



FÁBIO AURÉLIO DIAS MARTINS

**SISTEMAS DE MANEJO E POPULAÇÃO DE
PLANTAS NA CULTURA DO FEIJOEIRO
COMUM**

LAVRAS – MG

2016

FÁBIO AURÉLIO DIAS MARTINS

**SISTEMAS DE MANEJO E POPULAÇÃO DE PLANTAS NA CULTURA
DO FEIJOEIRO COMUM**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

Prof. Dr. Messias José Bastos de Andrade
Orientador

Prof. Dr. Magno Antônio Patto Ramalho
Coorientador

LAVRAS-MG

2016

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Dias Martins, Fábio Aurélio.

Sistemas de manejo e população de plantas na cultura do feijoeiro comum / Fábio Aurélio Dias Martins. – Lavras : UFLA, 2016.

159 p. : il.

Tese(doutorado)–Universidade Federal de Lavras, 2016.

Orientador(a): Messias José Bastos de Andrdade.

Bibliografia.

1. feijoeiro comum. 2. produção integrada. 3. população de plantas. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

FÁBIO AURÉLIO DIAS MARTINS

**SISTEMAS DE MANEJO E POPULAÇÃO DE PLANTAS NA CULTURA
DO FEIJOEIRO COMUM**

**SYSTEMS MANAGEMENT AND PLANT POPULATION IN COMMON
BEAN CULTURE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 10 de junho de 2016.

Prof. Dr. Abner José de Carvalho	UNIMONTES
Prof. Dr. Élberis Pereira Botrel	UFLA
Pesq. Dr. Hugo Adelande de Mesquita	EPAMIG
Pesq. Dr. Moizés de Souza Reis	EPAMIG

Prof. Dr. Messias José Bastos de Andrade
Orientador

Prof. Dr. Magno Antônio Patto Ramalho
Coorientador

LAVRAS-MG

2016

A Deus, pela vida e saúde.

OFEREÇO

À minha filha Maria Júlia, pela imensa felicidade que me causou com a sua chegada, e pela esperança que representa de um futuro melhor.

À minha esposa Gisele, pelo amor, carinho, companheirismo, paciência, e inegável fé na minha capacidade de realizar.

Aos meus pais, Fernando e Maria do Carmo, por seu amor incondicional e pela oportunidade que me ofereceram de estudar e ter na educação a base para meu crescimento pessoal e profissional.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), por ter me autorizado a realizar o curso de doutorado através de licença remunerada, o que foi um grande incentivo ao meu aprimoramento profissional.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão de bolsa de estudos, através do PCRH, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela disponibilização de recursos financeiros.

À Universidade Federal de Lavras, em especial ao Departamento de Agricultura, que me possibilitou a realização deste curso, oferecendo a capacidade de seus profissionais (professores e técnicos) e sua excelente estrutura, possibilitando a adequada condução dos trabalhos.

Ao meu orientador, professor Messias José Bastos de Andrade, por sua orientação, por seu exemplo de conduta, por sua paciência, ou seja, pela parceria generosa e sincera que estabelecemos em nossa convivência.

Aos membros da banca avaliadora, professores Abner José de Carvalho e Élberis Pereira Botrel, pesquisadores Hugo Adelande de Mesquita e Moisés de Souza Reis. Muito me honra suas sugestões e críticas, além da disponibilidade para me auxiliar.

Ao professor Magno Antônio Patto Ramalho, meu coorientador, pela ideia original do trabalho, e também à pesquisadora Ângela de Fátima Barbosa Abreu, pela disponibilização de sementes, e pela parceria constante.

Aos pesquisadores, Sérgio Augusto Moraes Carbonell e Alisson Fernando Chiorato, do IAC, e à Vânia Moda Cirino, do IAPAR, pela disponibilização de sementes.

À Dona Aparecida (Fazenda Xavier) e aos professores Jackson Antônio Barbosa (DEG-UFLA), e André Delly Veiga (IFET Sul de Minas - Machado), pela disponibilização de áreas para condução de experimentos.

Ao professor André Delly Veiga e à equipe do Campo Experimental de Lambari e do IFET Sul de Minas – Campus Machado, por todo o apoio na condução de experimentos.

Ao acadêmico em agronomia do IFET Sul de Minas, Mateus, pelo apoio primordial em Machado.

Aos funcionários do setor de Grandes Culturas do DAG-UFLA, Manguinha, Antônio Henrique, Geraldo Cândido, Júlio, Adriano, Edésio e Ezequiel, parceiros fundamentais nas tarefas rotineiras.

Aos colegas, que enriqueceram muito nosso cotidiano com amizade e colaboração generosa, Bruno Soares, Bruno Cardillo, Marislaine, Damiany, Laís, Geraldo Gontijo, Otávio, Leonardo, Leandro, Natalia, Vinicius, Fernando, Gustavo, Júlia, Renan, Nayara, Everton Zambiazzi, Karina Barroso e outros, que de alguma forma contribuíram, mais ou menos, mas sempre com grande companheirismo e, o mais importante, com sua amizade.

MUITO OBRIGADO!

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivos: avaliar os efeitos técnicos e econômicos da adoção da produção integrada, comparados à aplicação de insumos de forma previamente escalonada, em diferentes níveis, além de avaliar o comportamento de nove diferentes cultivares de feijoeiro do tipo carioca, sob diferentes densidades de semeadura. Para alcançar os objetivos propostos foram conduzidos 20 experimentos de campo, em cinco diferentes localidades do estado de Minas Gerais. Três experimentos compararam diferentes sistemas de produção, incluindo a produção integrada, sendo que em dois deles, houve ainda a comparação com a produção integrada utilizando de sementes inoculadas com bactérias promotoras de FBN. Também foram conduzidos 17 experimentos, oito em Madre de Deus de Minas, cada um com uma cultivar submetida a seis densidades de plantio, com oito repetições, num delineamento em blocos. E nove experimentos foram conduzidos em Lambari, também cada um com uma cultivar, mas submetidos a cinco populações de plantas, com seis repetições, delineado em blocos casualizados. Os experimentos de cada localidade foram analisados conjuntamente, permitindo comparar as cultivares. Foram avaliados sempre que possível, o rendimento de grãos e os componentes primários do rendimento. Para os ensaios de PI foi realizada a análise econômica através dos custos, nos ensaios com variação da adubação nitrogenada foram avaliados o teor de N foliar e nos grãos e o acúmulo nos grãos. Foram realizadas leituras SPAD (leituras indiretas de clorofila) e quando possível, obtido o ISN. Nos ensaios de comparação de cultivares em diferentes populações de plantas, foi avaliado o efeito sobre as plantas daninhas presentes nos experimentos. Por fim concluiu-se que: A PI possibilita produtividades semelhantes e até superiores à de tratamentos onde são aplicadas doses muito superiores de insumos, com maior sustentabilidade econômica da PI do feijoeiro, mesmo em condições onde a produtividade alcançada não permite o pagamento de todos os custos, além de permitir uma atividade com maior viabilidade econômica. Maiores populações de plantas proporcionaram maior rendimento de grãos nos experimentos conduzidos em Lambari. Corda de Viola e Poaia tiveram a frequência reduzida com o aumento da população de plantas. As cultivares BRSMG Madrepérola e BRS Notável se destacaram, com os rendimentos mais elevados nos dois ambientes de cultivo.

Palavras-chave: Feijoeiro comum. População de plantas. Produção integrada.

ABSTRACT

This study aimed to: to evaluate the technical and economic effects of the adoption of integrated production, compared to the application previously staggered of form inputs at different levels, and to evaluate the behavior of nine different growing carioca bean of under different sowing densities. To achieve the proposed objectives were conducted 20 field trials in five different locations in the state of Minas Gerais. Three experiments comparing different production systems including integrated production, being that two of them there was the comparison to the integrated production using seed inoculated with bacteria that promote FBN. Were also conducted 17 experiments, eight in Madre de Deus de Minas each with a cultivar subjected to six planting densities with eight repetitions in a randomized block design. And nine experiments in Lambari, also each with a cultivar, but subjected to five plant populations, with six repetitions in a randomized block. The experiments of each locality were analyzed together allowing you to compare cultivation. We evaluated whenever possible grain yield, and primary income components. For PI testing economic analysis was performed through the costs for tests with variable nitrogen fertilization were evaluated foliar N concentration and grain and accumulation in the grains. Readings were taken SPAD (indirect readings of chlorophyll) and where possible obtained the ISN. In cultivation comparison tests on different plant population evaluated the effect on weed plants in the experiments. Finally it was concluded that: PI provides similar or even higher to treatments where much higher doses of inputs are applied with greater economic sustainability of bean IP, even in conditions where the achieved productivity does not allow the payment of all cost, and allows an activity with greater economic viability. Higher plant populations provided higher grain yield in experiments conducted in Lambari. •Corda de Viola and Poaia rope had reduced frequency with increasing plants population. The cultivation BRSMG Madrepérola and BRS Notável stood out with the highest yields in both growing environments.

Key words: Common bean. Plant population. Integrated production.

LISTA DE ABREVIATURAS

ANG	Acúmulo de nitrogênio nos grãos
C/N	Relação carbono nitrogênio
CA	Custo alternativo
CCO	Capim colchão (<i>Digitaria sanguinalis</i> L. Scop.)
CDTT	Centro de desenvolvimento e transferência de tecnologias
CF	Custos fixos
CFMe	Custo fixo médio
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical
CMAR	Capim marmelada (<i>Brachiaria plantaginea</i>)
CMe	Custo médio
Cop	Custo operacional
CopTMe	Custo operacional total médio
CopVMe	Custo operacional variável médio
CT	Custo total
CTMe	Custo total médio
CV	Custo variável
CVMe	Custo variável médio
CVO	Corda de viola (<i>Ipomoea grandifolia</i> (Dammer) O'Donell)
Cwa	Clima temperado úmido com inverno seco e verão quente
DAE	Dias após a emergência
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPAMIG	Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado de Minas Gerais
FBN	Fixação biológica de nitrogênio
FV	Fontes de variação
G/V	Grãos por vagem

GG	Grãos grandes
GL	Graus de liberdade
GM	Grãos médios
GP	Grãos pequenos
IAC	Instituto Agronômico de Campinas
IAPAR	Instituto Agronômico do Paraná
IEA	Instituto de Economia Agrícola
IFET	Instituto Federal de Educação Tecnológica
IRC	Índice relativo de clorofila
ISN	Índice de suficiência de nitrogênio
K	Potássio
LEI	Leiteiro (<i>Euphorbia heterophylla</i> L.)
M.O.	Matéria orgânica
MAP	Fosfato mono amônio
MAPA	Ministério da agricultura pecuária e abastecimento
MAS	Mastruz (<i>Coronopus didynus</i> L. Sm.)
MCG	Massa de cem grãos
N	Nitrogênio
NAB	Nabiça (<i>Raphanus spp.</i>)
NP	Estande final de plantas
NPK	Adubo formulado com nitrogênio, fósforo e potássio
OILB	Organização Internacional da Luta Biológica
P	Fósforo
PI	Produção integrada
PIF	Produção integrada de frutas
POA	Poaia (<i>Richardia brasiliensis</i> Gomes)
QM	Quadrados médios
REND	Rendimento de grãos

RMe	Receita média
SAPI	Sistema agropecuário de produção integrada
SLU	Erva de Santa Luzia (<i>Chamaesyce hirta</i> L. Millsp.)
SPAD	Leituras indiretas de clorofila (Soil Plant Analysis Development)
TIR	Tiririca (<i>Cyperus rotundus</i> L.)
TNG	Teor de nitrogênio nos grãos
TRAP	Trapoeraba (<i>Commelina benghalensis</i> L.)
UFC	Unidades Formadoras de colônias
UFLA	Universidade Federal de Lavras
UFV	Universidade Federal de Viçosa
UM	Umidade Média
V/P	Vagens por plantas

SUMÁRIO

	CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO GERAL.....	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1	Conjuntura atual da cultura do feijão	18
2.2	Histórico e objetivos da PI.....	18
2.3	Vantagens da PI.....	22
2.4	Sistemática da PI	23
2.5	Produção integrada de feijão.....	24
2.6	Adubação nitrogenada na cultura do feijoeiro	25
2.7	Clorofilômetro e adubação nitrogenada das plantas	27
2.8	Arranjo espacial da semeadura do feijoeiro	32
2.9	Análise econômica por meio da teoria dos custos	34
	REFERÊNCIAS	40
	CAPITULO II- Sistemas de produção do feijoeiro comum na Região Sul de Minas Gerais.....	51
1	INTRODUÇÃO	53
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	55
2.1	Localização, clima e solo.....	55
2.2	Cultivares e unidades experimentais.....	58
2.3	Tratamentos e delineamento experimental.....	59
2.3.1	Descrição dos tratamentos do experimento de Lavras	61
2.3.2	Descrição dos tratamentos do experimento de Ijaci	67
2.3.3	Descrição dos tratamentos do experimento de Machado	73
2.4	Características avaliadas e análise estatística	79
2.5	Análise econômica.....	80
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	81
3.1	Ensaio de Lavras.....	81

3.2	Ensaio de Ijaci.....	85
3.3	Ensaio de Machado.....	89
3.4	Análise econômica.....	95
3.4.1	Ensaio de Lavras.....	95
3.4.2	Ensaio de jaci.....	99
3.4.3	Ensaio de Machado.....	102
4	CONCLUSÕES.....	108
	REFERÊNCIAS.....	109
	CAPÍTULO III - Cultivares de feijoeiro do tipo carioca em diferentes estandes de planta iniciais.....	114
1	INTRODUÇÃO.....	116
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	118
2.1	Cultivares utilizadas.....	118
2.2	Clima e solo.....	118
2.3	Tratamentos, delineamento estatístico e parcelas experimentais.....	119
2.4	Instalação, condução e colheita dos ensaios.....	121
2.4.1	Madre de Deus de Minas.....	121
2.4.2	Lambari.....	122
2.5	Procedimentos estatísticos.....	124
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	125
3.1	Madre de Deus de Minas.....	125
3.1.1	Rendimento de grãos.....	125
3.1.2	Umidade média de grãos.....	127
3.1.3	Massa de 100 grãos.....	128
3.1.4	Retenção de grãos em peneiras.....	131
3.2	Lambari.....	136
3.2.1	Rendimento de grãos.....	136
3.2.2	Componentes do rendimento.....	138

3.2.3	Avaliação de plantas Daninhas.....	140
4	CONCLUSÕES	152
	REFERÊNCIAS	153

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO GERAL

O feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma cultura de grande importância no Brasil, pois constitui a principal fonte de proteína na dieta da maioria da população, sendo cultivada por produtores rurais de todos os níveis tecnológicos, com grande participação na agricultura familiar e de subsistência.

Com a migração de grandes produtores e empresários rurais para a produção de feijão, houve grande aporte de insumos na cultura, tais como adubos minerais, fungicidas, inseticidas e herbicidas, dentre outros, porém, nem sempre utilizados de forma racional. A cultura tem grande exigência nutricional, sendo o nitrogênio um dos elementos essenciais exigidos em maior quantidade. Como consequência, em muitas regiões, o uso indiscriminado de defensivos tem causado inúmeros problemas relacionados ao alto custo de produção, contaminação ambiental, acidentes na aplicação e presença de resíduos no produto final. Além disso, a pesquisa em fitotecnia não tem conseguido recomendar, e mesmo transferir, com a velocidade requerida, as tecnologias geradas no que se refere ao manejo das cultivares recém-lançadas.

Nas últimas décadas, aumentou a demanda por alimentos e produtos agropecuários com origem em sistemas de produção com exploração harmônica, menos nociva aos recursos naturais. Neste cenário, a partir da década de 70, o conceito de Produção Integrada (PI) foi formulado e apresentado como um sistema de exploração agrária que produz alimento seguro, com qualidade, sanidade, boas práticas, sustentabilidade, rastreabilidade e certificação. Utilizando de forma consciente os recursos naturais, atendendo a mecanismos de regulação e utilizando os insumos estritamente necessários, a produção integrada pode assegurar uma produção agrícola sustentável.

Baseada em diretrizes da Organização Internacional da Luta Biológica (OILB), a Produção Integrada (PI) foi concebida para atender à necessidade de

um sistema de produção agrícola seguro para o produtor e consumidor, com sustentabilidade ambiental e social aliadas à rentabilidade e capaz de propiciar competitividade ao produtor em um mercado globalizado, requisitos para uma cadeia produtiva sólida (ANDRIGUETO et al., 2009).

No Brasil, com a experiência bem sucedida da Produção Integrada de Frutas (PIF), propuseram-se outros projetos, nos quais são objetos de desenvolvimento, metodologias para adoção da PI de grãos, cereais, olerícolas, flores, e também de animais, com o intuito de criar o Sistema Agropecuário de Produção Integrada (SAPI), uma política pública proposta pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), com *status* de sistema oficial de certificação, com a chancela do Governo Brasileiro (HOFFMANN et al., 2008; LIMA et al., 2008).

Com a PI na cultura do feijoeiro comum, os trabalhos no Brasil são recentes, iniciados em 2008. A metodologia proposta para a implantação da produção integrada do feijoeiro foi estabelecida em 2009 (BARBOSA et al., 2009) e validada pela primeira vez em 2010 (BARBOSA et al., 2010), com a incorporação das normas do Manejo Integrado de Pragas do Feijoeiro (QUINTELA, 2001) e do Manejo Fitossanitário do Feijoeiro (QUINTELA et al., 2005).

Considerando a importância econômica, social e nutricional do feijão no país, a escassez de informações sobre a produção integrada dessa leguminosa, e a grande relevância desse sistema de produção para uma agricultura economicamente viável e ambientalmente sustentável, é urgente e indispensável à realização de estudos de validação em diferentes regiões, com vistas a sua adoção.

A adoção da PI caracteriza-se pela correta aplicação de diversas técnicas de manejo fitotécnico, possibilitando que os produtores brasileiros de feijão

alcancem o domínio de tecnologias que favoreçam a produção sustentável sob todos os aspectos: social, ambiental e econômico.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Conjuntura atual da cultura do feijão

Os dados mundiais mais recentes demonstram que em 2014, o Brasil foi o terceiro maior produtor mundial de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.), superado apenas pela Índia e Mianmar (FAOSTAT, 2016). A produção estimada na safra 2014/2015 foi de 2,926 milhões de toneladas, em uma área de 2,934 milhões de hectares e, conseqüentemente, a produtividade média estimada naquela safra foi de 997 kg ha⁻¹ de grãos. Minas Gerais, na mesma safra, teve produção estimada em 538,4 mil toneladas, área de 335,1 mil ha e produtividade de 1607 kg ha⁻¹, sendo o segundo maior produtor, atrás apenas do Paraná (CONAB, 2016).

Essa leguminosa tem sua importância social e econômica evidenciada pelo numeroso contingente de pequenos produtores e trabalhadores rurais ainda envolvidos na sua produção, a despeito da melhoria do nível tecnológico utilizado e da conseqüente mecanização e atração de grandes produtores e empresários para a sua cadeia produtiva. O feijão também representa importante fonte proteica na dieta alimentar da população brasileira, principalmente a de baixa renda.

2.2 Histórico e objetivos da PI

A origem da Produção Integrada remonta aos anos 50, com uma série de pesquisas que contrapuseram os efeitos indesejáveis do uso inadequado de agrotóxicos, com os benefícios da utilização de inimigos naturais e outras estratégias de biocontrole de pragas e doenças (DICKLER, 2000).

Anos depois, na Suíça, em 1976, um grupo de entomologistas reuniu-se para discutir as relações entre os sistemas de produção e a Produção Integrada. Na ocasião, ficou claro a necessidade de evoluir para um novo sistema de manejo das culturas, que enfatizasse a preservação do agro ecossistema e utilizasse, em conjunto, todas as práticas disponíveis de produção, incluindo a proteção das plantas, visando obter produtos de qualidade e reduzir as perdas causadas pelas pragas. Esse conjunto de ações viria constituir a Produção Integrada (BOLLER, 1998).

Em 1978, o Conselho da Secção Europeia da OILB constituiu uma Comissão que elaborou as normas de aplicação da Produção Integrada e definiu suas bases, método de aplicação e aspectos da comercialização dos produtos obtidos. Entretanto, foi somente em 1993, que a OILB publicou um documento com os princípios e normas técnicas da PI (BOLLER, 1998).

Há muito se faz uso da PIF em importantes regiões produtoras de frutas da Alemanha, Áustria, Suíça e Itália, com avanços significativos na adoção desse sistema na Espanha, Bélgica e Portugal. Nesses países, as frutas produzidas sob as diretrizes do sistema são comercializadas com certificação garantida por selo de identificação, sendo as preferidas nos grandes canais de comercialização (SANHUEZA, 2000).

Na América do Sul, a Argentina foi pioneira na implantação da Produção Integrada em pequenos e médios pomares de maçãs e peras. Posteriormente, o programa foi também iniciado no Uruguai, Chile e Brasil (LOPES; OLIVEIRA; FREITAS, 2003).

No Brasil, a Embrapa Uva e Vinho, iniciou em 1996, estudos para desenvolver a PI de maçã. Estabeleceram-se ações de pesquisa e difusão, assim como a divulgação dos conceitos junto aos meios técnico-científicos e ao setor produtivo para, então, construir as bases de um projeto de pesquisa que verificou a viabilidade do sistema no Sul do Brasil. Concomitantemente, foram elaboradas

as bases legais. Em 1998, a primeira versão das Normas Técnicas para Produção Integrada de Maçã no Brasil, foi publicada. Esse trabalho embasou, posteriormente, os Programas de Produção Integrada de Pêssego no Rio Grande do Sul e serviu de exemplo aos Programas de Manga e Uva no Submédio do Vale do São Francisco, iniciados em 1999, pela Embrapa Meio Ambiente e Embrapa Semiárido em parceria com a Associação dos Produtores e Exportadores de Hortigranjeiros e Derivados do Vale do São Francisco – Valexport e outras instituições nacionais e estrangeiras (LOPES; OLIVEIRA; FREITAS, 2003).

No final do ano 2000, por meio de convênio entre o MAPA e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), foram disponibilizados recursos para apoiar o desenvolvimento de projetos de PI em 14 culturas, em nível nacional (LOPES; OLIVEIRA; FREITAS, 2003).

O sistema de PI é constituído por um conjunto de práticas agronômicas selecionadas dentre aquelas disponíveis na região produtora, e que, conjuntamente, asseguram qualidade e produtividade das culturas dentro de uma base sustentável. O uso de diferentes métodos (biológicos e químicos, dentre outros) é cuidadosamente avaliado, levando-se em conta as exigências dos consumidores, a viabilidade econômica e a proteção ao meio ambiente.

Lopes, Oliveira e Freitas (2003) listam como principais objetivos da PI: a) integrar os recursos naturais e os mecanismos de normatização das atividades da exploração agrícola, visando otimizar a utilização de insumos; b) assegurar uma produção sustentável de alimentos e outros produtos de alta qualidade mediante a utilização, preferencialmente, de tecnologias que respeitem o meio ambiente; c) eliminar ou reduzir as fontes de contaminação geradas pelas atividades agropecuárias e manter as funções múltiplas da agricultura.

Em relação à PIF, os mesmos autores ressaltam como prioridades: a) ter uma visão holística, considerando as características próprias de cada ecossistema

e a importância do bem-estar e exploração racional dos recursos naturais; b) minimizar os impactos indesejáveis e custos externos sobre a sociedade, tentando atenuar efeitos indiretos das atividades agrícolas (como, por exemplo, a contaminação da água por agrotóxicos, a redução de recursos hídricos pelo aporte de sedimentos decorrentes de erosão de solo e outros); c) equilibrar a ciclagem dos nutrientes, reforçar a diversidade biológica local, minimizar perdas, propor manejo ótimo dos recursos naturais e de técnicas utilizadas na agricultura; d) proporcionar constante reciclagem do conhecimento e motivação aos produtores e principais agentes envolvidos nos processos da cadeia produtiva pós-colheita, e certificação de qualidade sobre educação ambiental e Produção Integrada; e) utilizar métodos que fomentem o aumento e conservação da fertilidade intrínseca do solo; f) priorizar o uso de manejo integrado de pragas e doenças, como base da tomada de decisão para proteção das culturas; e g) fomentar a busca pela elevada qualidade do produto, levando em consideração parâmetros ecológicos do sistema de produção e os de certificação de qualidade.

O sucesso da PIF requer formação e atualização profissional permanente e uma atitude proativa e compreensiva dos integrantes quanto aos objetivos do programa. Os produtores devem ser formados profissionalmente sobre todos os aspectos, frequentando cursos de formação organizados com esta finalidade. Eles devem ter um completo conhecimento dos objetivos e dos princípios da PIF e das diretrizes e normas regionais vigentes. Também deve haver um comportamento positivo e compreensivo da conservação do ambiente e da saúde (LOPES; OLIVEIRA; FREITAS, 2003).

2.3 Vantagens da PI

Dentre as vantagens econômicas diretas advindas da PI, destaca-se a redução de custos de produção decorrentes da redução do uso indiscriminado de insumos agrícolas. Em se tratando de benefícios indiretos, encontra-se o atendimento à crescente busca por produtos ‘saudáveis’, os quais são identificados pela sociedade, pelos selos de certificação de qualidade. Assim, assegura-se ao consumidor, que todo o processo envolvido, desde a semente, seja conhecido e monitorado, permitindo a identificação daqueles que atendam aos requisitos de qualidade, além de possibilitar o monitoramento dos níveis de resíduos de agrotóxicos nos produtos, que possam vir a comprometer a saúde do consumidor.

