Iapar, 1998. p.43-64. (Circular, 101).

MONEGAT, C. **Plantas de cobertura do solo: características e manejo em pequenas propriedades**. Chapecó: Edição do Autor, 1991.

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

NAKAGAWA, J. Teste de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 49-85.

NAKAGAWA, J.; GASPAR, C. M.; SANTOS, J. R.; CARDOSO, C. L.; BICUDO, S. J. Qualidade de sementes de trigo e de soja em função de sistemas de preparo de solo e da sucessão de culturas. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 73-80, 2003.

NASCIMENTO, W.M. Envolvimento do etileno na germinação de sementes. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 12, p. 163-174, 2000.

NUNES, U.R.; SANTOS, N.F.; FARNEZI, M.M.M.; ANDRADE JÚNIOR, V.V.; BRANDÃO JÚNIOR, D.S.; PEREIRA, G.R. Qualidade fisiológica de sementes de feijão em plantio direto sobre diferentes coberturas de plantas em diamantina, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1737-1743, 2007.

OLIVEIRA, R. F. de; PACE, L.; ROSOLEM, C. A. Produção e estado nutricional do feijoeiro em função da aplicação de um promotor de crescimento. **Científica**, São Paulo, v. 26, n. 1/2, p. 203-212, 1998.

PELOSO, M. J. D.; SILVEIRA, P. M.; SILVA, C. C.; MOREIRA, J. A. A. Cultivo irrigado em terras altas. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Org.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p. 571-588.

PESKE, S. E.; BAUDET, L. M. L. **Produção de sementes**: curso de ciência e tecnologia de sementes. Brasília: ABEAS/UFPEL, 2000. (Módulo 2).

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2. ed. Brasília, DF. AGIPLAN, 1985. 289 p.

RAIJ, B. Van.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 284 p.

ROCHA, P. R. R. **Adubação molíbdica na cultura do feijão nos sistemas de plantio direto e convencional**. 2008. 55 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

ROSSE, L. N.; VENCOVSKY, R. Modelo de regressão não linear aplicado ao estudo da estabilidade fenotípica de genótipos de feijão no estado do Paraná. **Bragantia**, Campinas, v. 59, n. 1, p. 99-107, 2000.

SÁ, M. E. de. Importância da adubação na qualidade de sementes. In: SÁ, M. E. de; BUZETTI, S. **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Ícone, 1994. p. 65-98.

SANTOS, A. B.; SILVA, O. F.; FERREIRA, E. Avaliação de práticas culturais em um sistema agrícola irrigado por aspersão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 32, n.3, p. 317-327, 1997.

SILVA, C. C.; SILVEIRA, P. M. Influência de sistemas agrícolas em características químico-físicas do solo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 3, p. 505-515, 2002.

SILVA, V. R.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J. Variação na temperatura do solo em três sistemas de manejo na cultura do feijão. **Revista Brasileira Ciências do Solo**, Viçosa, MG, v. 30, p. 391-399, 2006.

SILVA, V. R.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. Densidade do solo, atributos químicos e sistema radicular do milho afetados pelo pastejo e manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 24, p. 191-199, 2000.

SILVEIRA, J. F.; VIEIRA, M. G. G. C. Beneficiamento de sementes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 8, n. 9, p. 50-56, 1982.

SIMIDU, H. M.; SÁ, M. E. de, SOUZA, L. C. D. de; ABRANTES, F. L.; SILVA, M. P. da; ARF, O. Efeito do adubo verde e época de semeadura sobre a produtividade do feijão, em plantio direto em região de cerrado. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 2, p. 309-315, 2010.

SORATTO, R. P.; ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; BUZETTI, S.; SILVA, T. R. B. Resposta do feijoeiro ao preparo do solo, manejo de água e parcelamento do nitrogênio. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 89-96, 2003.

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

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.

STONE, L. F.; SARTORATO, A. **O cultivo do feijão**: recomendações técnicas. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 83 p. (EMBRAPA-CNPAF - Documentos, 48).

STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. da. Efeitos do sistema de preparo na compactação do solo, disponibilidade hídrica e comportamento do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, p. 83-91, 1999.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TECCHIO, M. A., LEONEL, S., CAMILI, E. C.; MOREIRA, G. C.; PAIOLI-PIRES, E. J.; RODRIGUES, J.D. Uso de bioestimulante na videira niagara rosada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1236-1240, 2006.

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

URCHEI, M. A. **Efeitos do plantio direto e do preparo convencional sobre alguns atributos físicos de um latossolo vermelho-escuro argiloso e no crescimento e desenvolvimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) sob irrigação**. 1996. 131 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1996.

VIEIRA, R. D.; PANOBIANCO, M.; LEMOS, L. B.; FORNASIERI FILHO, D. Efeito de genótipos de feijão e de soja sobre os resultados da condutividade elétrica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 18, n. 2, p. 220-224, 1996.

VIEIRA, E. H. N.; COSTA, L. S.; LOPES, J. O. Controle de qualidade da lavoura. In: VIEIRA, E. H. N.; RAVA, C. A. (Ed.). **Sementes de feijão**: produção e tecnologia. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA, 2000. cap. 6, p. 91-111.

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

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

WUTKE, E. B. Adubação verde: manejo da fitomassa e espécies utilizadas no Estado de São Paulo. In: WUTKE, E. B.; BULISANE, E. A.; MASCARENHAS, H. A. A. (Coord.). **Curso sobre adubação verde no Instituto Agronômico**. Campinas: Instituto Agronômico, 1993. p. 17-29. (Documentos, 35).