A PI não objetiva por princípio, o aumento da produtividade, e sim a manutenção dos níveis obtidos pela produção convencional, porém, de forma mais segura (produtos mais saudáveis) e com reduzido impacto ao meio ambiente. Entretanto, em muitos casos, a produtividade pode vir a aumentar, em função do maior rigor no acompanhamento das atividades de manejo e das tecnologias aplicadas.

A principal vantagem da PI é a possibilidade de aumentar a demanda dos produtos produzidos, em virtude do sistema permitir maior qualidade e credibilidade, além de rastreabilidade dos mesmos. Dentro do programa está prevista, além da normatização, a criação de um selo de qualidade, semelhante ao que existe para os produtos orgânicos, certificando que aquele produto foi obtido dentro das normas da PI estabelecidas para a cultura em questão.

Outra vantagem importante do sistema é propiciar o aumento de parcerias entre os produtores, para que os mesmos obtenham um produto final com a qualidade desejada pelos consumidores (LOPES; OLIVEIRA; FREITAS, 2003).

2.4 Sistemática da PI

A PI envolve todas as atividades que garantem a sustentabilidade do sistema produtivo e, desta forma, alcançam a produção de alimentos com qualidade que pode ser certificada, alicerçada em visão holística dos processos envolvidos na produção (ANDRIGUETO; KOSOSKI, 2005).

Andrigueto et al. (2009) descrevem as prioridades da PI: a) capacitação ou educação; b) sustentabilidade; c) rastreabilidade; d) certificação ou reconhecimento formal.

O Brasil possui seu Marco Legal da Produção Integrada, composto por: 1. Diretrizes e Normas Técnicas Gerais para a Produção Integrada de Frutas, oficializada por intermédio da Instrução Normativa Nº 20, publicada no Diário Oficial da União-DOU de 15 de outubro de 2001; 2. Regulamento de Avaliação da Conformidade-RAC; 3. Definições e Conceitos-PIF; 4. Regimento Interno da Comissão Técnica-CTPIF; 5. Formulários do Cadastro Nacional de Produtores e Empacotadores (CNPE) e outros documentos de igual importância, resultantes da parceria entre o MAPA e o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro) do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (ANDRIGUETO; KOSOSKI, 2004).

No que se refere à utilização de agrotóxicos na produção integrada, a permissão é restritiva, de acordo com a toxicidade e o potencial residual do produto. Desta forma, são permitidos somente os agrotóxicos mais eficientes e seletivos, diminuindo a possibilidade de intoxicação do produtor e também de impacto ambiental, além de propiciar a produção com menor risco de contaminação do produto final (TIBOLA et al., 2005).

2.5 Produção integrada de feijão

Atualmente, há no país, programas de PI coordenados pelo MAPA envolvendo as mais variadas culturas de importância nacional, dentre elas, o feijoeiro. A inserção do feijoeiro se deu por iniciativa de projeto coordenado pela Embrapa Arroz e Feijão de 2008 (KNUPP et al., 2010). A Agenda estratégica para a cultura do feijão faz recomendação de que tudo que for obtido no âmbito da pesquisa, desenvolvimento e inovação, venha a ser inserido na sistematização da PI do feijoeiro (BRASIL, 2011).

Toda a tecnologia obtida pela pesquisa disponibiliza ao setor produtivo do feijão uma série de ferramentas: cultivares produtivas e adaptadas às diferentes regiões brasileiras, manejo adequado do solo, adubação e calagem, e manejo integrado de pragas e doenças, dentre outras (QUINTELA, 2001; QUINTELA et al., 2005; BARBOSA; GONZAGA, 2012). No entanto, no campo, os avanços científicos são adotados apenas parcialmente pelos produtores, e os resultados desejados não são alcançados, o mesmo ocorrendo com a sustentabilidade da atividade produtiva. Diagnósticos realizados em importantes regiões produtoras de feijão no Brasil indicam ser necessário a compatibilização do cultivo com requisitos de ordem econômica, ambiental e social, expressando urgente demanda de tecnologias que assegurem uma produção agrícola sustentável e competitiva. Essa demanda pode ser plenamente atendida com a aplicação das técnicas preconizadas na PI (BARBOSA et al., 2009).

Um Projeto de Produção Integrada de Feijão Comum (PI Feijão Comum) deve visar um sistema de produção que propicie qualidade superior ao produto para o consumo interno e que, simultaneamente, propicie potencial para atender também aos mercados internacionais, por meio da obtenção do selo de certificação (BARBOSA et al., 2009).

A produção do feijoeiro comum, quando adotada a PI, apresentou um desempenho econômico superior em relação à produção convencional, principalmente em função de seu menor custo operacional de produção. A adoção da PI contribui para a sustentabilidade da produção de feijão comum, garantindo o atendimento a mercados exigentes em qualidade e assegurando a rastreabilidade do processo produtivo (SILVA et al., 2012).

2.6 Adubação nitrogenada na cultura do feijoeiro

Dentre os aspectos que podem ser melhorados no cultivo do feijoeiro, está o manejo de adubação das plantas, uma vez que, com o fornecimento adequado e equilibrado de nutrientes, por meio da aplicação de fertilizantes, é possível obter aumentos significativos na produtividade de grãos (MIRANDA et al., 2000; ANDRADE et al., 2004; ARF et al., 2011). Entretanto, para se alcançar resultados melhores, é preciso adubar equilibradamente e posicionar o adubo corretamente, em relação às sementes e à superfície do solo (MEIRA et al., 2005; SORATTO et al., 2005; FARINELLI et al., 2006a e 2006b; KLUTHCOUSKI et al., 2006; CRUSCIOL et al., 2007; VALDERRAMA et al., 2009; SANT'ANA et al., 2010; AFONSO et al., 2011; ARF et al., 2011; BARBOSA et al., 2011).

O consumo brasileiro de fertilizantes no ano de 2015 foi de aproximadamente 30 milhões de toneladas, evidenciando uma retração em relação ao ano de 2014, quando o consumo foi superior a 32 milhões de toneladas (ANDA, 2016). Em geral, as recomendações oficiais de adubação nitrogenada na cultura do feijoeiro para o Estado de Minas Gerais, adotam doses entre 20 e 100 kg ha⁻¹ (CHAGAS et al., 1999), variando em razão da tecnologia empregada. Segundo Malavolta (1980), essa recomendação de adubação se deve

à baixa exigência inicial de nitrogênio (N) pelas culturas anuais, ao efeito salino sobre a semente e à possibilidade de perdas por lixiviação.

O nitrogênio é um nutriente importante, pois constitui proteínas, ácidos nucléicos e outros componentes das células, até mesmo membranas e diversos fitohormônios. Está presente em alta concentração na atmosfera na forma de N_2 (78%), mas nenhuma espécie animal, ou mesmo vegetal, consegue assimilação direta do nutriente nesta forma química, já que existe grande estabilidade da ligação tripla entre os dois átomos de N.

O nitrogênio utilizado pela cultura do feijoeiro pode ser oriundo de fontes como fertilizantes nitrogenados, matéria orgânica ou fixação biológica de nitrogênio (FBN).

Os principais fertilizantes nitrogenados são sintetizados a partir do nitrogênio atmosférico, em um processo industrial altamente oneroso. Este processo de transformação do nitrogênio gasoso (N_2) em amônia (NH_3) requer hidrogênio derivado de gás de petróleo, altas temperaturas (300 a 600°C) e altas pressões (200 a 800 atm). O gasto com fontes energéticas não renováveis, para a produção de uma tonelada de NH_3 é equivalente, em média, a seis barris de petróleo (CARVALHO, 2002).

Os fertilizantes nitrogenados são prontamente assimilados, mas, um agravante é a sua baixa eficiência, que raramente alcança 50%, devido a perdas relacionadas a práticas culturais inadequadas, lixiviação (lavagem do perfil do solo), desnitrificação (transformação do NO_3^- em formas gasosas como N_2 e NO_2) e pela volatilização do NH_3 (CANTARELLA, 2007). A aplicação em cobertura é ainda mais sujeita a fatores de perda, pois nem sempre o produtor a realiza de forma adequada, e porque o manejo em plantio direto implica em fertirrigação ou aplicação a lanço, já que não é possível o revolvimento do solo.

É desejável, portanto, estimar de forma mais precisa a necessidade de aplicações ou, pelo menos, utilizar ferramentas que permitam recomendação

mais precisa, que diminuam a possibilidade de perdas, reduzindo impactos ambientais e custos de produção.

Uma boa estratégia para manutenção da sustentabilidade dos agroecossistemas é a preservação da matéria orgânica (M.O) no solo, desde que mantida uma adequada relação C/N, viabilizando os sistemas de produção de maneira sustentável. Os processos de decomposição da M.O. e as perdas de N aceleradas pelas condições de temperatura e umidade que predominam no território brasileiro, podem esgotar rapidamente o limitado reservatório de N presente na M.O do solo, principalmente quando associadas a manejos que impliquem em cultivos sucessivos. Este processo resulta em solos com baixos teores de N (0,05 a 0,30 dag kg⁻¹ de N), e produtividade agrícola inferior (CARVALHO, 2002).

Outra importante fonte de nitrogênio para a cultura do feijoeiro é a FBN, viabilizada por bactérias fixadoras de N₂ nodulíferas, ainda que a eficiência dessa simbiose seja inferior a de outras leguminosas como a soja, por exemplo.

2.7 Clorofilômetro e adubação nitrogenada das plantas

As complexas interações entre os processos químicos de transformação do nitrogênio no solo e as variações de condições climáticas, não permitem o desenvolvimento de uma metodologia laboratorial que avalie satisfatoriamente a fertilidade do solo em N, dificultando a predição da necessidade de adubação nitrogenada para uma determinada cultura (BARBOSA FILHO et al., 2007).

A baixa eficiência agrônômica do nitrogênio é observada ano após ano em diversas culturas, devido, provavelmente, à adubação nitrogenada ser baseada na análise visual ou em uma recomendação empírica (CARVALHO et al., 2012). Segundo esses autores, o uso inadequado desse nutriente pelos agricultores, por vezes até em excesso, com intuito de não ocasionar redução da

produtividade e, conseqüentemente, diminuição da lucratividade, ampliou sobremaneira os riscos de contaminação ambiental.

Assim, as recomendações de adubação nitrogenada são baseadas em curvas de resposta da planta ao Nitrogênio, obtidas por meio de ensaios de campo realizados numa determinada região, em que os dados de produtividade de grãos, absorção de N ou acúmulo de matéria seca pela planta são ajustados a equações matemáticas que, após devidamente ajustadas, expressam a resposta da planta ao nutriente (BARBOSA FILHO et al., 2007).

O correto diagnóstico de N na planta é essencial para o seu manejo. Os métodos convencionais disponíveis para essa avaliação são confiáveis, mas demorados, impossibilitando que seja tomada uma decisão de forma imediata. Uma alternativa para realizar esse diagnóstico é a utilização de um medidor de clorofila, denominado clorofilômetro, um aparelho eletrônico portátil que gera grandezas relacionadas aos teores de clorofila presente na folha (CARVALHO et al., 2012). Um desses equipamentos, apresentado na década de 90, foi desenvolvido pela *Soil-Plant Analyses Development* (SPAD- 502, Minolta, Japão). Trata-se de aparelho portátil que fornece leituras que podem ser relacionadas ao teor de clorofila presente nas folhas, sem a necessidade de destruí-las. Mensura rapidamente, e com grande praticidade, a campo e com baixo custo, possibilitando que o resultado de sua utilização permita resultados ainda dentro da mesma safra (BLACKMER; SCHEPERS, 1995; MURDOCK et al., 1997; STEVENS et al., 1999; JESUS; MARENCO, 2008; ZHANG et al., 2008; SINGH et al., 2010).

O princípio de funcionamento do aparelho Minolta SPAD-502 é simples e baseia-se na quantidade de luz (comprimentos de onda que variam de 650 nm a 940 nm) que é capaz de atravessar a folha (transmitância), medindo indiretamente a concentração relativa de clorofila, expressa como Índice

Relativo de Clorofila (IRC), uma medida adimensional (GUIMARÃES et al., 1998; NUNES et al., 2003).

O clorofilômetro Minolta SPAD-502 é, portanto, sensível à transmitância de luz através da folha, basicamente em dois picos de comprimento de onda, 650 nm (luz vermelha), região de alta absorvância pelas moléculas de clorofila, e 940 nm (radiação infravermelha), que confere a devida correção desta medida (MINOLTA, 1989; MARENCO; LOPES, 2007; STEVENS et al., 2008).

Espera-se que a utilização do clorofilômetro permita um ajuste mais fino da gestão de N em condições de campo para a cultura do feijoeiro (PETERSON et al., 1993; BULLOCK ; ANDERSON, 1998; MURDOCK et al., 1997; REIS et al., 2006; SHAPIRO et al., 2006; ROSTAMI et al., 2008), diminuindo sensivelmente a possível limitação da produtividade, que pode ser ocasionada pela deficiência do nutriente (BLACKMER; SCHEPERS, 1995). Os produtores precisam ter plena consciência de que se trata de ferramenta adicional, que não dispensa os cuidados com outros indispensáveis aspectos no manejo do N (PETERSON et al., 1993; STEVENS et al., 1999; SHAPIRO et al., 2006).

Quando o clorofilômetro é utilizado no intuito de monitorar o estado nutricional das plantas em relação ao N, é preciso certificar-se de que outros fatores não influenciam o aparelho por ocasião da leitura, como espessura da folha, estágio fenológico da planta, genótipo cultivado, sombreamento e variações na metodologia de leitura (GODOY et al., 2008).

A estimativa do custo/benefício do equipamento é possível. Em geral, produtores de feijão utilizam de 60 a 120 kg N ha⁻¹, com média de 90 kg N ha⁻¹. O fertilizante mais utilizado para adubação nitrogenada em cobertura, a ureia, tem garantia mínima de 45% de N, com preço atual de aproximadamente R\$1.935,25 a tonelada em 2015 (IEA, 2015). Partindo do princípio que são realizadas adubações exageradas, hipoteticamente, se a utilização do

equipamento possibilitar a redução de aproximadamente 25% do N aplicado (CABANGON et al., 2011), a economia seria de R\$ 9.676,25 em uma área de 100 ha. O valor atual do clorofilômetro Minolta SPAD 502 é de R\$ 8.250,00, conforme orçamento realizado em fevereiro de 2015. O custo do equipamento seria coberto, portanto, em somente uma safra, apenas com a economia de fertilizante.

Segundo Hussain et al. (2000), na predição da necessidade da aplicação de N em cobertura para arroz irrigado, é possível utilizar o Índice de Suficiência de Nitrogênio (ISN), calculado a partir de leituras do clorofilômetro realizadas em parcelas de referência, bem fertilizadas, e em pontos estratégicos da lavoura. Os autores sugerem que a dose de N dessa referência deve ser pelo menos o dobro da dose recomendada nas tabelas vigentes, garantindo a não manifestação de sintomas de deficiência de N. Os autores indicam ainda que a aplicação de N em cobertura deve ser efetuada sempre que o ISN calculado for inferior a 90 %. Entretanto, as doses a serem aplicadas ainda dependem das tabelas de recomendação vigentes.

Como o clorofilômetro teoricamente não é sensível ao consumo de luxo, não é obrigatório saber qual o nível de N necessário para atingir a máxima produção, basta que seja garantido o excesso de N na área de referência no campo. Áreas de referência devidamente adubadas podem ser estabelecidas dentro de um campo e comparações semanais de leitura do clorofilômetro podem ser feitas para determinar se existe deficiência de N anteriormente à ocorrência efetiva de redução do potencial de produtividade (BLACKMER; SCHEPERS, 1995).

As amostragens da área de referência onde foi aplicada grande quantidade de N devem ser realizadas em comparação com uma posição correspondente de medida, em área adjacente que não recebeu esta adubação acentuada (CARVALHO et al., 2012).

Assim, em cada local, as médias da leitura de 30 plantas da área de referência e do campo adjacente devem ser comparadas. Preservando a exatidão das leituras, deve-se ter máxima atenção durante a utilização do aparelho. Leituras individuais variam cerca de 15 % de planta para planta, mas a meta é coletar 30 leituras de modo que a média represente, precisamente, a coloração verde das folhas. É importante evitar coletar dados de plantas que não se encontram em espaçamentos adequados para a cultura. O ideal é amostrar sistematicamente, sempre numa mesma linha da sementeira, em toda a largura do plantio, para evitar problemas causados por diferenças entre as linhas, tais como população de plantas, compactação ou variações na aplicação inicial do adubo nitrogenado ou de outros adubos (PETERSON et al., 1993; MURDOCK et al., 1997; SHAPIRO et al., 2006).

Ainda não foram estabelecidos critérios definitivos para a utilização do clorofilômetro na predição de adubação nitrogenada para a cultura do feijoeiro comum, quanto à folha em que se realizarão as leituras, a melhor época de amostragem e ao ISN necessário para que se atinja máxima produtividade. Na prática, o que é feito para feijoeiro em cultivo irrigado, é aplicar de 120 a 150 kg ha⁻¹ N, incorporado ao solo, aos 10 dias após a emergência, para constituir a área de referência. Após 10 dias da aplicação, tempo necessário para absorção do nutriente pela planta, realiza-se as leituras da área de referência e compara-se às leituras realizadas no restante da lavoura, visando uma tomada de decisão. Quando os valores de ISN são iguais ou superiores a 95%, não é necessária a adubação. Desta forma, valores menores que 95% de ISN indicam que a adubação nitrogenada de cobertura deve ser realizada (CARVALHO, et al., 2012), não há estudos que tenham possibilitado um refinamento da dose a ser aplicada.

2.8 Arranjo espacial da semeadura do feijoeiro

Adotar uma estratégia adequada quanto ao espaçamento e densidade da semeadura no cultivo do feijoeiro comum é muito importante. Silva e Di Stefano (2009) afirmam que de tal a importância do estudo do arranjo populacional, no cultivo do feijoeiro comum, que o assunto sempre foi e é objeto de diversos trabalhos em diferentes instituições de pesquisa. As informações técnicas sobre o cultivo do feijoeiro comum para a Região Central Brasileira (RAMALHO et al., 2014) condicionam a indicação de uma combinação de espaçamento entre linhas e densidade de semeadura na linha, ao porte da cultivar utilizada e ao histórico da área quanto à presença do mofo branco. Essa condição já indica a importância da tomada de decisão, e o conjunto dos caracteres a afetam.

Fancelli e Dourado Neto (2007) recomendam que sejam levados em consideração diversos fatores para a escolha do arranjo espacial de semeadura mais adequado, como local de cultivo, cultivar, e prevalência de doenças de solo na área de cultivo, ressaltando a importância que o estande adequado irá ter sobre o resultado produtivo da lavoura.

Embora existam outros aspectos relacionados, como clima, solo e manejo da cultura, o hábito de crescimento da cultivar é um dos principais fatores envolvidos na resposta do feijoeiro à densidade de semeadura (SOUZA et al., 2008). As épocas de cultivo do feijoeiro influenciam as respostas à densidade de semeadura para as cultivares de diferentes hábitos de crescimento, pois, em condições ambientais que favoreçam maior desenvolvimento vegetativo da cultura, a densidade de semeadura adotada deve ser menor, observando, no entanto, a resposta de cada tipo de crescimento quanto a plasticidade dos componentes de rendimento. (DOS SANTOS et al., 2014).

Para Costa, Khai-Shibata e Colin (1983) a plasticidade (capacidade de compensação em função de uma menor população de plantas) dos componentes

do rendimento, apresentada por algumas cultivares de feijão, é influenciada por diferentes condições ambientais, espaçamento e população de plantas, pode facilitar a manutenção de um nível mais estável do rendimento de grãos quando existir o efeito de compensação entre eles. Resumidamente, em populações baixas, formadas com poucas plantas, é facilitada a infestação por plantas daninhas, que dentre outras consequências, ocasiona maturação desuniforme. Por outro lado, populações com elevadas quantidades de plantas têm custo aumentado pela aquisição exagerada de sementes, além de maior dificuldade na realização dos tratos culturais (CHAGAS, 1988). Dessa forma, é fácil perceber a importância de estudos que revelem quais os arranjos de plantas ideais para diferentes cultivares, possibilitando ao produtor de feijão as melhores escolhas.

Souza, Andrade e Alves (2004), afirmam que do ponto de vista puramente técnico, o emprego racional de fertilizantes e a utilização de populações de plantas adequadas às realidades encontradas nos ambientes de cultivo do feijoeiro, constituem excelentes alternativas para o alcance do potencial produtivo da cultura. O estudo destas questões não é recente, e nem mesmo raro. Lollato (1997), em profunda revisão de literatura, enumera 216 trabalhos publicados estudando o efeito de população de plantas, entre 1940 e 1996.

Aprimorar as técnicas de cultivo do feijoeiro é fator preponderante para obtenção de elevadas produtividades, sendo que na maioria das cultivares de feijão, o aumento da população de plantas ocasiona redução no rendimento de grãos por planta, número de vagens por planta e de grãos por vagem, porém, não apresentando efeito significativo para a massa de mil sementes (JADOSKI et al., 2000a). Como este comportamento está intimamente ligado à morfologia das plantas, justifica-se realizar novas avaliações com o lançamento de novas cultivares, com diferentes hábitos de crescimento, porte e ciclos fenológicos.

Junior e Backes (2008) apontam para a possibilidade de que os tipos de ramificação das plantas de feijão afetem a resposta da cultura a diferentes populações de plantas, o que reforça a necessidade de estudos que avaliem, dentre diferentes materiais genéticos disponíveis, a resposta a alterações no arranjo de plantas na lavoura. Cultivares de porte mais ereto, por exemplo, com altura elevada de inserção da primeira vagem e submetidas a um correto arranjo de plantas na lavoura, podem favorecer a colheita mecanizada (JADOSKI et al., 2000b).

O controle fitossanitário também é afetado pela densidade de semeadura, pois, o aumento do espaçamento entre linhas promove redução no número de escleródios, na incidência e na severidade do mofo branco (MACENA et al., 2011). Esse efeito é resultado da maior aeração sob o dossel, desfavorecendo doenças que preferem alta umidade (NAPOLEÃO et al., 2006).

2.9 Análise econômica por meio da teoria dos custos

Por definição, o custo total de produção é o somatório dos pagamentos realizados devido a utilização de serviços e outros recursos, além do custo alternativo à efetiva utilização dos fatores produtivos (OLIVEIRA, 2012). O custo de produção também pode ser definido como o somatório de gastos realizados pela empresa com a utilização da combinação mais econômica dos fatores produtivos, por meio da qual é obtido um quantitativo de produção (VASCONCELLOS; GARCIA, 2008).

O tempo é primordial quando se analisa o custo de produção. A teoria dos custos trata distintamente os custos que ocorrem no curto e no longo prazo. Assim sendo, quando nos referimos ao curto prazo, os recursos utilizados impactam os custos fixos e os custos variáveis. Recursos que geram custos fixos não são incorporados integralmente ao produto, enquanto que, os que geram os

custos variáveis são incorporados ao produto, tornando-se necessária sua reposição a cada ciclo de produção (REIS, 2007).

Para a determinação do custo de produção é necessário levantar os valores referentes aos investimentos e ao custeio, possibilitando a identificação dos custos fixos e variáveis (ARAÚJO, 2005). Os investimentos são fatores de produção que atendem a mais de um ciclo produtivo, e o custeio refere-se aos gastos financeiros desembolsados durante um ciclo produtivo (NOGUEIRA et al., 2013).

São classificados como custos fixos (CF) aqueles insumos produtivos que duram além do curto prazo. É no longo prazo que se fará necessária sua renovação, já que no curto prazo não se incorporam totalmente ao produto, e assim, será por tantos ciclos produtivos quanto permitir sua vida útil. São, portanto, recursos que dificilmente serão alterados a curto prazo, além de permanecerem inalterados independentemente das variações do volume de produção (REIS, 2007).

Conforme Reis (2007) e Pindyck e Rubinfeld (2009), os custos fixos não apresentam variação com o nível de produção e deixam de existir quando a empresa não mais operar e não são assimilados totalmente pelo produto no curto prazo, ou seja, apenas uma parte de sua vida útil é considerada, por meio do que se denomina depreciação, a exemplo, no setor agrícola, as terras, benfeitorias, máquinas, equipamentos, impostos e taxas fixas, formação de lavouras, obras de irrigação e drenagem, Dentre outros.

Os custos variáveis (CV), por sua vez, estão relacionados aos insumos produtivos com duração inferior ou igual ao curto prazo e, neste intervalo de tempo, são integralmente incorporados ao produto. Sua recomposição se faz necessário a cada novo ciclo de produção, além de interferir qualitativa e quantitativamente no produto a cada novo ciclo, sendo facilmente alterados (REIS, 2007). Esses custos variam de acordo com o nível da produção, como é o

caso, no setor agrícola, fertilizantes, defensivos, combustíveis, alimentação, medicamentos, manutenção, de mão de obra e serviços de máquinas e equipamentos (REIS, 2007; PINDYCK; RUBINFELD, 2009).

Quando somados os custos fixos aos custos variáveis, obtém-se o custo total (CT), que representa a totalidade de custos no decorrer de um ciclo de produção em uma atividade agrícola, necessários para obter determinada quantidade do produto (SILVA, 2002).

Na análise da produção, conforme Vilas Boas et al. (2011), a análise dos custos de produção trata da classificação dos insumos em fixos e variáveis. Fixo é o insumo cujo quantitativo não é facilmente alterado quando as condições de mercado indicam uma mudança na produção. E variável é o insumo cujo quantitativo pode ser facilmente alterado quando as condições de mercado indicam necessária mudança no sistema produtivo (NOGUEIRA et al., 2013).

Existe ainda, o custo alternativo (CA) ou de oportunidade, e o custo operacional (Cop) (REIS, 2007). São considerados custos operacionais, aqueles ligados às depreciações e a insumos utilizados durante o período de tempo em análise. Já os custos alternativos se referem à remuneração que seria obtida pelo valor financeiro destes recursos, caso aplicado em uma alternativa econômica disponível no mercado. Em geral a taxa de juros da caderneta de poupança é a alternativa mais frequentemente utilizada para este fim (REIS; MEDEIROS; MONTEIRO, 2001).

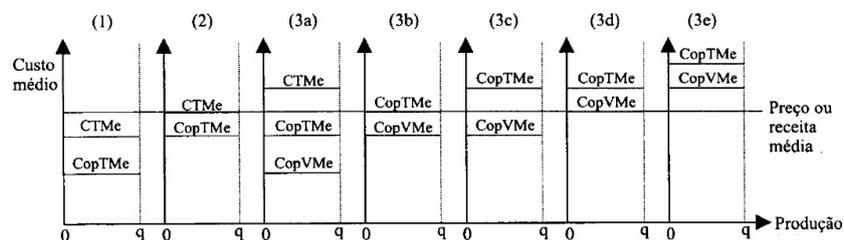
A obtenção dos custos possibilita uma série de interpretações. Quando se divide o custo ou a receita obtida em função da produção, pelo quantitativo obtido (q) do produto agrícola, obtém-se o custo médio (CMe) e a receita média (RMe). Essas inferências são importantes para análises que levem em consideração medidas unitárias, sendo excelentes para a comparação com os preços alcançados pelos produtos no mercado (REIS, 2007). É possível adotar o mesmo procedimento para todos os demais custos descritos, obtendo o custo

total médio (CTMe), custo operacional total médio (CopTMe), custo fixo médio (CFMe), custo operacional fixo médio (CopFMe), custo variável médio (CVMe) e custo operacional variável médio (CopVMe) (OLIVEIRA, 2012).

Custos médios, como ferramentas na análise econômica, servem para a verificação de como os recursos aplicados no processo produtivo são remunerados. Basicamente, quando é realizada a análise da produção, por meio da teoria dos custos, é possível encontrar diferentes situações, a depender da posição da receita média (preço) em relação aos custos médios, possibilitando para cada uma dessas situações uma interpretação própria (REIS, 2007).

Reis (2007) utiliza a Figura 1, que apresenta sete diferentes situações, na comparação entre custos e a receita média (preço), a partir das quais podemos analisar a situação econômica da atividade produtiva.

Figura 1 - Comparação entre custos e preço (Receita Média) na análise econômica por meio do custo de produção.



Fonte: Adaptado de Reis (2007).

A situação (1), denominada lucro supernormal ($RM_e > CTMe$) paga todos os recursos aplicados na atividade econômica e proporciona um lucro adicional, superior ao de outras alternativas de mercado. A tendência a médio e longo prazo é de expansão, e a entrada de novas empresas para a atividade, atraindo investimentos competitivos.

A situação (2) denominada lucro normal ($RMe = CTMe$) paga todos os recursos aplicados na atividade em questão. A remuneração é igual a de outras alternativas (custo de oportunidade), e por isto se diz que o lucro é normal. Seria o que o empresário receberia se aplicasse os recursos (insumos e serviços) na alternativa considerada. Por exemplo, o valor com base na taxa de juros estipulada para o cálculo de rendimento alternativo. A atividade permanece sem expansão, mas também sem retração e a tendência, a curto e longo prazo, é de equilíbrio.

Existem situações em que a palavra resíduo se refere a alguma remuneração (parte do custo alternativo se positivo) ou representa prejuízo (no caso negativo). Assim, pode se apresentar situações de resíduo positivo ($CTMe > RMe > CopTMe$), resíduo nulo ($RMe = CopTMe$) e resíduo negativo ($RMe < CopTMe$). Neste último caso, ainda pode-se ver se está pelo menos cobrindo o $CopVMe$, que representa os gastos de curto prazo ou o chamado capital de giro.

A situação (3a) denominada resíduo positivo ($CTMe > RMe > CopTMe$), paga todos os recursos aplicados na atividade ($RMe > CopTMe$). A remuneração é menor que a de outras atividades (custo de oportunidade) e, neste caso, o empresário estaria diante de uma situação em que está rendendo menos do que os juros ou aluguel, ou de outra base de cálculo para custo alternativo. A tendência é de permanecer na atividade, mas no longo prazo, poderia buscar outras melhores alternativas de aplicação do capital.

A situação (3b), denominada resíduo nulo ($RMe = CopTMe$), paga todos os recursos de produção ($RMe = CopTMe$). Nesta situação não há remuneração alternativa, ou seja, a atividade deixa de ganhar o equivalente ao custo alternativo. A tendência é de permanecer na atividade, mas poderia abandoná-la se os resultados não melhorarem.

A situação (3c) é denominada resíduo nulo, com cobertura de parte do custo fixo ($CopTMe > RMe > CopVMe$). Paga os recursos variáveis e parte dos fixos ($CopTMe > RMe > CopVMe$). A tendência, a médio e longo prazo, é retrain e sair da atividade.

A situação (3d), denominada resíduo nulo sem cobertura dos recursos fixos ($RMe = CopVMe$), paga somente os recursos variáveis. A tendência é sair da atividade.

Já a Situação (3e) é denominada resíduo nulo sem cobrir os recursos variáveis ou capital de giro ($RMe < CopVMe$). Ocorre a necessidade de subsidiar os recursos variáveis. A saída da atividade reduz os prejuízos.

REFERÊNCIAS

AFONSO, R. J.; ARF, O., COSTA, D. S. D.; BARBOSA, R. M., BUZETTI, S.; SÁ, M. E. D.; RODRIGUES, R. A. F. Combinações de fontes de nitrogênio no desenvolvimento e rendimento do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, p. 391-398, 2011.

ANDA. ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS. Estatística: principais indicadores do setor de fertilizantes. [s.l.: s.n.], 2016. Disponível em: <<http://www.anda.org.br>>. Acesso em: 22 jun. 2016.

ANDRADE, C. A. D. B.; PATRONI, S. M. S.; CLEMENTE, E.; SCAPIM, C. A. Produtividade e qualidade nutricional de cultivares de feijão em diferentes adubações. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 5, p. 1077-1086, 2004.

ANDRIGUETO, J. R.; KOSOSKI, A. R. Desenvolvimento e Conquistas da Produção Integrada de Frutas no Brasil. In: RASEIRA, M. C. B.; ANTUNES, L. E. C.; TREVISAN, R.; DIAS, E.G. SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO. 2., ENCONTRO DE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS. 1., **Anais....** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 296 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 124).

ANDRIGUETO, J. R.; KOSOSKI, A. R. **Desenvolvimento e conquistas da produção integrada de frutas no Brasil até 2004**. Relatório 2005. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2005. 10 p.

ANDRIGUETO, J. R et al. Produção Integrada de Frutas e Sistema Agropecuário de Produção Integrada no Brasi. In: BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Produção integrada no Brasil: agropecuária sustentável alimentos seguros**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretária de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. Brasília, 2009. 1008 p.

ARAÚJO, M. J. **Fundamentos de agronegócios**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2005.

ARF, M. V.; BUZETTI, S.; ARF, O.; KAPPES, C.; FERREIRA, J. P.; GITTI, D. D. C.; YAMAMOTO, C. J. T. Fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em feijoeiro de inverno sob sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 3, p. 430-438, 2011.

BARBOSA FILHO, M. P.; COBUCCI, T.; FAGERIA, N. K.; MENDES, P. N. Utilização do medidor do teor de clorofila para recomendação da adubação nitrogenada de cobertura do feijoeiro irrigado. **Embrapa Arroz e Feijão**, Comunicado técnico 142, Santo Antônio de Goiás, 2007.

BARBOSA, F. R.; SILVA, C. C.; GONZAGA, A.C.O.; SILVEIRA, P. M.; QUINTELA, E. D.; LOBO JUNIOR, M.; COBUCCI, T.; DEL PELOSO, M.J.; JUNQUEIRA, R. B. M. **Sistema de Produção Integrada do Feijoeiro-comum na Região Central Brasileira**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2009. 28 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 86).

BARBOSA, F. R.; GONZAGA, A. C. O.; SILVEIRA, P. M.; SILVA, C. C.; QUINTELA, E. D.; LOBO JUNIOR, M.; COBUCCI, T.; LIMA, I. M.; GASPARETTO, C. A.; PRADO, L. S.; SATO, L.M. **Validação do Sistema de Produção Integrada do Feijão Comum (*Phaseolus vulgaris* L.) na Região Central Brasileira**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2010. 8 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 87).

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

BARBOSA, R. M.; COSTA, D. S. D.; HOMEM, B. F. M.; SÁ, M. E. D. Nitrogênio na produção e qualidade de sementes de feijão. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 3, p. 470-474, 2011.

BLACKMER, T. M.; SCHEPERS, J. S. Use of a chlorophyll meter to monitor nitrogen status and schedule fertigation for corn. **Journal of Production Agriculture**, Madison, v. 8, n. 1, p. 56-60, jan./mar. 1995.

BOLLER, E. F. Introduction. In: BOLLER, E. F.; AVILLA, J.; GENDERIER, J.P.A.; JORG, E.; MALAVOLTA, C. (Ed.). **Integrated production in Europe: 20 years after the declaration of Ovronnaz**. Dijon Cedex, France: IOBC, WPRS, 1998. p. 2.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Feijão** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria Executiva.– Brasília : Mapa/ACS, 2011. 52 p. (Agenda Estratégica 2010 – 2015).

BULLOCK, D. G.; ANDERSON, D. S. Evaluation of the Minolta SPAD-502 chlorophyll meter for nitrogen management in corn. **Journal of Plant Nutrition**, Athens, v. 21, n. 4, p. 741-755, 1998.

CABANGON, R. J.; CASTILLO, E. G.; TUONG, T. P. Chlorophyll meter-based nitrogen management of rice grown under alternate wetting and drying irrigation. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 121, n. 1, p. 136–146, feb. 2011.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. SBCS. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: UFV, 2007. 1017 p.

CARVALHO, E. A. **Avaliação agronômica da disponibilização de nitrogênio a cultura de feijão sob sistema de semeadura direta**. 2002. 80 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.

CARVALHO, M. A. de F.; SILVEIRA, P. M.; SANTOS, A. B. dos. **Utilização do Clorofilômetro para Racionalização da Adubação Nitrogenada nas Culturas do Arroz e do Feijoeiro**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa, 2012. 14 p. (Comunicado Técnico, 205).

CHAGAS, J. Plantio. In: ZIMMERMANN, M. D. O. (Ed.). **Cultura do Feijoeiro**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e Fosfato, 1988. p. 303-316.

CHAGAS, J. M.; BRAGA, J. M.; VIEIRA, C.; SALGADO, L. T.; JUNQUEIRA NETO, A.; ARAÚJO, G. A. A.; ANDRADE, M. J. B.; LANA, RMQ; RIBEIRO, A. C. Feijão. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. (Eds.) **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação**. Viçosa, p. 306-307, 1999.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira**: grãos, nono levantamento. Junho. 2016. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_06_09_16_49_15_boletim_graos_junho_2016_-_final.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2016.

COSTA, J. G. C.; KOHAHI-SHIBATA, J.; COLIN, S. M. Plasticidade no feijoeiro comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 2, p. 159-67, 1983.

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

DICKLER, E. Análise da produção integrada de frutas (PIF) de clima temperado na Europa. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS, 2., 2000, Bento Gonçalves, RS. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2000. p. 24-28. (Embrapa Uva e Vinho. Documentos, 27).

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de feijão**. Piracicaba: Livrocere, 2007. 386 p.

FAOSTAT. **Banco de dados da FAO**. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/home/E>>. Acesso em: 22 jun. 2016.

FARINELLI, R.; LEMOS, L. B.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Produtividade e qualidade fisiológica de sementes de feijão em função de sistemas de manejo de solo e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 28, n. 2, p. 102-109, 2006a.

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, 2006b.

GODOY, L. J. G. de; SANTOS, T. da S.; VILLAS BÔAS, R. L.; LEITE JÚNIOR, J. B. Índice relativo de clorofila e o estado nutricional em nitrogênio durante o ciclo do cafeeiro fertirrigado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, n. 1, p. 217-226, jan./fev. 2008.

GUIMARÃES, T. G.; FONTES, P. C. R.; PEREIRA, P. R. G.; ALVAREZ, V. H.; ONNERAT, P. H. Determinação dos teores de nitrogênio na seiva do tomateiro por meio de medidor portátil. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 16, n. 2, p. 144-151, nov. 1998.

HOFFMANN, A. et. al. **Projeto-piloto de produção comercial de frutas da produção integrada**: fundamentos e resultados. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2008. 8 p. (Embrapa Uva e Vinho. Circular Técnica, 80).

HUSSAIN, F.; BRONSON, K. F.; SINGH, Y.; SINGH, B.; PENG, S. Use of chlorophyll meter sufficiency indices for nitrogen management of irrigated rice in Asia. **Agronomy Journal**, Madison, v. 92, n. 5, p. 875-879, Sept./Oct. 2000.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. **Preços mensais pagos pela agricultura**. Disponível em: <http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/Precos_Medios.aspx?cod_sis=5>. Acesso 15 out. 2015.

JADOSKI, S. O.; CARLESSO, R.; WOISCHICK, D.; PETRY, M.; FRIZZO, Z. População de plantas e espaçamento entre linhas do feijoeiro irrigado. II: Rendimento de grãos e componentes do rendimento. **Ciência Rural, Santa Maria**, v. 30, n. 4, p. 567-573, 2000a.

JADOSKI, S. O.; PETRY, R. C. M. T.; WOISCHICK, D.; CERVO, L. População de plantas e espaçamento entre linhas do feijoeiro irrigado. I: Comportamento morfológico das plantas. **Ciência Rural, Santa Maria**, v. 30, n. 4, p. 559-565, 2000b.

JESUS, S. V. de; MARENCO, R. A. O. SPAD- 502 como alternativa para a determinação dos teores de clorofila em espécies frutíferas. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 38, n. 4, p. 815-818, dez. 2008.

JUNIOR, A. A. B.; BACKES, R. L. Comportamento de duas cultivares de feijão em função da densidade de plantas e espaçamento entre fileiras. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 21, n. 1, p. 84-88, 2008.

KLUTHCOUSKI, J., AIDAR, H.; THUNG, M.; OLIVEIRA, F. R. A.; COBUCCI, T. **Manejo antecipado do nitrogênio nas principais culturas anuais**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. (Documentos, 188).

KNUPP, A. M. et al. **Avaliação de Indicadores Biológicos de Qualidade do Solo em Unidades Piloto de Produção Integrada de Feijoeiro Comum**. Santo Antônio de Goiás, 2010: Embrapa Arroz e Feijão. 23 p. – (Embrapa Arroz e Feijão. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 35).

LIMA, D. et. al. **A produção integrada de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 8 p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 64).

LOLLATO, M. Efeito de população de plantas ea colheita mecânica na cultura do feijão. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D. (Ed.). **Tecnologia da produção do feijão irrigado**. 2. ed. rev. e ampl. Piracicaba: Publiuqe, 1997. p.166-174.

LOPES, P. R. C.; OLIVEIRA, V. H.; FREITAS, J. A. D. Produção integrada de frutas, Fortaleza: Frutal, 2003. 160 p.

MACENA, A. M. F.; CANTERI, M. G.; FERREIRA JUNIOR, J. P. Espaçamento e manejo de restos culturais para o controle de *Sclerotinia sclerotiorum* em feijoeiro; Plant spacing and management of crop residues for control of *Sclerotinia sclerotiorum* in bean. **Ciênc. rural, Santa Maria**, v. 41, n. 11, p. 1871-1873, 2011.

MALAVOLTA, E. **Elementos de Nutrição Mineral de Plantas**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1980, 251 p.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia vegetal**: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral. 2. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007. 469 p.

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

MINOLTA. **Chlorophyll meter SPAD-502**: instruction manual. Osaka, 1989. 22 p.

MURDOCK, L.; JONES, S.; BOWLEY, C.; NEEDHAM, P.; JAMES, J.; HOWE, P. **Using a chlorophyll meter to make nitrogen recommendations on wheat**. Lexington: Cooperative Extension Service, University of Kentucky, 1997. 4 p.

NAPOLEÃO, R.; CAFÉ FILHO, A. C.; LOPEZ, C. A.; NASSER, L. C. B. Efeito do espaçamento e da cultivar de feijoeiro sobre a intensidade do mofo-branco ea sanidade de sementes. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 32, n.1 p.63-66, 2006.

NOGUEIRA, L. R. T.; NUINTIN, A. A.; REIS, R. P.; PORTUGAL, N. S.; CURTI, M. A. Desempenho e resultado econômico por talhão na atividade cafeeira. **Custos e @gronegocio on line**, Recife, v. 9, n. 3, p. 80 - 105, jul./set. 2013.

NUNES, J. C. S.; ARAUJO, E. F.; SOUZA, C. M. de; BERTINI, L. A.; FERREIRA, F. A. efeito da palhada de sorgo localizada na superfície do solo em características de plantas de soja e milho. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 50, n. 287, p. 115-126, jan./fev. 2003.

OLIVEIRA, E. C. **Irrigação da Roseira Cultivada em Sistema de Produção integrada: Viabilidade Técnica e Econômica**. 2012. 186 f. Tese (Doutorado em Engenharia agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

PETERSON, T. A.; BLACKMER, T. M.; FRANCIS, D. D.; SCHEPERS, J. S. G93-1171 Using a Chlorophyll Meter to Improve N Management. **Historical Materials from University of Nebraska-Lincoln Extension**, p. 1353, 1993.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Microeconomia**. 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2009.

QUINTELA, E. D. et al. **Manejo fitossanitário do feijoeiro**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 16 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular técnica, 73).

QUINTELA, E. D. **Manejo integrado de pragas do feijoeiro**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. 28 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular técnica, 46).

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B.; GUILHERME, S. R. (Eds. Tecs.) **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na Região Central-Brasileira: 2015-2017**. Anais da Reunião da Comissão Técnica Central Brasileira de Feijão. Lavras: Fundecc, 2014. 168p.

REIS, R. P. **Fundamentos de economia aplicada**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2007. 95 p.

REIS, A. R. dos; FURLANI JUNIOR, E.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M. Diagnóstico da exigência do cafeeiro em nitrogênio pela utilização do medidor portátil de clorofila. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 1, p. 163-171, 2006.

REIS, R. P.; MEDEIROS, A. L.; MONTEIRO, L. A. **Custos de produção da atividade leiteira na região Sul de Minas Gerais**. Lavras: UFLA/DAE, 2001. 23 p.

ROSTAMI, M.; KOOCHEKI, A. R.; MAHALLATI, M. N.; KAFI, M. Evaluation of chlorophyll meter (SPAD) data for prediction of nitrogen status in corn (*Zea mays* L.). **American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences**, Dubai, v. 3, n. 1, p. 79-85, 2008.

SANHUEZA, R. M. V. Produção integrada de frutas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 16., 2000, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBF; Embrapa Agroindústria Tropical, 2000. CD-ROM.

SANT'ANA, E. V. P.; SANTOS, A. D.; SILVEIRA, P. D. Adução nitrogenada na produtividade, leitura SPAD e teor de nitrogênio em folhas de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 4, p. 491-496, 2010.

SANTOS, M. G. P.; CARVALHO, A. J.; SOUZA DAVID, A. M. S.; AMARO, H. T. R.; VIEIRA, N. M. B.; SOUZA, V. B.; SOUZA CARNEIRO, J. E. Densidades de semeadura e safras de cultivo no desempenho produtivo de cultivares de feijoeiro-comum. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 5, p. 2309-2324, 2014.

SHAPIRO, C. A.; SCHEPERS, J. S.; FRANCIS, D. D.; SHANAHAN, J. F. **Using a chlorophyll meter to improve N management**. Lincoln, NE: University of Nebraska-Lincoln Extension Bulletin G, v. 1632, 2006.

SILVA, A. L. **Estudo técnico e econômico do uso do sistema de irrigação por gotejamento na cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. 2002. 68 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

SILVA, A. G.; WANDER, A. E.; BARBOSA, F. R.; DE OLIVEIRA GONZAGA, A. C.; DA SILVA, J. G. Análise econômica da produção de feijão comum em sistema de produção convencional e de produção integrada, em Cristalina, Estado de Goiás, e Unai, Estado de Minas Gerais, maio de 2009 a abril de 2010. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 42, n. 5, p. 55-54, 2012.

SILVA, C.C.; DI STEFANO, JG. Qualidade na Implantação da Lavoura In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Eds. Tec.) **Fundamentos para uma agricultura sustentável, com ênfase na cultura do feijoeiro**. Santo Antônio de Goiás: EmbrapaArroz e Feijão, 2009. 452 p.

SINGH, V.; SINGH, B.; SINGH, Y.; THIND, H. S.; GUPTA, R. K. Need based nitrogen management using the chlorophyll meter and leaf colour chart in rice and wheat in South Asia: a review. **NutrientCycling in Agroecosystem**, Dordrecht, v. 88, n. 3, p. 361–380, Dec. 2010.

SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; SILVA, L. D.; LEMOS, L. B. Aplicação tardia de nitrogênio no feijoeiro em sistema de plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 2, p. 211-218, 2005.

SOUZA, A. B.; ANDRADE, M. J. B.; VIEIRA, N. M. B.; ALBUQUERQUE, A. Densidades de semeadura e níveis de NPK e calagem na produção do feijoeiro sob plantio convencional, em Ponta Grossa, Paraná. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 38, n. 2, p. 39-43, 2008.

SOUZA, A. B.; ANDRADE, M. J. B.; ALVES, V. G. V. Populações de plantas, adubação e calagem para o feijoeiro (cv. Iapar 81) em um Gleissolo de Ponta Grossa, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 26, n. 3, p. 347-352, 2004.

STEVENS, G.; HEFNER, S.; TANNER E. **Monitoring crop nitrogen in rice using portable chlorophyll meters**. Missouri Rice Research Update, Columbia, 1999.

STEVENS, G.; WRATHER, A.; RHINE, M.; VORIES, E.; DUNN, D. Predicting rice yield response to midseason nitrogen with plant area measurements. **Agronomy Journal**, Madison, v. 100, n. 2, p. 387-392, mar./apr. 2008

TIBOLA, C. S. et al. Manejo de Pragas e Doenças na Produção Integrada e Convencional de Pêssegos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 215-218, ago. 2005.

VILAS BOAS, R. C.; PEREIRAS, G. M.; REIS, R. P.; LIMA J. A.; CONSONI, R. Viabilidade econômica do uso do sistema de irrigação por gotejamento na cultura da cebola. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 4, p. 781-788, jul./ago. 2011.

ZHANG, J.; BLACKMER, A. M.; ELLSWORTH, J. W.; KOEHLER, K. J. Sensitivity of chlorophyll meters for diagnosing nitrogen deficiencies of corn in production agriculture. **Agronomy Journal**, Madison, v. 100, n. 3, p. 543-550, May/June 2008a.

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

VASCONCELLOS, M. A. S.; GARCIA, E. G. **Fundamentos de Economia**. 3.ed. São Paulo: Saraiva, 2008.

CAPITULO II- Sistemas de produção do feijoeiro comum na Região Sul de Minas Gerais

RESUMO

Este trabalho visou contribuir na validação da produção integrada do feijoeiro-comum e avaliou efeitos técnicos e econômicos de sua adoção, comparando-a a aplicação de insumos de forma previamente escalonada, em diferentes níveis. Foram conduzidos três experimentos na região do sul de Minas Gerais, nos municípios de Lavras, Ijaci e Machado. Nos dois primeiros, empregou-se a linhagem Mônica 3 e, no terceiro, a linhagem RP1, oriundas do Programa de Melhoramento do Feijoeiro da Universidade Federal de Lavras, linhagens de grãos tipo carioca. Foram cinco tratamentos designados por T1, T2, T3, T4 e PI (Produção Integrada) em Lavras, e adicionado o tratamento PI com sementes inoculadas com rizóbio nas duas outras localidades. O delineamento foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Foram realizadas leituras de IRC com clorofilômetro SPAD e determinados os teores foliares de N, os teores de N nos grãos, além do rendimento de grãos, seus componentes primários (grãos por vagem e vagens por planta) e o acúmulo de N nos grãos. Determinou-se os componentes do custo de produção, e o desempenho econômico dos sistemas de produção foi estudado por meio do custo variável total de produção do feijão. Para a análise econômica, entretanto, foram considerados os dados referentes aos custos variáveis médios (CVMe), à receita e ao lucro total proporcionado pelo cultivo do feijão, comparando-se, a cada um dos tratamentos, o CVMe com o preço médio da saca de 60 kg de feijão carioca. Para cada tratamento foram comparados também a margem de contribuição e o lucro médio. Concluiu-se que a PI possibilita obtenção de produtividades semelhantes e até superiores à de tratamentos onde foram aplicadas doses muito superiores de insumos. É maior a sustentabilidade econômica da PI do feijoeiro comum, mesmo em condições onde a produtividade alcançada não cobriu os custos. A PI do feijoeiro comum permite uma atividade com maior viabilidade econômica, maior sustentabilidade ambiental e maior segurança para os envolvidos na atividade.

Palavras-chave: Produção integrada. Feijoeiro comum. Análise econômica.

ABSTRACT

The common bean production systems in the southern region of Minas Gerais.

This work aims to contribute to the validation of integrated common bean production and evaluate technical and economic effects of its adoption, comparing it to the application of inputs previously staggered at different levels. Three experiments were conducted in the southern region of Minas Gerais, in Lavras, Ijaci and Machado. In the first two, he was employed Monica 3 line and in the third, the RP1 lineage, originating from the Bean Breeding Program of the Federal University of Lavras, strains of carioca beans. There were five treatments called T1, T2, T3, T4 and IP (integrated production) in Lavras and added the IP treatment with seeds inoculated with rhizobia in two other locations. The design was a randomized block design with four replications. IRC readings were performed with SPAD chlorophyll meter and determined foliar N, N content in the grain, in addition to grain yield, its primary components (grains per pod and pods per plant) and N accumulation in the grains. Was determined by the components of the production cost and the economic performance of the production system was studied through variable cost bean production. For economic analysis, however, were considered the data for the average variable cost (AVC), the income and the total profit provided by the bean crop, comparing, for each of the treatments, the AVC with the average price of the bag 60 kg of carioca beans. For each treatment were also compared the contribution margin and the average profit. It was concluded that: PI enables obtaining similar or even higher to treatments where much higher doses of inputs were applied. It's bigger economic sustainability of the common bean IP, even in conditions where the achieved productivity did not cover the costs. The common bean PI allows an activity with greater economic viability, increased environmental sustainability and greater security for those involved in the activity.

Key words: Integrated production. common bean. Economic analysis.

1 INTRODUÇÃO

Em todas as atividades desenvolvidas pelo homem existem grandes desafios a serem superados. A atual realidade conduz à otimização das atividades produtivas, não apenas em um contexto onde a eficiência esteja refletida na aplicação das técnicas mais modernas, visando a obtenção de elevadas produtividades, mas também busca resultados que reflitam o desenvolvimento de sustentabilidade, com responsabilidade ambiental, com preocupações relacionadas aos impactos sociais e viabilidade econômica.

O conceito de produção integrada converge justamente essas premissas, garantindo a segurança de consumidor e produtor, prezando o respeito ao meio ambiente, reduzindo impactos sociais e fortalecendo as cadeias produtivas, num cenário cada vez maior de competitividade global (ANDRIGUETO et al., 2009).

A cultura do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) possui grande importância econômica, cultural e social no país. O feijão é alimento básico, fonte primordial de proteínas para a população brasileira, especialmente as camadas mais necessitadas da sociedade, além de conferir perfeita combinação com o arroz, na preferência do paladar dos brasileiros.

É possível perceber que muitos dos esforços dos produtores rurais em ampliar a aplicação de tecnologia na produção do feijão comum, vão em direção contrária aos preceitos da produção integrada. São montados esquemas de produção que se assemelham a receitas, que estão atreladas a calendários de aplicação de diversos produtos, de fitossanitários a fertilizantes foliares, passando por uma infinidade de princípios ativos, muitas vezes ainda não devidamente testados com rigor científico quanto a sua eficácia. Estas práticas encarecem o processo produtivo elevando o custo sem, necessariamente, agregar quantidade ou qualidade à produção obtida.

É possível também perceber que este processo afasta sistematicamente o produtor da correta técnica produtiva, onde a avaliação da lavoura, das pragas e doenças com as quais ela tem de conviver, e dos sintomas de diversos fatores, é primordial.

Este é justamente o cerne da produção integrada. Conhecer as causas e seus efeitos correlatos na lavoura é a chave para aplicar a produção integrada, no intuito de amplificar a eficiência e a sustentabilidade da cadeia produtiva do feijoeiro comum no Brasil. Informações à disposição para essas análises não faltam, ao contrário, são abundantes (BARBOSA et al., 2009; QUINTELA, 2001; QUINTELA et al., 2005). Cabe sem dúvida, à pesquisa agropecuária e à extensão rural, cumprir com o seu papel e fomentar junto ao produtor rural, iniciativas que os instiguem a repensar a conduta que vigora atualmente. A produção integrada somente será opção relevante aos produtores de feijão se estes enxergarem benefícios concretos em sua adoção.

O objetivo deste trabalho foi avaliar tanto os efeitos técnicos quanto econômicos da adoção da produção integrada na cultura do feijão, comparado à aplicação de insumos de forma previamente escalonada, em diferentes níveis.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização, clima e solo

Foram conduzidos três ensaios na região sul de Minas Gerais, nos municípios de Lavras, Ijaci e Machado. O clima das três localidades se enquadra na classificação Cwa (temperado úmido com inverno seco e verão quente), segundo o sistema de classificação climática de Köppen (SÁ JÚNIOR et al., 2012). Em Lavras, o ensaio foi conduzido em área comercial em 14 agosto, e colheita em novembro de 2013, aos 89 dias após a emergência (DAE) das plantas. A área teve irrigação suplementar por aspersão tipo pivô central.

Em Ijaci, foi conduzido o segundo ensaio, no Centro de Desenvolvimento e Transferência de Tecnologias (CDTT) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Fazenda Palmital, no município de Ijaci, em fevereiro, e colhido em maio de 2014, aos 75 DAE. A área, igualmente, contava com irrigação suplementar por aspersão do tipo pivô central.

Em Machado, o terceiro experimento foi conduzido em área pertencente ao campus do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais. O ensaio não irrigado foi instalado em novembro de 2014 e colhido em fevereiro de 2015, aos 81 DAE.

Os atributos dos solos nos três experimentos são apresentados na Tabela 1. Os dados relativos à precipitação pluviométrica e temperatura nos locais de cultivo estão ilustrados nas Figuras 2A, 2B e 2C.

Tabela 1 - Resultado das análises de amostras de solo retiradas previamente à semeadura, na cama da de 0-20 cm de profundidade em três localidades.

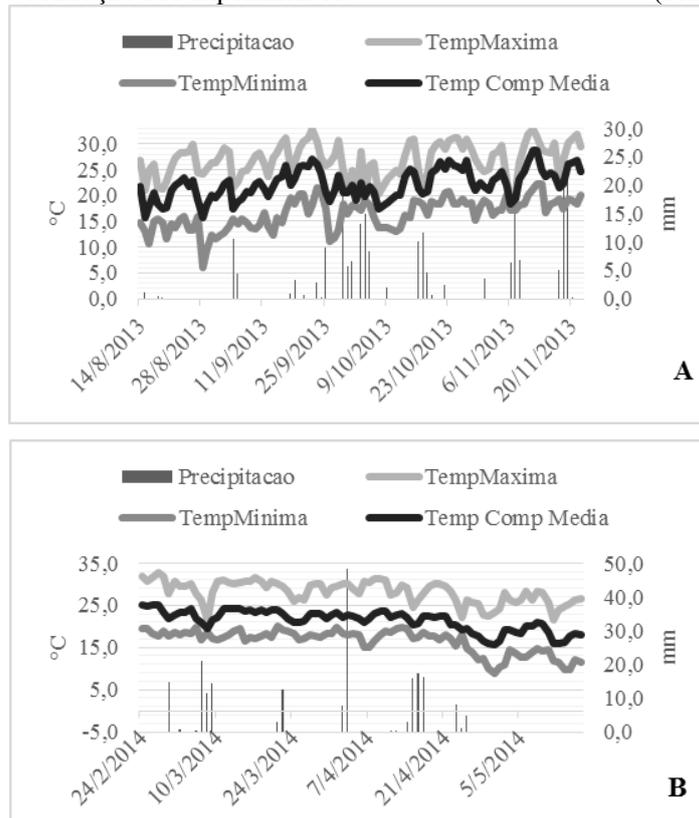
Atributos	Locais		
	Lavras*	Ijaci*	Machado**
pH	5,6	5,6	5,7
K (mg dm ⁻³)	84	96	236
P (mg dm ⁻³)	14,09	19,68	27,3
Ca (cmolc dm ⁻³)	2,1	2,1	2,15
Mg (cmolc dm ⁻³)	0,7	0,8	0,78
Al (cmolc dm ⁻³)	0,1	0,1	0,1
H+AL (cmolc dm ⁻³)	3,62	5,05	2,3
SB (cmolc dm ⁻³)	3,02	3,15	3,5
t (cmolc dm ⁻³)	3,12	3,25	3,6
T (cmolc dm ⁻³)	6,64	8,2	5,8
V (%)	45,41	38,37	60,3
m (%)	3,21	3,08	3
M.O (dag kg ⁻¹)	2,61	1,87	2,2
P-Rem (mg L ⁻¹)	23,62	20,88	-
Zn (mg dm ⁻³)	6,65	-	6
Fe (mg dm ⁻³)	22,89	-	54
Mn	14,01	-	35
Cu (mg dm ⁻³)	0,94	-	1
B (mg dm ⁻³)	0,08	-	0,24
S (mg dm ⁻³)	18,26	13,08	-
Argila (dag kg ⁻¹)	47	41	-
Silte (dag kg ⁻¹)	12	10	-
Areia (dag kg ⁻¹)	41	49	-
Classe Textural	Argilosa	Argilosa	-

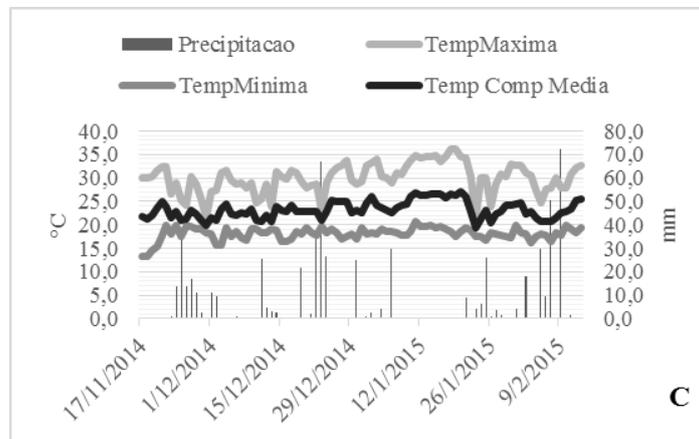
Análises realizadas no laboratório do departamento de Ciências do Solo da UFLA.

** Análises realizadas no laboratório do IFET Sul de Minas, Campus Machado.

Fonte: Do autor (2016).

Figura 2 - Temperaturas, máximas mínimas e médias e precipitação pluvial em Lavras (A), Ijaci (B) e Machado (C), Minas Gerais nos períodos de condução dos experimentos. (continua)





Fonte: INMET (2016).

(conclusão)

2.2 Cultivares e unidades experimentais

Nos dois primeiros experimentos (Lavras e Ijaci), empregou-se a linhagem Mônica 3 e, no terceiro (Machado), a linhagem RP1, oriundas do Programa de Melhoramento do Feijoeiro da Universidade Federal de Lavras e em avaliação pelo consórcio UFLA, Epamig, UFV e Embrapa. Ambas são linhagens de grãos tipo carioca, hábito de crescimento tipo II, porte ereto, a primeira com flores brancas e a segunda com flores rosa. A linhagem RP1 está em processo final de registro com a denominação BRSMG-Uai, segundo informação do referido programa.

Em Lavras, cada parcela contou com 12 linhas de 10 m de comprimento, com espaçamento de 0,60 m entre linhas. A adubação foi feita manualmente nos sulcos e a semeadura foi realizada com matracas.

Em Ijaci foram utilizadas parcelas com 12 linhas de 7 m de comprimento, com 0,60 m de espaçamento. Assim como em Lavras, a adubação foi manual e a semeadura realizada com semeadora de tração manual da marca Knapik®.

Já em Machado, a área disponibilizada permitiu o emprego de parcelas com 12 linhas de 5 m, com espaçamento entre linhas de 0,50 m. A adubação foi realizada manualmente e a semeadura foi realizada com matracas.

Nas três localidades, a parcela útil foi constituída pelas 6 linhas centrais.

2.3 Tratamentos e delineamento experimental

Em Lavras foram testados cinco tratamentos designados por T1, T2, T3, T4 e PI (produção integrada). Nos experimentos conduzidos em Ijaci e Machado foi incluído um sexto tratamento, também conduzido de acordo com os preceitos da produção integrada (BARBOSA et al., 2009), com o emprego da inoculação das sementes com bactérias fixadoras de nitrogênio.

Os quatro primeiros tratamentos foram baseados em planilhas de recomendação utilizadas por consultores de revendas de defensivos que atuam na região do Alto Paranaíba, de grande destaque na produção de feijão em Minas Gerais. Cada tratamento atendeu a um cronograma de execução, a partir da completa emergência das plantas, com intervenções semanais. No tratamento T1, a aplicação foi realizada atendendo integralmente ao determinado na planilha. Nos tratamentos T2, T3, T4, a adubação de semeadura e de cobertura foi percentualmente menor, enquanto as aplicações de defensivos, adubos foliares e demais produtos foi reduzida na dose ou, de maneira mais efetiva, no número de aplicações, conforme Tabela 2. Esses tratamentos simularam, portanto, níveis de aplicação de tecnologia que muitas vezes ainda não possuem lastro científico para determinar a dose ou a formulação proposta.

O quinto tratamento representou o emprego dos princípios da produção integrada (PI). Durante visitas semanais, as parcelas eram avaliadas e, atendendo ao proposto por Barbosa et al. (2009), era recomendada, ou não, uma estratégia de manejo adequada ao estágio de desenvolvimento da lavoura. Nas parcelas PI,

a adubação de base sempre foi indicada de acordo com a interpretação da análise de solo, em função da recomendação oficial para o estado de Minas Gerais (CHAGAS et al., 1999).

A inoculação, utilizada no sexto tratamento, foi feita com a estirpe CIAT 899T de *Rhizobium tropici*, aprovada pelo Ministério da Agricultura e Abastecimento (MAPA) para a cultura do feijoeiro-comum (GRAHAM; HALLIDAY, 1976). O inoculante foi preparado no Laboratório de Microbiologia do Solo do Departamento de Ciência do Solo da UFLA, cultivado em meio 79 (FRED; WAKSMAN, 1928) esterilizado, também conhecido como meio YMA (yeast mannitol agar) (VINCENT, 1970). Após, as bactérias foram inoculadas em erlenmeyer de 250 mL com meio YM (yeast mannitol) e cultivadas sob agitação orbital de 110 rpm a 28°C, durante 48 horas, até a fase log de crescimento. A qualidade do inoculante foi monitorada pelo número mínimo legal de células viáveis, 109 UFC (Unidades Formadoras de Colônia) por mL de inoculante. O inoculante foi empregado via líquido nas sementes, numa proporção de 7,5 mL kg⁻¹ de sementes, o delineamento experimental foi blocos casualizados, com quatro repetições.

Em todos os blocos foi instalada ainda uma parcela extra, com a dose de 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio (parcela referência de N), aplicada dez dias antes da época prevista para adubação de cobertura, para realização das leituras com clorofilômetro do índice relativo de clorofila (IRC), necessário para se determinar o índice de suficiência de nitrogênio (ISN), utilizado na determinação da necessidade e dose de nitrogênio a ser aplicada em cobertura nos tratamentos PI (BARBOSA et al., 2009; CARVALHO et al., 2012), com ou sem inoculação. Os IRC foram obtidos com a utilização de um clorofilômetro Minolta® SPAD, calculando-se a média de leituras tomadas em 10 folhas jovens totalmente expandidas, uma por trifólio, totalizando 30 medições em cada parcela experimental.

Com essa média foi possível determinar o índice de suficiência de nitrogênio (ISN), por meio da razão entre o IRC obtido em cada parcela experimental, e o IRC obtido na parcela referência de N, localizada no mesmo bloco. Esse ISN permitiu a recomendação da adubação nitrogenada em cobertura das parcelas conduzidas dentro dos preceitos da produção integrada (BARBOSA et al., 2009; CARVALHO et al., 2012). Na visita posterior à adubação de cobertura, novamente foram obtidos os IRC e ISN, com intuito de verificar a eficiência da aplicação de nitrogênio em cada parcela.

Nos experimentos de Ijaci e Machado, as folhas utilizadas para obtenção do IRC foram coletadas, imediatamente acondicionadas em sacos de papel kraft e secas em estufa com circulação forçada de ar a 65°C, até peso constante. Depois, foram moídas em moinho tipo Willey marca TECNAL, e submetidas à determinação de N total pelo método semi-microkjedhal, de acordo com Sarruge e Haag (1974).

O número, e as datas e formas de aplicações, diferenciadas em cada tratamento e local, tornam bem complexa uma descrição sucinta, razão pela qual os procedimentos em cada tratamento são detalhados a seguir, e depois resumidos nas Tabelas 2 (Lavras), 3 (Ijaci) e 4 (Machado). Em nenhum dos experimentos, houve controle prévio da correção do solo através da calagem, já que as áreas nos foram disponibilizadas por parceiros, desta forma, os atributos do solo refletem exatamente sua condição na ocasião da semeadura.

2.3.1 Descrição dos tratamentos do experimento de Lavras

O experimento foi conduzido em área dessecada, em plantio direto. No tratamento de sementes, os cinco tratamentos receberam a dose de 120 mL do fungicida Fludioxonil + Metalaxil-M (25 +10 g L⁻¹) por 60 kg de sementes. Os tratamentos T1 e T2 receberam também 100 gramas de *Trichoderma asperellum*

(280 g kg⁻¹) e o tratamento T1 recebeu ainda a aplicação de 400 mL de estimulante do grupo químico citocinina + giberilina + ácido indolcanóico e 24 mL do fungicida Difenconazol (150 g L⁻¹) por 60 kg de sementes.

Como adubação de semeadura, o tratamento T1 recebeu 375 kg ha⁻¹ de superfosfato triplo, 150 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio, 62,5 kg ha⁻¹ de ureia e 20 kg ha⁻¹ de ácido bórico. Os demais tratamentos, com exceção de PI, receberam T2, T3 e T4 da dose de cada fertilizante. No tratamento PI foram aplicados 275 kg ha⁻¹ de superfosfato triplo, 43,75 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio, 112,5 kg ha⁻¹ de ureia e 7,5 kg ha⁻¹ de ácido bórico, de acordo com as recomendações de Chagas et al. (1999).

A emergência ocorreu em 23 de agosto de 2013, e as pulverizações iniciais dataram de 03 de setembro, aos 10 DAE. Os tratamentos T1, T2 e T3 receberam aplicação de 200 mL ha⁻¹ do inseticida Tiametoxam (250 g kg⁻¹), os tratamentos T1 e T2 receberam ainda 500 mL ha⁻¹ do acaricida Abamectina (18 g L⁻¹) e o tratamento T1 recebeu também 300 mL ha⁻¹ do herbicida fomesafen (250 g L⁻¹), mais 300 mL ha⁻¹ de adjuvante óleo mineral.

A aplicação seguinte ocorreu em 13 de setembro, aos 20 DAE. Todos os tratamentos receberam os herbicidas seletivos fomesafen (250g L⁻¹) e fluazifop-p-butíl (250 g L⁻¹), na dose de 300 mL ha⁻¹ cada, exceção feita ao tratamento T1, que recebeu uma dose mais elevada, de 500 mL ha⁻¹ de cada herbicida. Os tratamentos T1 e PI também receberam 1,5 L ha⁻¹ do herbicida bentazona (480 g L⁻¹). Com exceção do tratamento PI, todos os demais receberam aplicação de 1,25 L ha⁻¹ do inseticida clorpirifós (480 g L⁻¹), Os tratamentos T1 e T2 receberam ainda aplicação de 500 mL ha⁻¹ do acaricida Abamectina (18 g L⁻¹).

Em 14 de setembro, aos 22 DAE, após avaliação, determinou-se que o tratamento PI não receberia nenhuma aplicação. Os demais tratamentos receberam aplicação de inseticida tiametoxam (250 g kg⁻¹) na dose de 200 g ha⁻¹. Os tratamentos T1, T2 e T3 receberam aplicação de 100 mL ha⁻¹ de fertilizante

foliar à base de cobalto e molibdênio. Os tratamentos T1 e T2 receberam pulverização de 2 kg ha⁻¹ de MAP purificado e, complementando as aplicações, o tratamento T1 foi pulverizado com 300 mL ha⁻¹ do fungicida hidróxido de fentina (400 g L⁻¹), 2 L ha⁻¹ de fertilizante foliar à base de manganês e 350 mL ha⁻¹ de estimulante para crescimento, à base de citocinina + giberilina + ácido indolcanóico.

Em 23 de setembro foi realizada a leitura dos IRC com o clorofilômetro. No tratamento PI, o índice de suficiência de nitrogênio foi superior a 93%, indicando uma adubação de 15 kg ha⁻¹ de nitrogênio, ou 33,3 kg ha⁻¹ de ureia, realizada em 26 de setembro. Os tratamentos T1, T2, T3 e T4, receberam, respectivamente, 150 kg ha⁻¹, 112,5 kg ha⁻¹, 75 kg ha⁻¹ e 37,5 kg ha⁻¹ de ureia.

Aos 35 DAE (28 de setembro), as avaliações determinaram que o tratamento PI não necessitaria receber nenhuma aplicação. Todos os demais tratamentos receberam pulverização de adjuvante regulador de pH (50 mL ha⁻¹), mais os fungicidas hidróxido de fentina (400g L⁻¹) e tiofanato-metílico (700 g kg⁻¹), respectivamente, nas doses de 500 mL e 500 g por hectare, além do inseticida imidacloprido+beta-ciflutrina (100+12,5 g L⁻¹), na dose de 300 mL ha⁻¹. Os tratamentos T1 e T2 receberam aplicação complementar de 1 L ha⁻¹ do inseticida imidacloprido+beta-ciflutrina (100+12,5 g L⁻¹), além da aplicação de 100 mL ha⁻¹ e 2 kg ha⁻¹ de fertilizantes foliares à base de Mn e MAP purificado, respectivamente. Por fim, nesta intervenção, o tratamento T1 recebeu ainda aplicação de 250 mL ha⁻¹ de estimulante para crescimento do grupo químico citocinina + giberilina + ácido indolcanóico.

Em 5 de outubro, com bom desenvolvimento das plantas, a avaliação indicou novamente não haver necessidade de aplicação no tratamento PI. Aos 42 DAE, os tratamentos T1, T2, T3 e T4 receberam 500 mL ha⁻¹ do fungicida tiofanato-metílico (700 g kg⁻¹); os tratamentos T1, T2 e T3 receberam 15 mL ha⁻¹ de adjuvante regulador de pH e 1,25 L ha⁻¹ do inseticida clorpirifós (480g L⁻¹) e

nos tratamentos 100 e T2 foram realizadas aplicações de 200 mL ha⁻¹ do inseticida clorantraniliprole + lambda-cialotrina (100 + 50 g L⁻¹) e 500 mL ha⁻¹ do fungicida hidróxido de fentina (400 g L⁻¹).

Em 14 de outubro, aos 51 DAE, não se fizeram necessárias aplicações no tratamento PI. Os demais tratamentos receberam 500g ha⁻¹ de tiofanato-metílico (700g kg⁻¹); os tratamentos T1, T2 e T3 receberam aplicação de 15 mL ha⁻¹ de adjuvante regulador de pH, 200 mL ha⁻¹ do inseticida clorantraniliprole + lambda-cialotrina (100 + 50 g L⁻¹) e 500 mL ha⁻¹ do fungicida hidróxido de fentina (400 g L⁻¹). Os tratamentos 100 e T2 receberam aplicação de 2 kg ha⁻¹ do fertilizante foliar nitrato de potássio, e o tratamento T1 recebeu 500 mL ha⁻¹ do fungicida fluazinam (500 g L⁻¹), 500 mL ha⁻¹ de solução de aminoácidos e 1 L ha⁻¹ do inseticida imidacloprido + beta-ciflutrina (100 +12,5 g L⁻¹).

Sete dias depois (21 de outubro, aos 58 DAE), os tratamentos T1, T2, T3 e T4 receberam aplicação de 1 L ha⁻¹ do inseticida imidacloprido + beta-ciflutrina (100 +12,5 g L⁻¹) e 500 g ha⁻¹ do fungicida tiofanato-metílico (700g kg⁻¹). Os tratamentos T1, T2 e T3 receberam 50 mL ha⁻¹ de adjuvante regulador de pH. Os tratamentos T1 e T2 foram pulverizados com 2 kg ha⁻¹ de fertilizante foliar nitrato de potássio. Já o tratamento T1 recebeu também o fungicida fluazinam (500 g L⁻¹) e solução a base de aminoácidos, (500 mL ha⁻¹).

Aos 71 DAE, em 04 de novembro de 2013, novamente não se fez necessário aplicação no tratamento PI. Os tratamentos 100, 75 e T3 receberam 500 mL ha⁻¹ de adjuvante óleo mineral e 1 L ha⁻¹ do inseticida imidacloprido + beta-ciflutrina (100 +12,5 g L⁻¹).

Duas semanas depois, em 18 de novembro, todas as parcelas do experimento receberam a aplicação de 2 L ha⁻¹ do herbicida dessecante paraquat e, três dias depois, em 21 de novembro, as parcelas foram arrancadas e, finalmente, no dia 22, foram trilhadas. O Resumo dos tratamentos aplicados no experimento de Lavras é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 - Resumo de aplicações de insumos por tratamento no ensaio de Lavras. (continua)

Atividade / Insumo	Unidades	Doses por tratamento				
		T1	T2	T3	T4	PI
Pulverização	n°	10	10	10	6	4
Semeadura / adubação	n°	1	1	1	1	1
Adubação de cobertura	n°	1	1	1	1	1
Colheita	n°	1	1	1	1	1
Fertilizantes						
Super Fosfato Triplo	Kg ha ⁻¹	216	162	108	54	158,4
Cloreto de potássio	Kg ha ⁻¹	86,4	64,8	43,2	21,6	25,4
Ureia	Kg ha ⁻¹	186	139,5	93	46,5	98,8
Ácido bórico	Kg ha ⁻¹	11,52	8,64	5,76	2,88	4,32
Fertilizantes Foliares						
MAP Purificado	Kg ha ⁻¹	4	4	0	0	0
Co e Mo	L ha ⁻¹	0,2	0,2	0,1	0	0
Mn	L ha ⁻¹	2	0	0	0	0
Aminoácidos	L ha ⁻¹	1	0	0	0	0
Nitrato de potássio	Kg ha ⁻¹	4	4			
Herbicidas						
Glifosato (480 g L ⁻¹)	L ha ⁻¹	4	4	4	4	4
fomesafen(250 gL ⁻¹)	L ha ⁻¹	0,6	0,3	0,3	0,3	0,3
bentazona (480 gL ⁻¹)	L ha ⁻¹	1,5	0	0	0	1,5
fluazifop-P-butílico (250 gL ⁻¹)	L ha ⁻¹	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
paraquat (200gL ⁻¹)	L ha ⁻¹	2	2	2	2	2

Atividade / Insumo	Unidades	T1	T2	T3	T4	PI
Fungicidas						
fludioxonil + metalaxil-M (25 + 10 gL ⁻¹)	L ha ⁻¹	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
difenoconazol (150 gL ⁻¹)	L ha ⁻¹	0,024	0	0	0	0
Trichoderma asperellum (280 gKg ⁻¹)	Kg ha ⁻¹	0,1	0	0	0	0
Hidróxido de fentina (400 gL ⁻¹)	L ha ⁻¹	1,8	1,5	1	1	0
tiofanato-metílico (700 gKg ⁻¹)	Kg ha ⁻¹	2	2	1,5	1,5	0
fluazinam (500 gL ⁻¹)	L ha ⁻¹	1,5	0	0	0	0
Inseticidas / Acaricida						
tiametoxam (250 gkg ⁻¹)	Kg ha ⁻¹	0,4	0,4	0,2	0	0
abamectina (18 gL ⁻¹)	L ha ⁻¹	1	1	0	0	0
clorpirifós (480 gL ⁻¹)	L ha ⁻¹	2,5	2,5	2,5	1,25	0
imidacloprido + beta-ciflutrina (100 +12,5 gL ⁻¹)	L ha ⁻¹	4,3	4,3	3,3	2,3	0,3
clorantraniliprole + lambda-cialotrina (100 + 50 gL ⁻¹)	L ha ⁻¹	0,2	0,2	0	0	0
Adjuvantes e outros						
Regulador de Crescimento (citocinina + giberilina + ácido indolcanóico)	L ha ⁻¹	1	0	0	0	0
Óleo mineral (428 gL ⁻¹)	L ha ⁻¹	1,3	1	1	0,5	0,5
Regulador de pH	L ha ⁻¹	0,2	0,2	0,2	0,05	0
Sementes feijão carioca	Kg ha ⁻¹	60	60	60	60	60

Fonte: Do autor (2016).

(conclusão)

2.3.2 Descrição dos tratamentos do experimento de Ijaci

O experimento foi conduzido em área com preparo convencional com uso de grade aradora. Conforme já mencionado, o experimento contou com um sexto tratamento, equivalente à produção integrada com utilização de sementes inoculadas com bactérias do gênero *Rizobium* (PI inoculado). Também deve ser acrescentado que a área do pivô central havia sido previamente escarificada e não apresentava, por essa razão, uma condição ideal de semeadura.

O tratamento de sementes, em todos os tratamentos, constou de aplicação de 108 mL de inseticida tiametoxam (250g L^{-1}) para cada 60 kg de sementes. Nos dois tratamentos sob sistema de produção integrada, e no tratamento T1, as sementes também foram tratadas com os fungicidas difenoconazol (150g L^{-1}) e fluodioxinil + metalaxil-M ($25 + 10\text{ g L}^{-1}$) nas doses de 20 e 72 mL por 60 Kg, respectivamente. Além disso, os tratamentos T1 e T2 receberam 60 g de *Trichoderma asperellum* (280 g kg^{-1}) e o tratamento T1 recebeu 240 mL de estimulante (citocinina + giberilina + ácido indolcanóico) por 60 Kg de sementes. A inoculação foi feita com a estirpe CIAT 899 de *Rhizobium tropici*, aprovada pelo MAPA para a cultura do feijoeiro-comum (GRAHAM; HALLIDAY, 1976). O inoculante foi empregado via líquida nas sementes, na proporção de $7,5\text{ mL kg}^{-1}$.

As linhas de semeadura foram abertas com semeadora em 24 de fevereiro de 2014, e adubadas manualmente, com formulado NPK (08-28-16) mais ácido bórico. Os tratamentos T1, T2, T3 e T4 receberam, respectivamente, 400, 300, 200 e 100 kg ha^{-1} do formulado, mais 15, 11,5, 7,5 e 3,75 kg ha^{-1} de ácido bórico. Cada tratamento de produção integrada recebeu 297,3 kg ha^{-1} de superfosfato simples e 86,2 kg ha^{-1} de cloreto de potássio. O tratamento inoculado recebeu 56,25 Kg ha^{-1} de ureia e, o não inoculado, 112,5 kg ha^{-1} .

A completa emergência das plântulas ocorreu em 02 de março, e as parcelas referência de nitrogênio receberam a cobertura nitrogenada dez dias depois, 150 kg ha⁻¹ de N, fonte ureia. Nesta mesma data, todas as parcelas receberam aplicação de 500 mL ha⁻¹ do herbicida (fluazifop-p-butílico 200g L⁻¹) + (fomesafen 250 g L⁻¹).

Em 14 de março (12 DAE) a avaliação das parcelas constatou que não se fazia necessário nenhuma aplicação nas parcelas PI. Os tratamentos T1, T2 e T3 receberam 300 mL ha⁻¹ de adjuvante óleo mineral e 200 mL ha⁻¹ do inseticida tiametoxam (250 g kg⁻¹). Nas parcelas do tratamento T1 foram aplicados ainda 500 mL ha⁻¹ do acaricida abamectina (18 g L⁻¹).

Em 24 de março 2014 (22 DAE), a avaliação das parcelas determinou não aplicação nas parcelas PI. O inseticida tiametoxam (250g kg⁻¹) foi aplicado em todos os demais tratamentos, na dose de 200 g ha⁻¹. Os tratamentos 100, 75 e T3, receberam adubo foliar à base de cobalto e molibdênio (100 mL ha⁻¹). Os tratamentos 100 e T2 receberam 120 g ha⁻¹ do fungicida azoxistrobina (500g kg⁻¹) e 2 kg ha⁻¹ do fertilizante foliar MAP purificado. Foram aplicados, no tratamento T1, 300 mL ha⁻¹ de hidróxido de fentina (400 g L⁻¹) e 2 L ha⁻¹ de adubo foliar à base de manganês.

Em 25 de março, em todas as parcelas experimentais, aplicou-se 1 L ha⁻¹ de fomesafen (250 g L⁻¹), 750 mL ha⁻¹ de fluazifop-p-butílico (250 g L⁻¹), 1,2 L ha⁻¹ de bentazona (480 g L⁻¹) e 1 L ha⁻¹ de adjuvante óleo mineral.

Em 26 de março, aos 24 DAE, foi realizada a leitura do IRC. Como os valores do ISN foram inferiores a 95% tanto no tratamento PI não inoculado, quanto no PI inoculado, foram aplicados em ambos os tratamentos, 20 kg ha⁻¹ de N (44,5 kg de ureia). Os demais tratamentos também receberam a adubação de cobertura: 150, 112,5, 75 e 56,25 kg ha⁻¹ de ureia, respectivamente, nos tratamentos T1, T2, T3 e T4.

Em 31 de março (29 DAE), a avaliação indicou não haver necessidade de aplicação nos tratamentos PI. Todos os demais tratamentos receberam aplicação do fungicida hidróxido de fentina (400 g L^{-1}) e adjuvante regulador de pH nas doses de 500 mL e 50 mL por hectare, respectivamente. A exceção do tratamento T4, os tratamentos receberam $1,25 \text{ L ha}^{-1}$ do inseticida clorpirifós (480 g L^{-1}). Os tratamentos T1 e T2 receberam 500 mL ha^{-1} do acaricida abamectina (18 g L^{-1}) e 1 L ha^{-1} do inseticida imidacloprido + beta-ciflutrina ($100 + 12,5 \text{ g L}^{-1}$). O tratamento T1 recebeu ainda 500 mL ha^{-1} do inseticida clorantraniliprole + lambda-cialotrina ($100 + 50 \text{ g L}^{-1}$) e o fungicida azoxistrobina (500 g kg^{-1}), na dose de 120 g ha^{-1} .

Em 07 de abril (36 DAE) foram medidos os IRC de todas as parcelas e aos 37 DAE, em 08 de abril, não houve necessidade de aplicação de nitrogênio nos tratamentos PI. Os demais tratamentos foram pulverizados com dose de 500 g ha^{-1} do fungicida tiofanato metílico (700 g kg^{-1}) e 300 mL ha^{-1} do inseticida imidacloprido + beta-ciflutrina ($100 + 12,5 \text{ g L}^{-1}$). Os tratamentos T1 e T2 receberam aplicações de 100 mL e 2 kg ha^{-1} , respectivamente, dos fertilizantes foliares a base de cobalto e molibdênio, e MAP purificado. O tratamento T1 recebeu 250 mL ha^{-1} do estimulante hormonal para crescimento, do grupo químico citocinina + giberilina + ácido indolcanóico e 2 L ha^{-1} de fertilizante foliar à base de manganês.

Em 11 de abril de 2014 (40 DAE) não foram feitas aplicações nas parcelas PI. Os tratamentos T1 e T2 receberam 200 mL ha^{-1} do inseticida clorantraniliprole + lambda-cialotrina ($100 + 50 \text{ g L}^{-1}$) e houve uma aplicação, no tratamento T1, do fungicida fluazinam 500 g L^{-1} (500 mL ha^{-1}).

Em 15 de abril (44 DAE) não houve aplicação nos tratamentos PI, mas os demais receberam 500 g ha^{-1} do fungicida tiofanato metílico (700 g kg^{-1}). Os tratamentos T1, T2 e T3 foram pulverizados com $1,25 \text{ L ha}^{-1}$ do inseticida clorpirifós (480 g L^{-1}) e 50 mL ha^{-1} de adjuvante regulador de pH. Os

tratamentos T1 e T2 receberam fungicida hidróxido de fentina (400 g L^{-1}), na dose de 500 mL ha^{-1} .

Aos 51 DAE não houve aplicação nos tratamentos PI. Os tratamentos T1, T2 e T3 receberam 200 mL ha^{-1} do inseticida clorantraniliprole + lambda-cialotrina ($100 + 50 \text{ g L}^{-1}$) e 50 mL ha^{-1} de adjuvante regulador de pH. Os tratamentos T1 e T2 receberam fungicida tiofanato metílico (700 g kg^{-1}) na dose de 500 g ha^{-1} e 2 kg ha^{-1} do fertilizante foliar nitrato de potássio.

Em 30 de abril não houve aplicação nos tratamentos PI. Todos os demais tratamentos foram pulverizados com 500 g ha^{-1} do fungicida tiofanato metílico (700 g kg^{-1}) e 1 L ha^{-1} do inseticida imidacloprido + beta-ciflutrina ($100 + 12,5 \text{ g L}^{-1}$). Os tratamentos T1, T2 e T3 receberam 500 mL do fungicida hidróxido de fentina (400 g L^{-1}) e 50 mL ha^{-1} do adjuvante regulador de pH. Nos tratamentos T1 e T2 foram pulverizados 2 kg ha^{-1} do fertilizante foliar nitrato de potássio. No tratamento T1 foram aplicados ainda 300 mL ha^{-1} do fungicida azoxistrobina 200 g L^{-1} + ciproconazol 82 g L^{-1} , e 500 mL ha^{-1} do fungicida fluazinam (500 g L^{-1}) e da solução a base de aminoácidos (500 ml ha^{-1}).

Em 14 de maio foi pulverizado o herbicida dessecante 1,1'-dimetil-4,4'-bipiridílio dicloreto, íon (PARAQUAT) (200 g L^{-1}). Em 16 de maio, foi realizado o arranquio do feijão e na sequência, três dias depois, a trilha.

O Resumo dos tratamentos aplicados no experimento de Ijaci é apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 - Resumo de aplicações de insumos por tratamento, ensaio de Ijaci. (continua)

Atividade / Insumo	Unidades	Doses por tratamento					
		T1	T2	T3	T4	PI inoc.	PI
Escarificação	n°	1	1	1	1	1	1
Pulverização	n°	11	11	10	9	5	5
Semeadura / Adubação	n°	1	1	1	1	1	1
Adubação de Cobertura	n°	1	1	1	1	1	1
Colheita	n°	1	1	1	1	1	1
Fertilizantes							
08-28-16	Kg ha ⁻¹	400	300	200	100	0	0
Super Fosfato Triplo	Kg ha ⁻¹	0	0	0	0	297,3	297,3
cloreto de potássio	Kg ha ⁻¹	0	0	0	0	86,2	86,2
ureia	Kg ha ⁻¹	186	139,5	93	46,5	112,5	56,25
ácido bórico	Kg ha ⁻¹	15	11,25	7,5	3,75	0	0
Fertilizantes Foliare							
MAP Purificado	Kg ha ⁻¹	4	4	0	0	0	0
Co e Mo	L ha ⁻¹	0,2	0,2	0,1	0	0	0
Mn	L ha ⁻¹	2	0	0	0	0	0
aminoácidos	L ha ⁻¹	1	0	0	0	0	0
nitrito de potássio	Kg ha ⁻¹	4	4	0	0	0	0
Herbicidas							
glifosato (480 g L ⁻¹)	L ha ⁻¹	5	5	5	5	5	5
fomesafen(250 gL ⁻¹)	L ha ⁻¹	1,3	1	1	1	1	
bentazona (480 gL ⁻¹)	L ha ⁻¹	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
fluazifop-P-butílico (250 gL ⁻¹)	L ha ⁻¹	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
(Fluazifop-p-butílico - 200g/L)+(fomesafen250 gL ⁻¹)	L ha ⁻¹	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
paraquat (200g/L ⁻¹)	L ha ⁻¹	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5

Atividade / Insumo	Unidades	T1	T2	T3	T4	PI inoc.	PI
Fungicidas							
fludioxonil + metalaxil-M (25 + 10 gL ⁻¹)	L ha ⁻¹	0,12	0	0	0	0,12	0,12
difenoconazol (150 gL ⁻¹)	L ha ⁻¹	0,024	0	0	0	0,024	0,024
Trichoderma asperellum (280 gKg ⁻¹)	Kg ha ⁻¹	0,1	0,1	0	0	0	0
hidróxido de fentina (400 gL ⁻¹)	L ha ⁻¹	1,8	1,5	1	0,5	0	0
tiofanato-metílico (700 gKg ⁻¹)	Kg ha ⁻¹	2	2	1,5	1,5	0	0
azoxistrobina (500gKg ⁻¹)	Kg ha ⁻¹	0,24	0,12	0	0	0	0
(azoxistrobina 200 gL + ciproconazol 82 gL ⁻¹)	L ha ⁻¹	0,6					
fluazinam (500 gL ⁻¹)	L ha ⁻¹	1,5	0	0	0	0	0
Inseticidas /Acaricida							
tiametoxam (250 gkg ⁻¹)	Kg ha ⁻¹	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
tiametoxam (250 gkg ⁻¹)	Kg ha ⁻¹	0,4	0,4	0,4	0,2	0	0
abamectina (18 gL ⁻¹)	L ha ⁻¹	1	0,5	0	0	0	0
clorpirifós (480 gL ⁻¹)	L ha ⁻¹	2,5	2,5	2,5	1,25	0	0
imidacloprido + beta-ciflutrina (100 +12,5 gL ⁻¹)	L ha ⁻¹	2,3	2,3	1,3	1,3	0	0
clorantriliprole + lambda-cialotrina (100 + 50 gL ⁻¹)	L ha ⁻¹	0,6	0,4	0,2	0	0	0
Adjuvantes e outros							
Regulador de Crescimento (citocinina + giberilina + ácido indolcanóico)	L ha ⁻¹	0,75	0	0	0	0	0
óleo mineral (428 gL ⁻¹)	L ha ⁻¹	0,8	0,8	0,8	0,5	0,5	0,5
regulador de pH	L ha ⁻¹	0,15	0,15	0,15	0,1	0	0
inoculante Rizobium	L ha ⁻¹	0	0	0	0	0,24	0

Fonte: Do autor (2016).

(conclusão)

2.3.3 Descrição dos tratamentos do experimento de Machado

O preparo do solo foi convencional, com uma operação com grade aradora e em seguida, com grade niveladora.

Em 17 de novembro de 2014, ocorreu a semeadura da área sulcada com semeadora. A adubação de base foi aplicada manualmente ao sulco e a semeadura realizada com a utilização de matracas. A adubação de base para os tratamentos T1, T2, T3 e T4 foi de 400, 300, 200 e 100 kg ha⁻¹ do fertilizante granulado formulado NPK (08-28-16), além das doses de 15, 11,25, 7,5 e 3,75 kg ha⁻¹ respectivamente, do fertilizante ácido bórico. Os tratamentos PI receberam adubação com adubos não formulados: 112 kg ha⁻¹ de superfosfato triplo, 34 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio e 45 kg ha⁻¹ de ureia. Não houve diferenças na adubação nitrogenada de base dos tratamentos inoculados e não inoculados. O ensaio não contou com irrigação suplementar.

Todos os tratamentos receberam 180 mL do inseticida tiametoxam (250 g L⁻¹) e também 120 mL do fungicida fludioxonil + metalaxil-M (25 + 10 g L⁻¹) por 60 Kg de sementes, quantidade utilizada para cada hectare semeado. Os tratamentos T1 e T2 também tiveram suas sementes tratadas com 100 g de *Trichoderma asperellum* (280 g kg⁻¹), o tratamento T1 recebeu 24 ml do fungicida difenoconazol (150 g L⁻¹) e o tratamento PI inoculado recebeu 7,5 ml de inoculante (CIAT 899) por kg de sementes.

A completa emergência das plântulas ocorreu em 24 de novembro e em 05 de dezembro de 2014 (11 DAE) foi realizada a adubação nitrogenada das parcelas referência N, com 150 kg ha⁻¹ de N, fonte ureia. Nesta data foi realizada também a primeira pulverização, quando todos os tratamentos receberam 300 mL ha⁻¹ de fomesafen (250 g L⁻¹), 750 mL ha⁻¹ de fluazifop-p-butílico (250 g L⁻¹) e 1,2 L ha⁻¹ de bentazona (480 g L⁻¹). Os tratamentos T1, T2

e T3 também receberam aplicação do inseticida tiametoxam (250 g kg^{-1}) e o tratamento T1 recebeu 300 ml ha^{-1} de adjuvante óleo mineral.

Em 11 de dezembro, aos 17 DAE foram aplicadas em todos os tratamentos, 200 g ha^{-1} do inseticida tiametoxam (250 g kg^{-1}). Os tratamentos T1 e T2 receberam acaricida abamectina (18 g L^{-1}) e fungicida azoxistrobina + difenoconazol ($200+820 \text{ g L}^{-1}$). O tratamento T1 recebeu ainda aplicação do fungicida hidróxido de fentina (480 g L^{-1}).

Dia 18 de dezembro (24 DAE) foi realizada a leitura do IRC das parcelas referência de N e das parcelas conduzidas segundo a PI. O cálculo do ISN para os tratamentos PI indicaram valores superiores a 90% e inferiores a 95% e, desta forma, foi realizada a aplicação de 15 kg de N fonte ureia. Os tratamentos T1, T2, T3 e T4 receberam respectivamente, 150 , $112,5$, 75 e $37,5 \text{ kg ha}^{-1}$ de ureia. Na ocasião, todos os tratamentos receberam herbicida seletivo fluazifop-p-butílico (250 g L^{-1}); sendo que o tratamento T1 recebeu a dose de 500 mL ha^{-1} e todos os demais, a dose de 300 mL ha^{-1} , ambos adicionados de 500 ml ha^{-1} do adjuvante óleo mineral.

Com exceção dos tratamentos PI, todos os demais receberam pulverização com a dose de $1,25 \text{ L ha}^{-1}$ do inseticida clorpirifós (480 g L^{-1}). Os tratamentos T1, T2 e T3 receberam 100 ml de fertilizante foliar a base de cobalto e molibdênio. Os tratamentos T1 e T2 receberam a dose de 2 kg ha^{-1} de MAP purificado, o tratamento T1 recebeu $1,5 \text{ L ha}^{-1}$ do herbicida seletivo bentazona (480 g L^{-1}), $0,35 \text{ L ha}^{-1}$ do inseticida tiametoxam+lambdacialotrina ($141+106 \text{ g L}^{-1}$), de 350 ml ha^{-1} de biorregulador estimulante de crescimento do grupo químico citocinina + giberilina + ácido indolcanóico e 2 L ha^{-1} de fertilizante foliar a base de manganês.

Em 26 de dezembro aos 32 DAE foi realizada a leitura dos IRC em todas as parcelas, possibilitando avaliar o ISN de todos os tratamentos após receberem a adubação de cobertura. Não houve necessidade aplicação nos

tratamentos PI, o que se repetiu em todas as aplicações posteriores a esta. Todos os demais tratamentos receberam 500 mL ha⁻¹ do fungicida hidróxido de fentina (480 g L⁻¹) e 50 mL ha⁻¹ do adjuvante regulador de pH. Os tratamentos T1 e T2 foram pulverizados com 1 L ha⁻¹ do inseticida imidacloprido + beta-ciflutrina (100 +12,5 g L⁻¹).

Em 06 de janeiro aos 43 DAE foram aplicados 500 g ha⁻¹ do fungicida tiofanato metílico (700 g kg⁻¹) e 300 ml ha⁻¹ do inseticida imidacloprido + beta-ciflutrina (100 +12,5 g L⁻¹) nos tratamentos T1, T2, T3 e T4. Os tratamentos T1, T2 e T3 receberam 50 ml ha⁻¹ do adjuvante regulador de pH e 2 kg ha⁻¹ de MAP purificado; 100 ml ha⁻¹ de fertilizante foliar à base de cobalto e molibdênio foram aplicados nos tratamentos T1 e T2. O tratamento T1 recebeu 250 ml ha⁻¹ do biorregulador estimulante de crescimento do grupo químico citocinina + giberilina + ácido indolcanóico.

Em 11 de janeiro aos 48 DAE, os tratamentos T1, T2 e T3 receberam 50 ml ha⁻¹ de adjuvante regulador de pH. Os tratamentos T1 e T2 foram pulverizados com o inseticida clorantnilprole + lambda-cialotrina (100 + 50 g L⁻¹) na dose de 200 mL ha⁻¹. No tratamento T1 foi aplicado o fungicida trifloxistrobina + protioconazol (150 +175 g L⁻¹).

Em 19 de janeiro (56 DAE) os tratamentos T1, T2, T3 e T4 receberam 500 g ha⁻¹ de tiofanato metílico (700 g kg⁻¹). Os tratamentos T1, T2 e T3 receberam 1,25 L ha⁻¹ do inseticida clorpirifós (480 g L⁻¹), 200 ml ha⁻¹ do inseticida clorantnilprole + lambda-cialotrina (100 + 50 g L⁻¹) e 50 ml ha⁻¹ de adjuvante regulador de pH. Os tratamentos T1 e T2 receberam 500 g ha⁻¹ do fungicida hidróxido de fentina (400 g L⁻¹) e de 2 kg ha⁻¹ do fertilizante foliar nitrato de potássio. Foram aplicados ainda no tratamento T1; 500 ml ha⁻¹ do fungicida trifloxistrobina + protioconazol (150 +175 g L⁻¹), 350 ml ha⁻¹ do inseticida tiametoxam + lambdacialotrina (141+106 g L⁻¹) e do fungicida fluazinam (500 g L⁻¹), além de 500 ml ha⁻¹ de solução à base de aminoácidos.

Em 26 de janeiro aos 63 DAE os tratamentos T1, T2, T3 e T4 receberam 500 g ha⁻¹ do fungicida tiofanato metílico (700 g kg⁻¹). Os tratamentos T1, T2 e T3 receberam aplicações de 50 mL ha⁻¹ de adjuvante regulador de pH, 200 mL ha⁻¹ do inseticida clorantraniliprole + lambda-cialotrina (100 + 50 g L⁻¹) e 500 ml ha⁻¹ do fungicida hidróxido de fentina (400 g L⁻¹). Os tratamentos T1 e T2 receberam 2 kg ha⁻¹ de fertilizante foliar nitrato de potássio. O tratamento T1 recebeu 500 ml ha⁻¹ de fungicida fluazinam (500 g L⁻¹), 500 ml ha⁻¹ do fungicida trifloxistrobina + protioconazol (150 +175 g L⁻¹) e 1 L ha⁻¹ do inseticida imidacloprido + beta-ciflutrina (100 +12,5 g L⁻¹).

Em 03 de fevereiro (71 DAE), os tratamentos T1, T2, T3 e T4 receberam 1 L ha⁻¹ do inseticida imidacloprido + beta-ciflutrina (100 +12,5 g L⁻¹) e do fungicida tiofanato metílico (700 g kg⁻¹). Os tratamentos T1, T2 e T3 receberam adjuvante regulador de pH na dose de 50 ml ha⁻¹. Os tratamentos T1 e T2 foram pulverizados com 2 kg ha⁻¹ do fertilizante foliar nitrato de potássio. No tratamento T1 foram aplicados 500 ml ha⁻¹ do fungicida fluazinam (500 g L⁻¹) e a mesma dose de solução à base de aminoácidos.

Aos 78 DAE em 10 de fevereiro, foi possível arrancar as parcelas úteis relativas aos tratamentos PI, T4 e T3, mais o terceiro e quarto blocos do tratamento T2. Os demais blocos deste tratamento e todo o tratamento T1 foram então pulverizados com a dose de 2,5 L ha⁻¹ do herbicida dessecante 1,1' - dimetil-4,4' - bipiridílio dicloreto, íon (PARAQUAT) (200g L⁻¹) e o arranquio destas parcelas desseccadas ocorreu em 13 de fevereiro, aos 81 DAE, com toda a trilha sendo realizada na semana subsequente.

O Resumo dos tratamentos aplicados no experimento de Machado é apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 - Resumo de aplicações de insumos, ensaio de Machado. (continua)

Atividade / Insumo	Unidades	Doses por Tratamento					
		T1	T2	T3	T4	PI inoc.	PI
gradagem pesada	n°	1	1	1	1	1	1
gradagem leve	n°	1	1	1	1	1	1
pulverização	n°	10	10	9	8	3	3
semeadura/adubação	n°	1	1	1	1	1	1
adubação de cobertura	n°	1	1	1	1	1	1
colheita	n°	1	1	1	1	1	1
Fertilizantes							
08-28-16	Kg ha ⁻¹	400	300	200	100	0	0
Super Fosfato Triplo	Kg ha ⁻¹	0	0	0	0	112	112
cloreto de potássio	Kg ha ⁻¹	0	0	0	0	34	34
ureia	Kg ha ⁻¹	186	139,5	93	46,5	45	45
ácido bórico	Kg ha ⁻¹	15	11,25	7,5	3,75	0	0
Fertilizantes Foliare							
MAP Purificado	Kg ha ⁻¹	4	4	0	0	0	0
Co e Mo	L ha ⁻¹	0,2	0,2	0,1	0	0	0
Mn	L ha ⁻¹	2	0	0	0	0	0
aminoácidos	L ha ⁻¹	1	0	0	0	0	0
nitrate de potássio	Kg ha ⁻¹	6	6	0	0	0	0
Herbicidas							
fomesafen(250 g L ⁻¹)	L ha ⁻¹	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
bentazona (480 g L ⁻¹)	L ha ⁻¹	2,4	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
fluazifop-P-butílico (250 g L ⁻¹)	L ha ⁻¹	1,25	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
Paraquat (200g L ⁻¹)	L ha ⁻¹	2,5	2,5	0	0	0	0

Atividade / Insumo	Unidades	Doses por Tratamento					
		T1	T2	T3	T4	PI inoc.	PI
Fungicidas							
azoxistrobina + difenoconazol (200+820 gL ⁻¹)	L ha ⁻¹	0,3	0,3	0	0	0	0
trifloxistrobia+protioconazol (150 +175 gL ⁻¹)	L ha ⁻¹	1,5	0	0	0	0	0
fludioxonil + metalaxil-M (25 + 10 gL ⁻¹)	L ha ⁻¹	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
difenoconazol (150 gL ⁻¹)	L ha ⁻¹	0,024	0	0	0	0,024	0,024
Trichoderma asperellum (280 gKg)	Kg ha ⁻¹	0,1	0,1	0	0		0
hidróxido de fentina (400 gL ⁻¹)	L ha ⁻¹	1,8	1,5	1	0,5	0	0
tiofanato-metílico (700 gKg)	Kg ha ⁻¹	2	2	2	2	0	0
fluazinam (500 gL)	L ha ⁻¹	1,5	0	0	0		0
Inseticidas / Acaricida							
tiametoxam+lambdacialotrina (141+106 gL ⁻¹)	L ha ⁻¹	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
tiametoxam (250 gkg)	Kg ha ⁻¹	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
tiametoxam (250 gkg)	Kg ha ⁻¹	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2
abamectina (18 gL ⁻¹)	L ha ⁻¹	1	1	0	0	0	0
clorpirifós (480 gL ⁻¹)	L ha ⁻¹	2,5	2,5	2,5	1,25	0	0
imidacloprido + beta-ciflutrina (100 +12,5 g L ⁻¹)	L ha ⁻¹	3,3	2,3	2	2	0	0
clorantraniliprole + lambda-cialotrina (100 + 50 g L ⁻¹)	L ha ⁻¹	0,6	0,6	0,4	0	0	0
Adjuvantes e outros							
Regulador de Crescimento (citocinina +giberilina +ácido indolcanóico)	L ha ⁻¹	1	0	0	0	0	0
óleo mineral (428 gL ⁻¹)	L ha ⁻¹	0,8	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
regulador de pH	L ha ⁻¹	0,25	0,25	0,25	0,05	0	0
inoculante Rizobium	L ha ⁻¹	0	0	0	0	0,24	0

Fonte: Do autor (2016).

(conclusão)

2.4 Características avaliadas e análise estatística

Por ocasião da colheita, no estágio R9 do ciclo cultural do feijoeiro comum, as seis linhas centrais foram usadas para determinar o estande final (em plantas por parcela), obtido por contagem direta. Determinou-se ainda, o rendimento de grãos (REND), em kg ha^{-1} , e seus componentes primários, número de vagens por planta (V/P), número de grãos por vagem (G/V) e massa de cem, grãos, em gramas (MCG). Os componentes do rendimento foram determinados em amostra aleatória de 10 plantas, obtida nas seis linhas centrais. O rendimento de grãos (REND) foi obtido a partir da massa de grãos produzida na parcela útil, incluindo a citada amostra de 10 plantas. A umidade inicial dos grãos foi determinada com medidor marca Gehaka G600, no Laboratório de Grandes Culturas do Departamento de Agricultura da UFLA, corrigindo-se posteriormente, o REND e o MCG para 13% de umidade. Na determinação do teor de N nos grãos (TNG), foi coletada uma amostra aleatória dos grãos de cada parcela e colocada em estufa com circulação forçada de ar a 65°C , por 48 horas. Na sequência, foram moídas em moinho tipo Willey marca TECNAL, e submetidas à análise pelo método semi-microkjedhal (nitrogênio total), de acordo com Sarruge e Haag (1974), no Laboratório de Grandes Culturas do Departamento de Agricultura da UFLA. O acúmulo de N nos grãos (ANG) foi calculado multiplicando-se o REND pelo TNG e dividindo-se por 100.

Os dados foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste F, utilizando o *software* de análise estatística Sisvar® (FERREIRA, 2011). As variáveis que apresentaram significância a 5% no teste F tiveram as médias agrupadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

2.5 Análise econômica

Todos os preços dos insumos aplicados, dos serviços de máquinas contratados, da mão de obra utilizada, e do produto obtido, foram levantados no mercado das regiões onde os experimentos foram conduzidos. Na falta de informações confiáveis foram utilizados índices do Instituto de Economia Agrícola do Estado de São Paulo (IEA, 2015).

O estudo da viabilidade econômica baseou-se na fundamentação teórica do custo de produção (REIS, 2007), considerando-se todo o processo e insumos envolvidos na atividade (custos operacionais), mais o custo alternativo (juros de 6% ao ano) do uso dos recursos dentro do curto prazo. A soma dos custos operacionais mais os custos alternativos deu origem aos custos variáveis totais, que divididos pela quantidade produzida, deu origem aos custos variáveis médios.

O desempenho econômico dos sistemas de produção foi estudado por meio do custo variável total de produção do feijão. Para a análise econômica, entretanto, foram considerados os dados referentes aos custos variáveis médios (CVMe) ou custo por unidade produzida, à receita e ao lucro total proporcionado pelo cultivo do feijão, comparando-se, em cada um dos tratamentos, o CVMe com o preço médio da saca de 60 kg de feijão carioca. Para cada tratamento foram comparados também a margem de contribuição e o lucro médio. Além disso, foi calculada a produção necessária para a cobertura dos custos, em função do preço do feijão praticado na ocasião da colheita.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Ensaio de Lavras

No resumo da análise de variância (Tabela 5), verifica-se que somente houve efeito significativo dos tratamentos sobre o estande final de plantas (NP). O rendimento de grãos (REND) e seus componentes primários, número de vagens por planta - V/P, número de grãos por vagem - G/V e massa de 100 grãos - MCG, não foram influenciados. A julgar pelos coeficientes de variação (CV) houve boa precisão experimental (Tabela 5).

Tabela 5 - Resumo da análise de variância (Quadrados Médios) dos dados referentes a estande de plantas na colheita (EPC), número de vagens por planta (V/P), número de grãos por vagem (G/V), massa de 100 grãos (MCG) e rendimento de grãos (REND) em Lavras.

FV	GL	QM				
		NP	V/P	G/V	MCG	REND
Tratamento	4	7437,05*	83074,34 ^{ns}	0,19 ^{ns}	1,21 ^{ns}	83074,34 ^{ns}
Bloco	3	4044,15 ^{ns}	5,22 ^{ns}	0,3 ^{ns}	1,16 ^{ns}	671023,04*
Resíduo	12	26824,60	4,47	0,18	0,46	37324,08
CV%		9,71	14,03	8,91	2,97	10,88

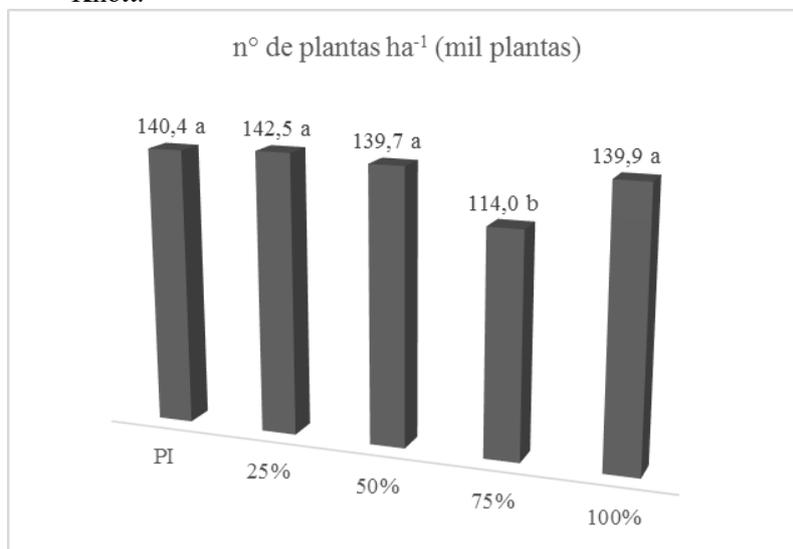
^{ns} e * respectivamente, não significativo e significativo a 5% de significância pelo teste de F.

Fonte: Do autor (2016).

Na Figura 3 são apresentados os valores médios de estande final de plantas em função dos tratamentos. Segundo o teste de Scott-Knott, as médias de quatro tratamentos pertencem a um mesmo grupo, enquanto o T2 apresentou estande menor, com redução da ordem de 18% no número de plantas. Este tratamento (T2) situou-se entre aqueles que receberam maiores doses de defensivos e fertilizantes, e assim poderia ser argumentado que estas aplicações teriam influenciado negativamente a germinação das sementes e a emergência e sobrevivência de plantas. Doses maiores nas de N na semeadura, por exemplo,

são referidas na literatura como causa da redução no estande (SANTOS; FAGERIA, 2007; ALVES et al., 2009). Contudo, neste caso, seria esperado que no mínimo o tratamento T1 tivesse comportamento semelhante, dadas as condições ainda mais estressantes quanto à aplicação de defensivos e fertilizantes, isso, entretanto, não ocorreu.

Figura 3- Valores médios de estande final de plantas (NP) em função dos sistemas de produção avaliados em Lavras. Médias seguidas pela mesma letra pertencem ao mesmo grupo segundo o teste de Scott-Knott.



Fonte: Do autor (2016).

Outro fator que poderia implicar em menor estande final de plantas é o tratamento de sementes, que teve aplicações maiores nos tratamentos T1, T2 e PI. Também neste caso, seria esperado um impacto semelhante nos três tratamentos, principalmente considerando-se o efeito adicional da adubação. Este impacto não ocorreu naqueles tratamentos, como pode ser visto na análise estatística.

Deve ser registrado ainda, que a população recomendada para cultivares de porte semelhante ao da cultivada neste experimento (tipo II) é de 170 mil plantas ha⁻¹ (DOURADO NETO; FANCELLI, 2000), não foi alcançada em nenhum dos tratamentos do experimento de Lavras, onde a população foi de aproximadamente 135 mil plantas ha⁻¹.

Por outro lado, o valor do coeficiente de variação observado ficou abaixo de 10%, conferindo à característica estande final, uma precisão experimental excelente, já que se trata de um experimento a campo. Esta maior precisão resultou na detecção de diferença significativa (TABELA 5), mas na realidade, a magnitude da diferença verificada é comum em trabalhos com feijão (OLIVEIRA et al., 2009).

Na Tabela 6 são apresentados os valores médios do rendimento de grãos e dos componentes do rendimento do feijoeiro no experimento de Lavras. Verifica-se que o menor estande final do tratamento T2 não interferiu no rendimento de grãos e nem influenciou os componentes primários do rendimento. Este fato ocorre com frequência na cultura do feijoeiro e é referido na literatura como plasticidade ou capacidade de compensação entre os componentes do rendimento, verificada com maior intensidade em cultivares com hábito de crescimento do tipo III (COSTA et al., 1983).

No caso específico do experimento de Lavras, as plantas do tratamento T2, por terem maior espaço disponível para o seu crescimento (menor competição intraespecífica), podem ter desenvolvido maior sistema radicular e maior número de ramos, de modo a apresentar rendimento de grãos comparável ao dos tratamentos que tiveram estande normal (TABELA 6).

Tabela 6 - Valores médios de vagens por planta (V/P), grãos por vagem (G/V), massa de 100 grãos (MCG) e rendimento de grãos (REND.) no experimento de Lavras-MG.

Tratamento	V/P	G/V	MCG (g)	REND. (Kg ha ⁻¹)
PI	15,7	4,8	22,16	1722
T4	16,3	4,7	23,39	1782
T3	13,9	5,0	22,66	1581
T2	16,6	4,4	23,39	1815
T1	13,1	4,8	22,50	1977

Fonte: Do Autor (2016).

O rendimento de grãos variou de 1581 a 1977 kg ha⁻¹, superior à média estadual na mesma safra, que foi de 1538 kg ha⁻¹ (CONAB, 2013). Pode-se observar que os tratamentos T1 e T2 foram os que apresentaram os maiores valores absolutos para rendimento de grãos (1977 e 1815 kg ha⁻¹, respectivamente), mas a análise estatística, mesmo com ótima precisão experimental (TABELA 5), não detetou diferenças entre essas médias e as dos demais tratamentos (TABELA 6).

Este fato é extremamente relevante, pois confirma que a produtividade agrícola é a resultante de um grande número de fatores controláveis e não controláveis que estão envolvidos e que interagem entre si, com infinitas possibilidades de combinação. Desse modo, o resultado obtido não é apenas de modo isolado, e sim, consequência direta das técnicas de manejo empregadas, porque elas interagem entre si e com as condições edafoclimáticas.

No caso presente, tomando-se por base apenas as adubações com N, P, K e B, existem diferenças nas doses de até quatro vezes, doses aplicadas aos diferentes tratamentos, mas os rendimentos de grãos foram equivalentes. Quando se estuda isoladamente a adubação nitrogenada ou fosfatada, por exemplo, como nos trabalhos de Kikuti et al. (2005), Sant'ana et al. (2010) e Rodrigues et al. (2012), verifica-se grandes diferenças de rendimento em função de doses, mas essas mesmas doses, em diferentes situações de campo, podem não alcançar os mesmos resultados.

Note-se que não estão sendo considerados ainda, outros aspectos relacionados aos custos de produção, à sustentabilidade da atividade, à segurança alimentar e à preservação ambiental. Nesse particular, a produção integrada apresenta grandes vantagens sobre os sistemas que fazem uso maciço de defensivos e fertilizantes.

Na Tabela 6, verifica-se, no que diz respeito aos componentes primários do rendimento, que seus valores médios pouco variaram. O número de vagens por planta, geralmente o componente que mais se correlaciona com a produtividade de grãos (ALVES et al., 2009), variou entre 13,1 e 16,6 vagens por planta. O número de grãos por vagem, caráter varietal quantitativo, variou ainda menos, de 4,4 a 4,9 grãos por vagem. A massa dos grãos, por sua vez, variou entre 22,16 a 23,39 g por 100 grãos e mostrou-se compatível com os valores descritos pelo programa de melhoramento do feijoeiro da Universidade Federal de Lavras. Deste modo, pode-se afirmar que assim como aconteceu com o rendimento de grãos, nas condições do experimento de Lavras, todos os tratamentos se apresentaram equivalentes também no que diz respeito aos componentes primários de rendimento.

3.2 Ensaio de Ijaci

No resumo da análise de variância apresentado na Tabela 7, verifica-se efeito significativo dos tratamentos sobre o número de vagens por planta (V/P), massa de cem grãos (MCG) e rendimento de grãos (REND).

À exceção do acúmulo de nitrogênio nos grãos (ANG), todas as características avaliadas foram estimadas com boa precisão experimental, em se tratando de experimento de campo, já que os valores do coeficiente de variação (CV) variaram entre 7,92 e 20,94% (TABELA 7). Na Tabela 8 são apresentados

os resultados médios das variáveis que não foram influenciados pelos tratamentos.

Tabela 7 - Resumo da análise de variância (Quadrados Médios) dos dados referentes a estande final de plantas (NP), vagens por planta (V/P) grãos por vagem (G/V), massa de 100 grãos (MCG), teor de nitrogênio no grãos (TNG), rendimento de grãos (REND) e acúmulo de nitrogênio nos grãos (ANG) no experimento de Ijaci.

FV	GL	QM						
		NP	V/P	G/V	MCG	TNG	REND	ANG
Tratamento	5	5036,14*	35,44*	0,16 ^{ns}	6,93*	0,18 ^{ns}	283063,55*	464,22 ^{ns}
Bloco	3	10242,82*	58,05*	0,11 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,36 ^{ns}	3454,63,40*	726,99 ^{ns}
Resíduo	15	968,52	11,11	0,15	1,71	0,47	84731,23	190,94
CV%		11,91	17,15	7,92	5,57	20,94	20,69	29,53

* significativo e ^{ns} não significativo pelo teste de F a 5% de probabilidade

Fonte: Do autor (2016).

Tabela 8- Médias de estande final (NP), grãos por vagem (G/V), teor de nitrogênio nos grãos (TNG) e acúmulo de nitrogênio nos grãos (ANG) no experimento de Ijaci.

Tratamento	NP (mil plantas ha ⁻¹)	G/V	TNG (%)	ANG (kg ha ⁻¹)
PI	98,0 b	4,89	3,21	55,06
PI Inoc.	119,5 a	4,60	3,05	38,63
T4	112,4 a	5,17	3,12	41,41
T3	98,0 b	5,01	3,29	43,82
T2	81,1 b	4,97	3,49	37,28
T1	113,2 a	4,73	3,59	64,59

Médias seguidas pela mesma letra pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Do autor (2016).

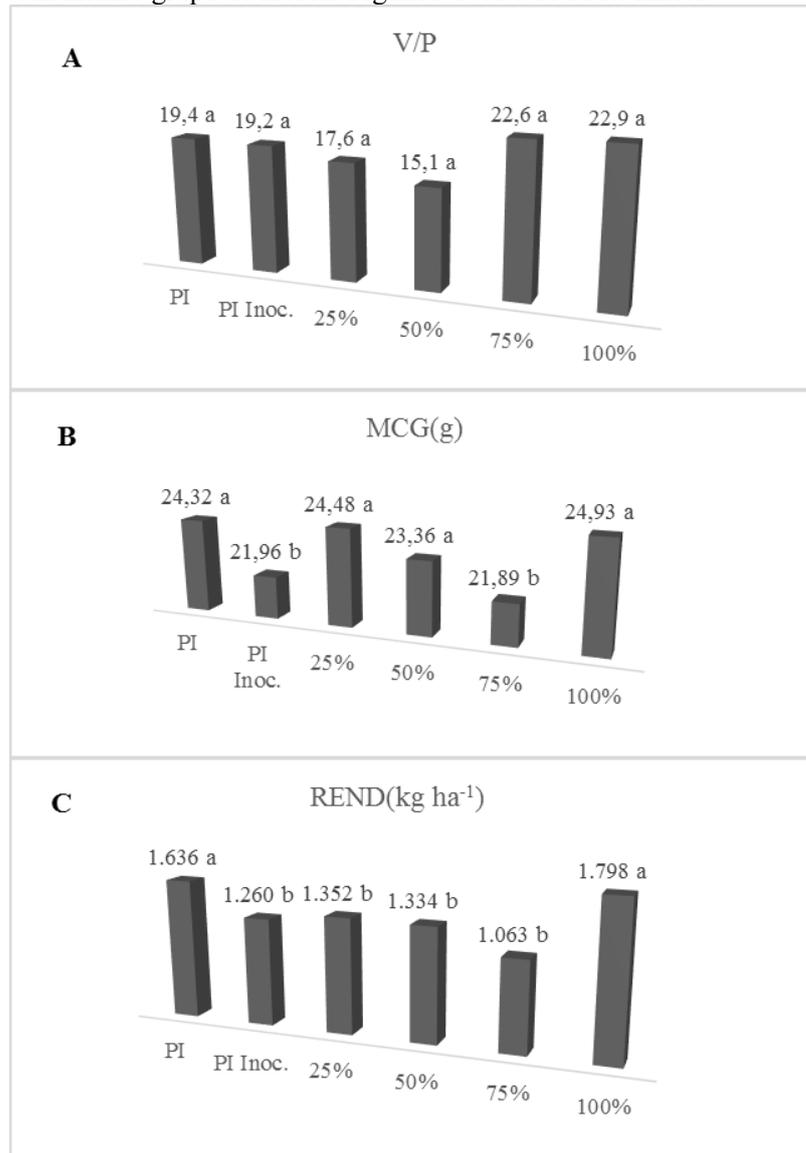
Os valores médios de estande final situaram-se entre 81,1 mil e 119,5 mil plantas ha⁻¹ (TABELA 8). Verifica-se novamente, que nenhum dos tratamentos alcançou a população recomendada pela literatura (DOURADO NETO; FANCELLI, 2000), para cultivares com hábito de crescimento tipo II e III. O grande trânsito nas parcelas, devido às avaliações e aplicações semanais realizadas no experimento, também pode ter contribuído para a redução do

estande, uma vez que o tratamento com a população de plantas mais elevada é 29,7% inferior às 170.000 plantas ha⁻¹ recomendadas. Dentre os componentes primários do rendimento de grãos, foram influenciados pelos tratamentos o número de vagens por planta (V/P) e a massa de 100 grãos (MCG). Como o feijoeiro comum apresenta grande plasticidade (ALVES et al., 2009), ou seja, capacidade de compensar um menor número de plantas por área, por uma maior capacidade de produzir estruturas reprodutivas por planta (vagens), a população de plantas inferior ao recomendado propiciou valores elevados de V/P, mas não foram detectados diferentes grupos de médias pelo teste de Scott-Knott. O V/P variou de 15,1 a 22,8 vagens por planta (FIGURA 4A).

A massa média de 100 grãos (MCG) (FIGURA 4B) foi menor nos tratamentos PI inoculado e T2. Ramos Junior et al. (2005) concluíram, em um trabalho de comparação entre cultivares, que a massa de cem grãos e o número de grãos por vagem foram os componentes que mais influenciaram na produtividade de grãos do feijoeiro comum. No presente trabalho, os dois tratamentos que apresentaram menor enchimento de grãos situaram-se entre os de menor rendimento de grãos e, como não houve diferença entre tratamentos quanto ao G/V, a massa de 100 grãos pode ter influenciado pelo menos na produtividade dos tratamentos PI inoculado e T2.

Os componentes primários do rendimento do feijoeiro podem ser afetados de diferentes formas. Zucareli et al. (2006), por exemplo, constataram que V/P e G/P foram influenciados por doses de P, que não influenciaram a massa de cem grãos. No presente trabalho, apesar de ser grande a variação da dose de P entre os tratamentos, o resultado foi distinto.

Figura 4 - Valores médios de vagens por planta - V/P (A), massa média de cem grãos – MCG (B) e rendimento de grãos – REND (C) em função dos sistemas de produção. Médias seguidas pela mesma letra pertencem a um mesmo grupo de médias segundo o teste de Scott-Knott.



Fonte: Do autor (2016).

Em relação ao rendimento de grãos, houve a formação de dois grupos distintos de médias pelo teste de Scott-Knott (FIGURA 4C). O primeiro, de produtividade mais elevada, contemplou o tratamento PI não inoculado e o tratamento T1. Os demais tratamentos constituíram um segundo grupo de médias, com produtividade inferior. Esse resultado demonstra que a produção integrada pode proporcionar produtividades semelhantes às dos manejos convencionais, com inúmeras vantagens, como as de maior sustentabilidade, segurança e menor custo, já que o emprego de insumos é significativamente menor. Barbosa et al. (2010), validaram o sistema de PI do feijoeiro comum e também demonstraram a possibilidade de produção equivalente e até mesmo superior à da produção convencional, ainda que naquela oportunidade, os autores não tenham utilizado a análise estatística para aferição dos resultados.

Os resultados demonstram ainda, assim como ocorreu no experimento de Lavras, que os diferentes procedimentos de manejo incluídos em cada um dos sistemas de produção avaliados interagem de forma diferente, nem sempre no sentido esperado. Em Lavras, o gradiente de tecnologia não se materializou em aumento de produtividade e, em Ijaci, um dos tratamentos com aplicação dos conceitos da produção integrada apresentou produtividade equivalente ao do tratamento que mais empregou insumos e, portanto, de maior custo de produção, como se verá mais adiante.

3.3 Ensaio de Machado

Conforme mencionado em Material e Métodos, este experimento avaliou um maior número de características, mas a condução na safra das águas (sem irrigação) condicionou o experimento a condições climáticas adversas. Após semeadura, o experimento só recebeu precipitação pluviométrica após seis dias. Tal fato, por si só, já prejudicou a emergência e sobrevivência de plântulas,

bem como a eficiência do inoculante microbiano utilizado nas parcelas do tratamento PI inoculado. Além disso, bem no período crítico de floração, aos 45 DAE, o feijão sofreu com uma estiagem de 14 dias seguidos (FIGURA 2), implicando em abortamento floral e morte de plantas, afetando o estande final de plantas e os componentes primários de rendimento, principalmente o número de vagens por planta.

No resumo da análise de variância (TABELA 9) verifica-se que houve efeito dos tratamentos sobre o índice de suficiência de nitrogênio (ISN), massa de 100 grãos (MCG) e acúmulo de N nos grãos (ANG).

Tabela 9 - Resumo de análise de variância (Quadrados Médios) dos dados relativos a índice relativo de clorofila (IRC), índice de suficiência de N (ISN), teor de N foliar na primeira leitura IRC (NF1), teor de N foliar na segunda leitura IRC (NF2), massa de 100 grãos (MCG), vagens por planta (V/P), grãos por vagem (G/V), rendimento de grãos (REND), teor de N nos grãos (TNG) e acúmulo de N nos grãos (ANG). Machado - MG.

FV	GL	QM									
		IRC	ISN	NF1	NF2	MCG	V/P	G/V	REND	TNG	ANG
Tratamento	5	57,11 ^{ns}	0,003*	0,47 ^{ns}	0,38 ^{ns}	2,89*	17,5 ^{ns}	5,93 ^{ns}	59146,67 ^{ns}	0,24 ^{ns}	122,42*
Bloco	3	44,41 ^{ns}	0,0007 ^{ns}	2,05 ^{ns}	0,27 ^{ns}	1,22 ^{ns}	15,05 ^{ns}	1,14 ^{ns}	440683,69*	0,041 ^{ns}	637,36*
Resíduo	15	42,86	0,0009	0,45	0,42	0,65	7,36	4,52	23820,27	0,14	34,76
CV%		20,85	3,91	13,48	13,34	4,26	27,84	54,32	19,5	9,32	18,31

Fonte: do Autor (2016).

Na Figura 5A, pode-se observar que os tratamentos PI não inoculado, T2 e T1, que receberam as maiores doses de nitrogênio na semeadura (20,5, 24 e 32 kg de N ha⁻¹ respectivamente) foram os que constituíram o grupo com os valores mais elevados do ISN, entre 75 e 78%. Os outros três tratamentos apresentaram ISN entre 71 e 73%. Neste caso, pode-se dizer então, que houve certa proporcionalidade entre a dose de N recebida e o valor do ISN (SILVEIRA et al., 2003).

As diferenças observadas entre os tratamentos (ou sistemas) quanto ao ISN, não foram detetadas quando foram avaliados o IRC os teores foliares de nitrogênio na primeira (NF1) e segunda (NF2), leituras e teor de N nos grãos (TABELA 10). Ou seja, os valores do ISN, apesar da estreita faixa, de 71% a 78% do valor observado na parcela referência, foram sensíveis o bastante para detetar diferentes *status* de N. Os teores foliares de N (NF1 E NF2) não diferiram, e sua variação, de 4,33 a 5,60% nas folhas, situou todos os tratamentos na faixa de suficiência de nitrogênio (CHAGAS et al., 1999).

Apesar da análise de variância ter indicado efeito significativo dos tratamentos sobre a MCG, o teste de Scott-Knott não foi capaz de identificar grupos distintos entre as médias dos tratamentos (FIGURA 5B). De acordo com Zucareli et al. (2006), o comportamento dos componentes de produção do feijoeiro comum é muito variável, porque apesar de responderem aos tratamentos realizados, também sofrem influência de caracteres genéticos e das condições edafoclimáticas.

O acúmulo de nitrogênio nos grãos (ANG) foi maior nos tratamentos conduzidos conforme a PI e no tratamento T2, superando os demais, que não diferiram entre si (FIGURA 5C). É preciso lembrar que o acúmulo é um valor relativo, dependente da produtividade e do teor de N nos grãos, que no presente experimento não diferiram em função dos tratamentos.

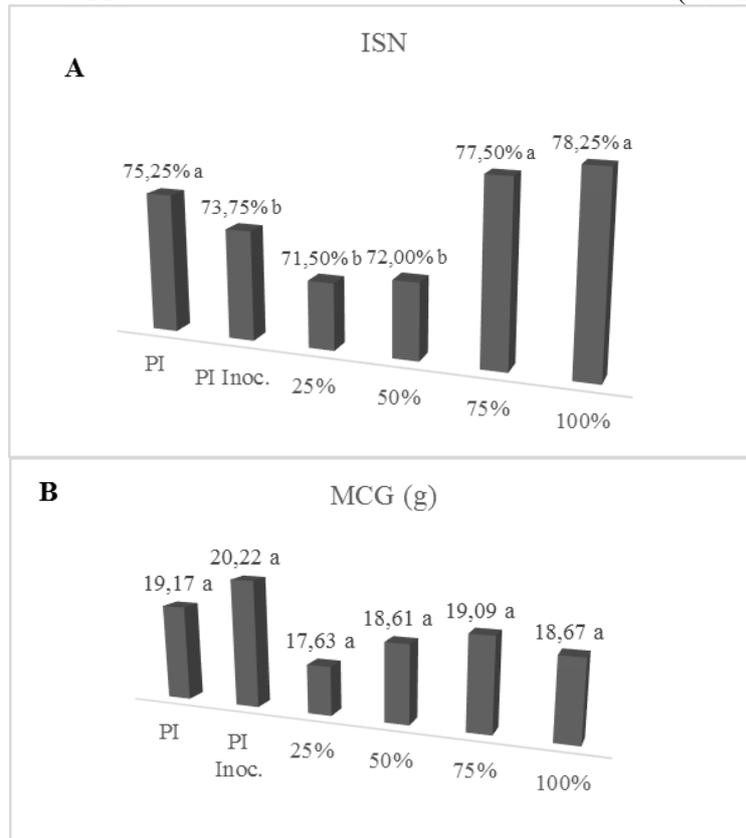
O rendimento de grãos do experimento de Machado foi o mais baixo, e para este resultado contribuíram as condições adversas que reduziram o NP e G/V (TABELA 10), resultantes do déficit hídrico durante os primeiros seis dias após a semeadura, e de 14 dias ininterruptos de estiagem no estádio R6 (floração) (FIGURA 2). O rendimento obtido no experimento foi inferior a 800 kg ha⁻¹ (TABELA 10), abaixo, portanto, da produtividade média desta mesma safra no Estado de Minas Gerais, que foi de 1.033 kg ha⁻¹ (CONAB, 2015). Com este baixo rendimento, prejudica-se quaisquer outras inferências sobre os tratamentos, que tiveram seu desempenho agrônomo subestimado, em função das condições adversas.

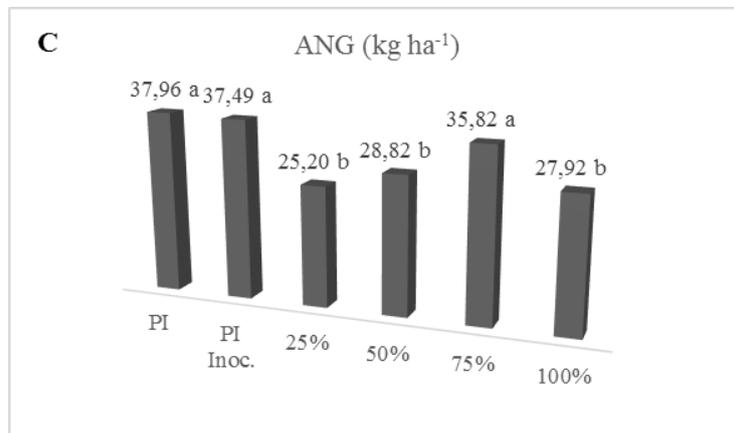
Tabela 10 - Valores médios de índice relativo de clorofila (IRC), teor de N foliar na primeira leitura do IRC (NF1), e segunda leitura do IRC (NF2), grãos por vagem (G/V), rendimento de grãos (REND) e teor de N nos grãos (TNG). Machado - MG.

Tratamentos	IRC	NF1 (%)	NF2 (%)	G/V	REND (Kg ha ⁻¹)	TNG (%)
PI	33,88	5,60	5,03	3,3	959	3,98
PI inoc.	32,28	5,00	5,00	6,2	876	4,33
T4	31,28	4,80	4,65	3,1	661	3,63
T3	23,99	4,95	5,13	3,1	718	4,10
T2	33,88	4,63	5,03	4,3	855	4,23
T1	34,10	4,78	4,33	3,6	681	4,15
Médias	31,4	4,95	4,86	3,9	792	4,07

Fonte: Do autor (2016).

Figura 5 - Valores médios de índice de suficiência de nitrogênio – ISN (A), massa de 100 grãos – MCG (B) e acúmulo de nitrogênio nos grãos – ANG (C) em função dos sistemas de produção. Médias seguidas pela mesma letra pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott. Machado – MG. (continua)





Do autor (2016).

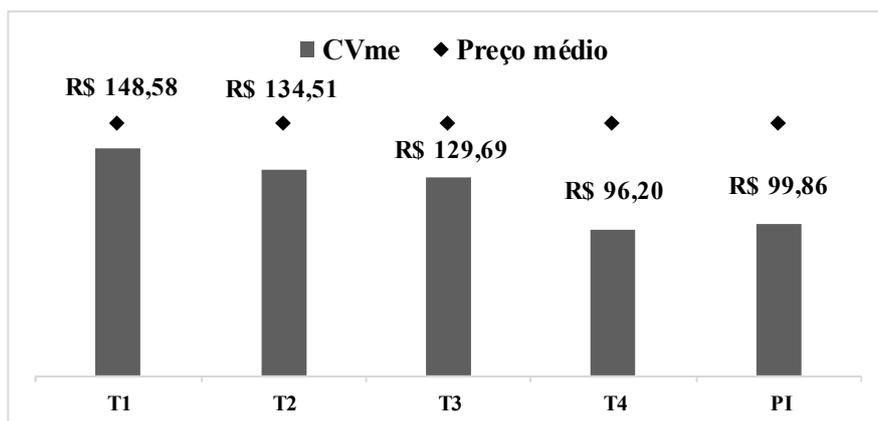
(Conclusão)

3.4 Análise econômica

3.4.1 Ensaio de Lavras

Uma comparação entre o preço de venda da saca do feijão na região sul de Minas Gerais, em dezembro de 2015 (R\$165,00) e o custo variável total médio por saca (CVTMe), em cada sistema de produção, é apresentada na FIGURA 6. Pode-se verificar que o referido preço cobre todos os recursos aplicados na atividade econômica e proporciona um lucro adicional, superior ao de outras alternativas de mercado. De acordo com este resultado, nas condições que se apresentaram neste experimento, pode-se afirmar que a tendência, a médio e longo prazo, seria de expansão da atividade, conforme Reis (2007). O empresário rural, vislumbrando o cenário alcançado, teria maior entusiasmo em investir, ampliando sua infraestrutura e aumentando a área cultivada (FIGURA 6).

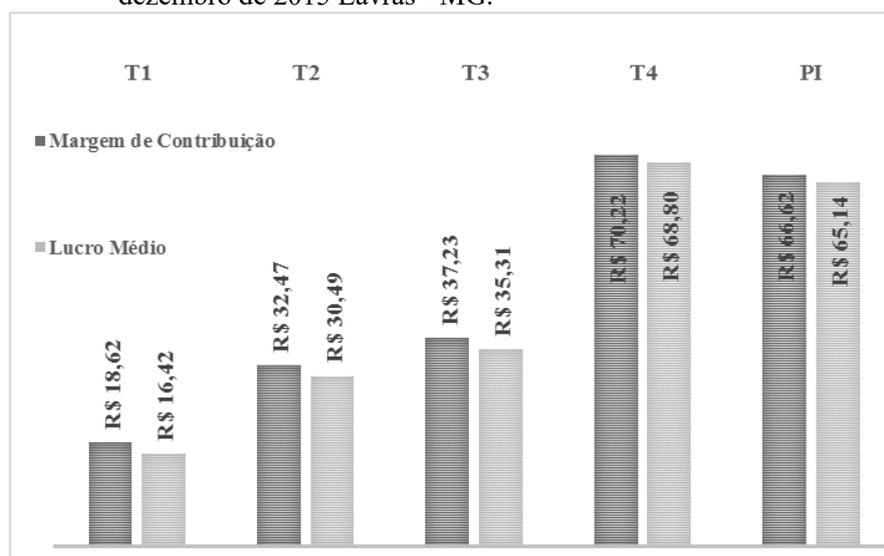
Figura 6 - Custo variável médio de uma saca de 60 kg de feijão carioca, produzida em função de cada sistema de produção, comparado ao preço médio de venda de uma saca de feijão carioca (R\$ 165,00) em dezembro de 2015 Lavras - MG.



Fonte: Do autor (2016).

Observa-se no, entanto, que alguns sistemas apresentaram um custo menor que outros, resultando em maior lucratividade e, conseqüentemente, maior sustentabilidade econômica (FIGURA 7). Os menores custos de produção e, conseqüentemente, as maiores margens de contribuição e lucros médios, foram as dos sistemas T4 e PI, indicando claramente que a elevação dos custos está diretamente ligada a uma maior taxa de aplicação de insumos, justificando a adoção de uma sistemática onde a aplicação de insumos ocorra mediante necessidade tecnicamente comprovada.

Figura 7 - Margem de contribuição e lucro médio obtido na comercialização de uma saca de feijão carioca ao preço de R\$ 165,00 por saca em dezembro de 2015 Lavras - MG.



Fonte: Do autor (2016).

Na Tabela 11 é possível distinguir a distribuição percentual do custo de produção nos seus componentes. Nota-se que os tratamentos com menor custo, PI e T4, apresentaram menor impacto dos insumos agrícolas, reforçando a afirmação de que ao aplicar os preceitos da produção integrada, em detrimento de aplicações que levem em consideração a determinação prévia de aplicações, resulta em vantagem competitiva, com redução de custo e elevação de lucro.

Trabalho conduzido por Silva et al. (2012), em Unaí – MG e Cristalina - GO, também indica a redução do número de aplicações em unidades demonstrativas conduzidas conforme determina a PI, em comparação com lavouras convencionais. É menor a necessidade de utilização de maquinário para aplicação, o que também contribui para reduzir o custo e o impacto ambiental causado tanto pelos defensivos, quanto pelas operações das máquinas utilizadas.

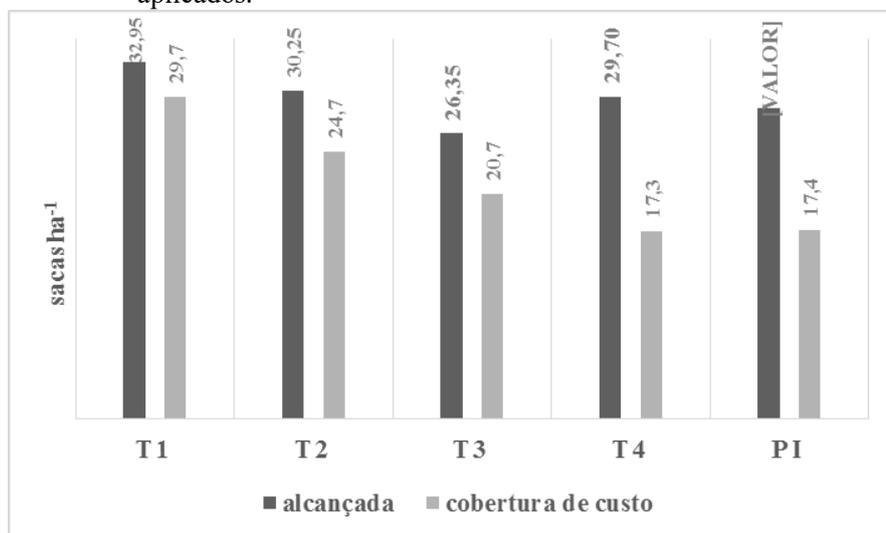
Tabela 11 - Distribuição percentual dos componentes do custo de produção nos sistemas de produção T1, T2, T3, T4 e produção integrada (PI). Lavras.

Especificação	Tratamentos				
	T1	T2	T3	T4	PI
Sementes de Feijão + Inoculante (PI inoc.)	9,17%	11,03%	13,14%	15,71%	15,92%
Mão de Obra	1,63%	1,97%	2,34%	2,80%	2,79%
Insumos Agrícolas	55,28%	46,68%	37,13%	29,04%	31,22%
Aluguel de Máquinas	9,49%	11,42%	13,60%	11,98%	9,81%
Colheita + Sacaria	10,19%	12,06%	14,02%	17,12%	16,97%
Arrendamento/Aluguel Terra	12,77%	15,36%	18,29%	21,87%	21,81%
Custo Alternativo	1,48%	1,48%	1,48%	1,48%	1,48%

Fonte: Do autor (2016).

Na Figura 8 é ilustrada a diferença entre a produção média obtida em cada tratamento e a produção que seria necessária para a cobertura dos custos de produção.

Figura 8 - Produtividades médias alcançadas e necessárias a cobertura dos custos expressas em sacas ha⁻¹ para cada um dos tratamentos aplicados.



Fonte: Do autor (2016).

É possível observar na Figura 9, que a diferença entre a produtividade alcançada e a produtividade necessária para cobertura dos custos, foi sempre maior nos tratamentos com menor aplicação de insumos, demonstrando que há uma maior sobra que resultará em maior lucratividade. Em Lavras, todos os tratamentos obtiveram produtividade superior àquela necessária à cobertura dos custos.

3.4.2 Ensaio de jaci

Nesta localidade, os custos alcançados por saca propiciaram um comportamento bem diverso do observado em Lavras. Na Figura 9, verifica-se que os sistemas PI e T4 pagaram todos os custos, apresentando-se como melhor alternativa que o custo de oportunidade. Caracterizam-se, portanto, como excelentes alternativas, com lucro supernormal e com sinalização de tendência de expansão na atividade, de acordo com Reis (2007).

Em menor grau, os sistemas PI inoculado e T1 apresentaram custo superior ao preço de venda da saca, mas não se trataria ainda de uma atividade subsidiada, diferentemente dos tratamentos T2 e T3, onde o custo superou em mais de R\$ 100,00 a receita obtida por saca e 60 de kg, configurando uma atividade claramente subsidiada.

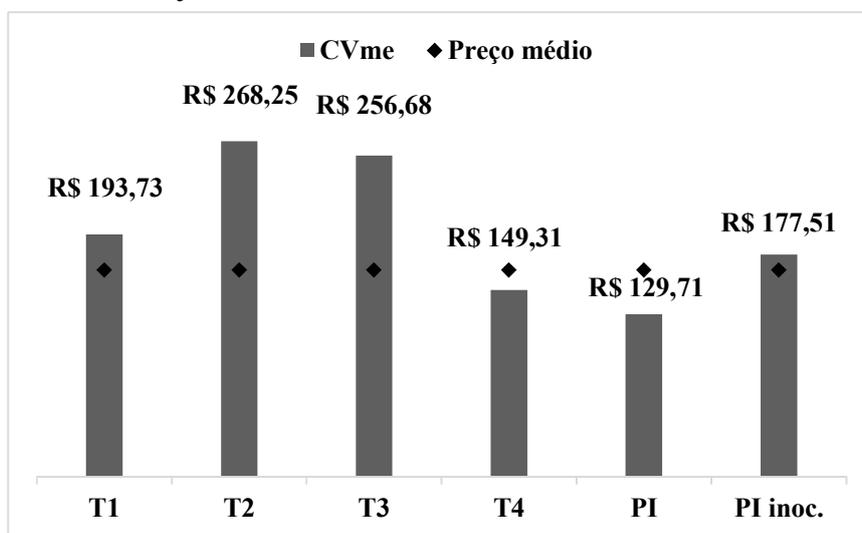
Apesar dos sistemas PI e T4 terem apresentado lucro, o obtido no sistema PI representou mais que o dobro do valor obtido no sistema T4, indicando grande vantagem na adoção da produção integrada como sistema de produção. Outra particularidade interessante pode ser observada na comparação entre o prejuízo verificado no sistema PI inoculado e os dos demais sistemas que apresentaram prejuízos. Ele representa, no mínimo, menos da metade do

prejuízo causado no sistema T1, indicando que mesmo em condições de menor viabilidade econômica, o risco para o produtor é menor (FIGURA 10).

Silva et al. (2012) observaram resultado semelhante na unidade demonstrativa que acompanharam em Unaí - MG, onde houve prejuízo tanto em condições de cultivo convencional quanto na produção integrada, mas nesta última, o resultado foi menos impactante.

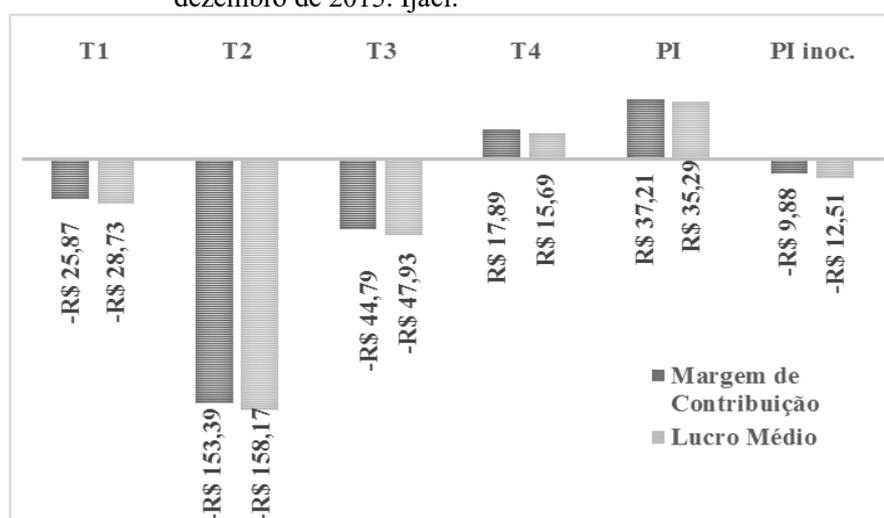
Na Tabela 12 verifica-se que a distribuição percentual do custo dos diferentes recursos aplicados nos diferentes sistemas, em Ijaci sofreu menor impacto, se comparado ao resultado de Lavras, principalmente no que se refere à participação dos insumos agrícolas.

Figura 9 - Custo variável médio de uma saca de 60 kg de feijão carioca, produzida em cada sistema de produção, comparado ao preço médio de venda de uma saca de feijão carioca (R\$ 165,00) em dezembro de 2015 Ijaci - MG.



Fonte: Do autor (2016).

Figura 10 - Margem de contribuição e lucro médio obtido na comercialização de uma saca de feijão carioca ao preço de R\$ 165,00 por saca em dezembro de 2015. Ijaci.



Fonte: Do autor (2016).

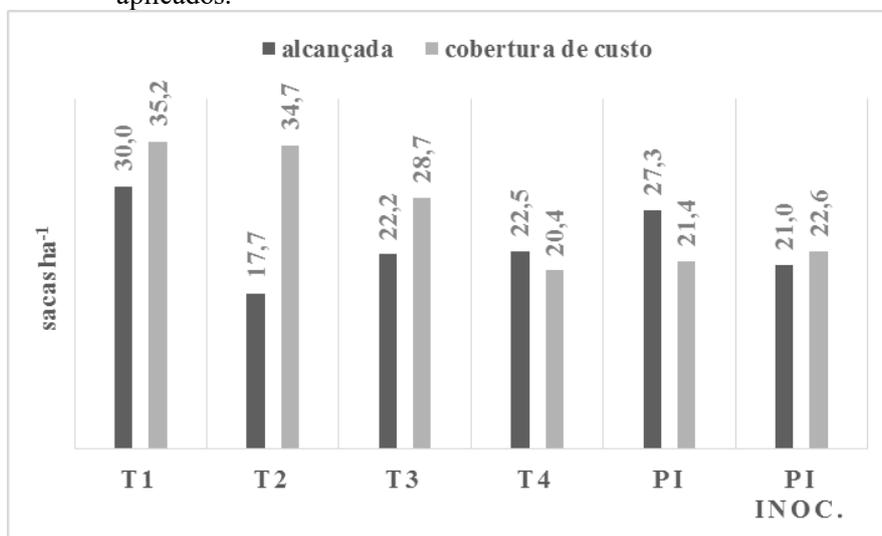
Tabela 12 - Distribuição percentual dos componentes do custo de produção nos sistemas, T1, T2, T3, T4, produção integrada (PI) e produção integrada inoculada com rizóbio no experimento conduzido em Ijaci.

Componentes do Custo	Sistemas de produção					
	T1	T2	T3	T4	PI	PI inoc.
Sementes de Feijão + Inoculante	7,73%	9,45%	7,87%	13,34%	12,69%	12,23%
Mão de Obra	1,38%	1,68%	1,40%	2,38%	2,26%	2,15%
Insumos Agrícolas	59,78%	51,96%	60,05%	34,16%	40,35%	43,63%
Aluguel de Máquinas	10,43%	12,74%	10,07%	16,17%	11,93%	11,32%
Colheita + Sacaria	8,44%	9,54%	8,18%	13,90%	13,62%	12,42%
Arrendamento/ Aluguel Terra	10,77%	13,16%	10,95%	18,58%	17,67%	16,77%
Custo Alternativo	1,48%	1,48%	1,48%	1,48%	1,48%	1,48%

Fonte: Do autor (2016).

Na Figura 11 estão ilustradas as produtividades alcançadas em cada tratamento, bem como as produtividades necessárias para a cobertura dos custos de produção, percebe-se que apenas os tratamentos T4 e PI, obtiveram produtividade superior àquela necessária para a cobertura dos custos, indicando que são economicamente viáveis, ao contrário dos demais tratamentos.

Figura 11 - Produtividades médias alcançadas e necessárias a cobertura dos custos expressas em sacas ha^{-1} para cada um dos tratamentos aplicados.



Fonte: Do autor (2016).

3.4.3 Ensaio de Machado

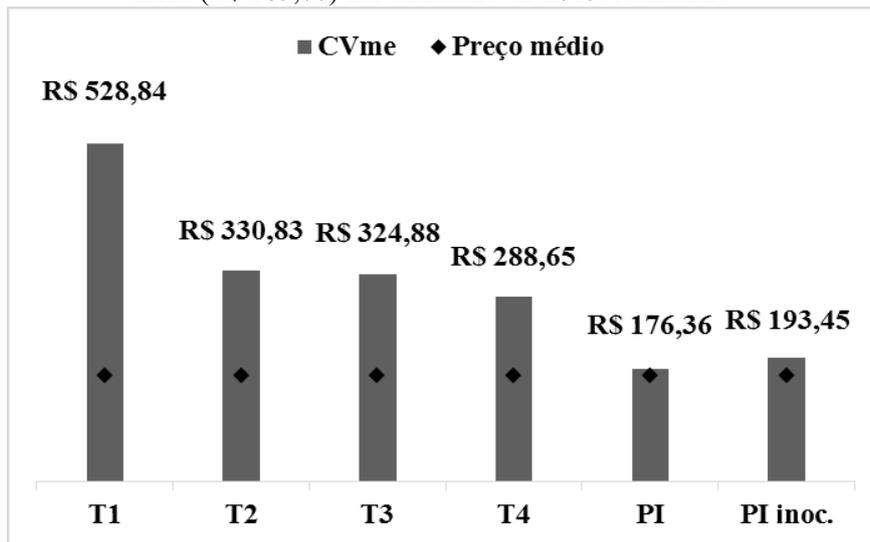
Conforme já observado, o desempenho agrônomo do feijoeiro nesta localidade foi inferior comparado aos outros dois experimentos. O experimento foi conduzido na safra das águas, que é a safra que registra as menores produtividades médias (CONAB, 2015). Entretanto, essa situação, serviu para enriquecer o trabalho, possibilitando ambientes bem distintos, permitindo avaliar a viabilidade econômica da atividade produtiva em condições adversas.

De acordo com a Figura 12, verifica-se que na localidade todos os tratamentos proporcionaram CVMe superior ao preço de venda da saca de 60 kg do feijão carioca. Nenhum dos sistemas proporcionou que os custos fossem completamente pagos, mas os dois sistemas conduzidos conforme a produção integrada (PI e PI inoculado) foram os que tiveram os menores custos e, dentro de uma avaliação que considere a atuação do produtor em um mercado dinâmico, não proporcionariam sua saída imediata da atividade produtiva (REIS, 2007).

As constatações anteriores ficam ainda mais claras quando se percebe a disparidade dos prejuízos obtidos, comparando-se as margens obtidas nos sistemas conduzidos conforme a PI àqueles dos demais tratamentos (FIGURA 13).

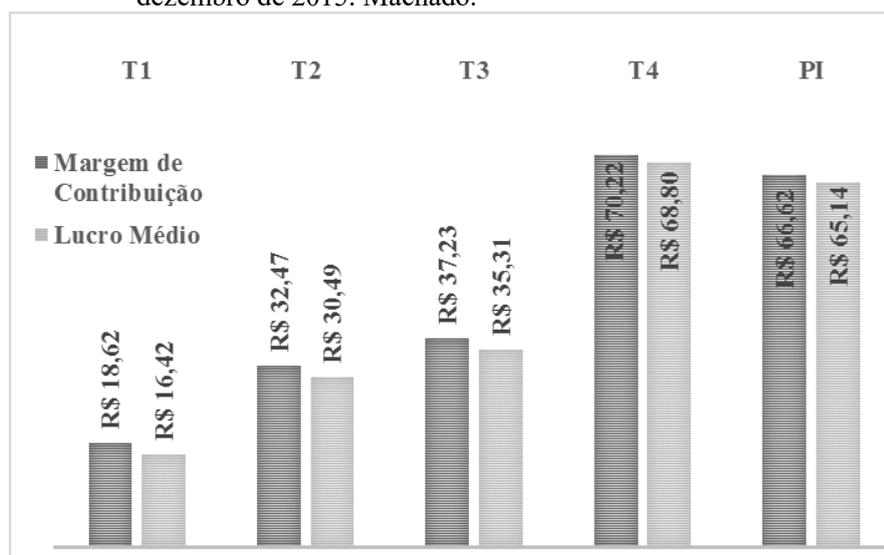
As baixas produtividades concentraram ainda mais os custos com insumos e tornaram mais claros os benefícios da adoção da PI. Quando as produtividades são semelhantes, e principalmente baixas, o uso consciente de insumos é o que garante um menor risco econômico para a atividade.

Figura 12 - Custo variável médio de uma saca de 60 kg de feijão carioca, produzida em cada sistema de produção, comparado ao preço de venda (R\$ 165,00) em dezembro de 2015. Machado.



Fonte: Do autor (2016).

Figura 13 - Margem de contribuição e lucro médio obtido na comercialização de uma saca de feijão carioca ao preço de R\$ 165,00 por saca em dezembro de 2015. Machado.



Fonte: Do autor (2016).

Note-se ainda que o acréscimo de produtividade necessário para cobrir os custos de produção seria sempre menor nos tratamentos da PI em relação ao das demais. Essa condição foi observada também por Silva et al. (2012) nas unidades piloto conduzidas em Unai e Cristalina.

Em Machado, foi ainda maior a concentração dos custos no componente insumos agrícolas, como é possível constatar na Tabela 13. A participação percentual deste componente nos sistemas conduzidos de acordo com a PI é inferior a dos demais, representando menos da metade do sistema T1.

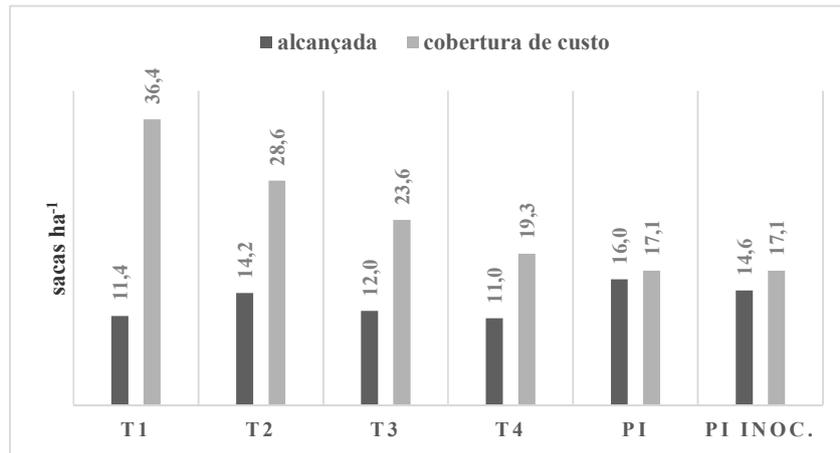
Tabela 13 - Distribuição percentual dos componentes do custo de produção nos sistemas T1, T2, T3, T4, produção integrada (PI) e produção integrada inoculada com rizóbio. Machado.

Componentes de Custo	Sistemas de Produção					
	T1	T2	T3	T4	PI	PI inoc.
Sementes de Feijão + Inoculante	7,47%	9,52%	11,54%	14,12%	15,92%	16,15%
Mão de Obra	1,33%	1,70%	2,06%	2,52%	2,84%	2,83%
Insumos Agrícolas	60,T3	49,91%	40,55%	28,64%	24,67%	24,64%
Aluguel de Máquinas	11,57%	14,74%	17,09%	19,94%	17,05%	17,03%
Colheita + Sacaria	7,23%	9,39%	11,21%	13,63%	15,89%	15,72%
Arrendamento /Aluguel Terra	10,41%	13,26%	16,08%	19,67%	22,16%	22,14%
Custo Alternativo	1,48%	1,48%	1,48%	1,48%	1,48%	1,48%

Fonte: Do autor (2016).

Na Figura 14 são ilustradas as produtividades alcançadas nos tratamentos aplicados e também a produtividade necessária à cobertura dos custos. Neste local, nenhum dos tratamentos possibilitou alcançar produtividades suficientes à cobertura dos custos, mas é nítido que nos tratamentos conduzidos de acordo com os preceitos da produção integrada, a diferença necessária foi muito menor, em função do custo de produção inferior.

Figura 14 - Produtividades médias alcançadas e necessárias a cobertura dos custos expressas em sacas ha^{-1} para cada um dos tratamentos aplicados.



Fonte: Do autor (2016).

4 CONCLUSÕES

- A PI possibilita obtenção de produtividades semelhantes e até superiores à de sistemas com utilização de doses muito superiores de insumos;
- É maior a sustentabilidade econômica da PI do feijoeiro comum, mesmo em condições onde o resultado econômico não permite o pagamento de todos os custos;
- A PI do feijoeiro comum proporciona maior viabilidade econômica, sustentabilidade ambiental e segurança para os envolvidos na atividade.

REFERÊNCIAS

ANDRIGUETO, J. R. et al. Produção Integrada de/ Frutas e Sistema Agropecuário de Produção Integrada no Brasil In: BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Produção integrada no Brasil: agropecuária sustentável alimentos seguros**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretária de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. – Brasília, 2009. 1008 p.

ALVES, A. F., ANDRADE, M. J. B., RODRIGUES, J. R. M., VIEIRA, N. M. B. Densidades populacionais para cultivares alternativas de feijoeiro no norte de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 6, p. 1495-1502, 2009.

BARBOSA, F. R.; SILVA, C. C.; GONZAGA, A. C. O.; SILVEIRA, P. M., QUINTELA, E. D.; LOBO JUNIOR, M.; COBUCCI, T.; DEL PELOSO, M. J.; JUNQUEIRA, R. B. M. **Sistema de Produção Integrada do Feijoeiro-comum na Região Central Brasileira**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2009. 28 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 86).

BARBOSA, F. R.; GONZAGA, A. C. O.; SILVEIRA, P. M.; SILVA, C. C.; QUINTELA, E. D.; LOBO JUNIOR, M.; COBUCCI, T.; LIMA, I. M.; GASPARETTO, C. A.; PRADO, L. S.; SATO, L.M. **Validação do Sistema de Produção Integrada do Feijão Comum (*Phaseolus vulgaris* L.) na Região Central Brasileira**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2010. 8 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 87).

CARVALHO, M. A. de F.; SILVEIRA, P. M.; SANTOS, A. B. dos. **Utilização do Clorofilômetro para Racionalização da Adubação Nitrogenada nas Culturas do Arroz e do Feijoeiro**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa, 2012.14p. (Comunicado Técnico, 205).

CHAGAS, J. M.; BRAGA, J.M.; VIEIRA, C.; SALGADO, L.T.; JUNQUEIRA NETO, A.; ARAÚJO, G. A. A.; ANDRADE, M. J. B.; LANA, R. M. Q.; RIBEIRO, A. C. Feijão. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V. V. H. (Eds.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação**. Viçosa, MG: CFSEMG, p. 306-307, 1999.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, décimo segundo levantamento**. Setembro 2015a.

Disponível em:

<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_09_11_10_42_03_boletim_graos_setembro_2015.pdf>. Acesso em: 08 out. 2015.

_____. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, décimo levantamento**.

Julho 2015b. Disponível em:

<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_07_09_08_59_32_boletim_graos_julho_2015.pdf>. Acesso em: 23 mai. 2016.

_____. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, terceiro levantamento**.

Dezembro 2013. Disponível em:

<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_01_10_10_12_36_boletim_portugues_dezembro_2013.pdf>. Acesso em: 23 mai. 2016.

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

DIDONET, A. D.; BRAZ, A. J. B. P.; SILVEIRA, P. M. Adubação nitrogenada de cobertura no feijoeiro irrigado: uso do clorofilometro. **Bioscience Journal**, v. 21, n. 3, 2006.

DOURADO NETO, D., FANCELLI, A. L. **Produção de Feijão**. Guaíba, RS: Agropecuária, 2000. 385 p.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FRED, E. B.; WAKSMAN, S. A. **Laboratory manual of general microbiology**. New York: McGraw-Hill, 1928. 143 p.

GRAHAM, P. H.; HALLIDAY, J. Inoculation: nitrogen fixation in the gender Phaseolus. In: REUNIÃO LATINO AMERICANA DE RHIZOBIUM, 8., **Anais...** Cali: CIAT, 1976. p. 313-337.

KIKUTI, H.; ANDRADE, M. J. B.; CARVALHO, J. G.; MORAIS, A. R. Nitrogênio e fósforo em feijão (Nitrogênio e fósforo em feijão (Phaseolus vulgaris Phaseolus vulgaris Phaseolus vulgaris L.) variedade cultivada BRS MG Talismã cultivada BRS MG Talismã. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 27, n. 3, 2005.

OLIVEIRA, R. L.; MUNIZ, J. A.; ANDRADE, M. J. B.; REIS, R. L. Precisão experimental em ensaios com a cultura do feijão. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 33, n. 1, 2009.

QUINTELA, E. D. et al. **Manejo fitossanitário do feijoeiro**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 16 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular técnica, 73).

QUINTELA, E. D. **Manejo integrado de pragas do feijoeiro**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. 28 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular técnica, 46).

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

REIS, R. P. **Fundamentos de economia aplicada**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2007. 95 p.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V, V. H.
Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5a aproximação. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.

RODRIGUES, J. F.; RAGAGNIN, V. A.; JÚNIOR, D. G. S.; LIMA, R. S.; NOGUEIRA, P. D. M.; TANAKA, M. M. Influência do Manejo da adubação potássica no feijoeiro cultivado na safra em condições de sequeiro. **Global Science and Technology**, v. 5, n. 3, 2012.

SÁ JÚNIOR, A.; CARVALHO, L. G.; SILVA, F. F.; CARVALHO ALVES, M. Application of the Köppen classification for climatic zoning in the state of Minas Gerais, Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 108, n. 1-2, p. 1-7, 2012.

SANTOS, A. B.; FAGERIA, N. K. Manejo do nitrogênio para eficiência de uso por cultivares de feijoeiro em várzea tropical. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 42, n. 9, p. 1237-1248, 2007.

SANT'ANA, E. V. P.; SANTOS, A. B.; SILVEIRA, P. M. Adubação nitrogenada na produtividade, leitura SPAD e teor de nitrogênio em folhas de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 4, p. 491-496, 2010.

SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. **Análises químicas em plantas.** Piracicaba: Departamento de Química, ESALQ. 1974. 27 p.

SILVA, A. G.; WANDER, A. E., BARBOSA, F. R.; GONZAGA, A. C. O.; SILVA, J. G. Análise econômica da produção de feijão comum em sistema de produção convencional e de produção integrada, em Cristalina, estado de Goiás, e Unaí, estado de Minas Gerais, maio de 2009 a abril de 2010. **Informações Econômicas**, v. 42, n. 5, p. 55-64, 2012.

SILVEIRA, P. M.; BRAZ, A. J. B. P.; DIDONET, A. D. Uso do clorofilômetro como indicador da necessidade de adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 9, p. 1083-1087, 2003.

VINCENT, J. M. **A Manual for the Practical Study of Root Nodule Bacteria**. Scientific Publications. Oxford: Blackwell, (IBP Handbook, 15), 1970.

ZUCARELI, C.; RAMOS JUNIOR, E. U.; BARREIRO, A. P.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. Adubação fosfatada, componentes de produção, produtividade e qualidade fisiológica em sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 1, p. 9-15, 2006.

CAPÍTULO III - Cultivares de feijoeiro do tipo carioca em diferentes estandes de planta iniciais

RESUMO

Este trabalho foi conduzido em Madre de Deus de Minas e em Lambari. Em Madre de Deus de Minas, oito ensaios de campo, cada um com uma cultivar de feijão do grupo carioca: BRS 9435 Cometa, BRS Estilo, BRS Notável, IAC Alvorada, IAC Formoso, IAC Imperador e IPR Tangará, além do BRSMG Madrepérola. Em Lambari foram nove os ensaios, com o acréscimo da cultivar BRSMG Majestoso. Em cada um dos ensaios instalados em Madre de Deus de Minas, o delineamento experimental foi blocos ao acaso com oito repetições e seis tratamentos (133, 178, 200, 222, 267 e 311 mil plantas ha⁻¹). A parcela experimental foi constituída de nove linhas de cinco metros de comprimento, espaçadas por 0,45 m. Em Lambari, para cada um dos nove ensaios, foi utilizado delineamento de blocos, seis repetições e cinco tratamentos (83, 116, 150, 183 e 250 mil plantas ha⁻¹). A parcela experimental foi constituída de oito linhas de 3 m, espaçadas de 0,6 m. Em Madre de Deus de Minas a colheita foi realizada utilizando-se o equipamento Ceiflex[®], com o corte das nove linhas da parcela, das quais foi retirada uma amostra correspondente a 1,5 m de comprimento central da parcela. As amostras foram trilhadas e obtidos o rendimento de grãos e massa de cem grãos, umidade média dos grãos e retenção de peneiras em 3 classes: grandes (peneiras n° 20 e 19), médias (peneiras n° 19,17 e 16) e pequenas (peneiras n° 15, 14 e o retido no fundo. Em Lambari foi determinado (V/P), (G/V), (UM), (MCG), (REND), e retenção de peneiras: grandes (peneiras 5 x 22 mm), médias (peneiras 3,5 x 22mm) e pequenas (retido no fundo). Foram realizadas duas avaliações de plantas daninhas, com levantamento de espécies e determinação do nível de ocorrência. Conclui-se que: a variação na densidade de plantas, nas amplitudes que foram apresentadas nos experimentos conduzidos em Madre de Deus de Minas e Lambari, não foram capazes de proporcionar alteração no rendimento de grãos. As cultivares BRS Notável e BRSMG Madrepérola apresentaram destaque em relação às demais quanto ao rendimento de grãos.

Palavras-chave: Feijoeiro comum. Estande de plantas inicia. Plantas daninhas.

ABSTRACT

Cultivation of carioca bean in different initial plant stands.

This work was conducted in Madre de Deus de Minas and Lambari. In Madre de Deus de Minas, eight field trials, each with a cultivation carioca group bean: BRS 9435 Cometa, BRS Estilo, BRS Notável, IAC Alvorada, IAC Formoso, IAC Imperador and IPR Tangará, beyond BRSMG Madrepérola. In Lambari were nine trials, with the addition of cultivating BRSMG Majestoso. In each of the experiments carried out in Madre de Deus de Minas, the experimental design was at random block design with eight replications and six treatments (133, 178, 200, 222, 267 and 311 a thousand plants ha⁻¹). The experimental plot consisted of nine lines of five meters in length, spaced by 0,45 m. In Lambari, for each of the nine tests it was used randomized block design with six replicates of five treatments (83, 116, 150, 183 and 250 thousand ha⁻¹ plants). The experimental plot consisted of eight lines of 3 m, spaced 0,6 m. In Madre de Deus de Minas the harvest was performed using the Ceiflex® equipment, with the cut of nine lines of the plot, which was removed a sample equivalent to 1,5 m central portion length samples were obtained and threshed grain yield and mass of one hundred grains, average grain moisture and sieves retention in 3 classes: large (sieve N° 20 and 19), medium (sieve N° 19,17 and 16) and small (sieves N° 15, 14) and retained at the bottom. In Lambari was determined (V/P), (G/V), (UM), (MCG), (REND), and retention of sieves: large (sieves 5 x 22 mm), medium (sieve 3,5 x 22 mm) and small (retained in the background). Were carried out two evaluations of weed species with lifting and determining the level of occurrence. Conclude that: variation in plant density, the amplitudes were presented in the experiments conducted in Madre de Deus de Minas and Lambari, were not able to provide change in yield. The cultivation of BRS Notável and BRSMG Madrepérola showed out in relation to others as to grain yield.

Key words: Common bean. Initial plant stand. Weed.

1 INTRODUÇÃO

A produção de feijão tem se destacado no aumento da adoção de tecnologias. O melhoramento de plantas vem cumprindo o papel essencial de abastecer o mercado com novas cultivares, agregando sanidade, porte, diversidade de ciclos e aspectos de qualidade de grãos, como cor e peso.

Com intuito de maximizar os ganhos obtidos pelo melhoramento genético quando do lançamento de novas cultivares, as pesquisas fitotécnicas devem responder com estudos que objetivem o aperfeiçoamento do manejo, possibilitando alcançar produtividades cada vez mais elevadas, sempre dentro de uma realidade que considere a sustentabilidade econômica e ambiental.

Dentre os mais relevantes aspectos do manejo que impactam de forma decisiva no bom desempenho dos sistemas de produção, é possível destacar a densidade de semeadura, primordial para um bom arranjo de plantas na lavoura de feijão e imprescindível para o bom desempenho produtivo da cultura. Simples adequações de manejo, como a determinação de estande de plantas, permitem que o cultivo alcance rendimentos superiores, independente do porte do produtor rural.

Em baixas populações, formadas com poucas plantas, é facilitada a infestação por plantas daninhas que, dentre outros fatores, ocasiona uma maturação desuniforme. Por outro lado, populações com elevadas quantidades de plantas têm custo aumentado pela aquisição exagerada de sementes, além de maior dificuldade na execução dos tratamentos culturais (CHAGAS, 1988). Dessa forma, é fácil perceber a importância de estudos que revelem quais os arranjos de plantas ideais para diferentes cultivares, possibilitando ao produtor de feijão, fazer opções acertadas.

Souza et al. (2004), afirmam que do ponto de vista puramente técnico, o emprego racional de fertilizantes e a utilização de populações de plantas

adequadas às realidades socioeconômicas dos produtores, encontradas nos ambientes de cultivo do feijoeiro, constituem excelentes alternativas para o alcance dos potenciais produtivos da cultura.

O estudo dessas questões não é recente, e nem mesmo raro. Lollato (1997), em revisão de literatura, enumera 216 trabalhos publicados sobre esse assunto no entre 1940 e 1996.

O aumento da população de plantas ocasiona redução no rendimento de grãos por planta, número de vagens por planta e de grãos por vagem, porém, com efeito inverso sobre a massa de mil sementes (JADOSKI et al., 2000a). Como este comportamento está intimamente ligado à morfologia das plantas, justifica-se realizar novas avaliações com o lançamento de novas cultivares.

Junior e Backes (2008) apontam para a probabilidade de que os tipos de ramificação das plantas de feijão afetem a resposta da cultura a diferentes populações de plantas, o que reforça a necessidade de estudos que avaliem quais as respostas a essas alterações entre os diferentes materiais genéticos disponíveis. Cultivares de porte mais ereto, com altura elevada de inserção da primeira vagem, aliadas a um correto arranjo de plantas na lavoura, por exemplo, podem favorecer a colheita mecanizada (JADOSKI et al., 2000b).

Com base nas informações discutidas e com intuito de contribuir para a otimização do emprego de novas cultivares de feijoeiro, o presente estudo teve por objetivo avaliar o comportamento de diferentes genótipos de feijoeiro do tipo carioca, quando submetidos a diferentes estandes de plantas iniciais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido em Madre de Deus de Minas e Lambari, que considerou os resultados obtidos no primeiro, ambos, municípios de Minas Gerais.

2.1 Cultivares utilizadas

Em Madre de Deus de Minas foram instalados simultaneamente oito ensaios de campo em sistema de plantio direto, cada um com uma cultivar de feijão do grupo carioca: BRS 9435 Cometa (FARIA et al., 2008), BRS Estilo (MELO et al., 2010) e BRS Notável (PEREIRA et al., 2012), oriundas da Embrapa Arroz e Feijão, IAC Alvorada (CARBONELL et al., 2008), IAC Formoso (CARBONELL et al., 2010) e IAC Imperador (CHIORATO et al., 2012), oriundos do Instituto Agronômico de Campinas, IPR Tangará, do Instituto Agronômico do Paraná, além de BRSMG Madrepérola (CARNEIRO et al., 2012), obtido no âmbito do convênio para melhoramento do feijoeiro comum em Minas Gerais, (Epamig, Embrapa, UFLA e UFV). Em Lambari foram nove os ensaios, com o acréscimo da cultivar BRSMG Majestoso (ABREU et al., 2007), também desenvolvida pelo último convênio citado.

2.2 Clima e solo

Em Madre de Deus de Minas, os experimentos foram conduzidos na Fazenda Liberdade, em Latossolo Vermelho Amarelo distrófico (EMBRAPA, 2006) cujos atributos são apresentados na Tabela 14. A fazenda está situada na latitude 21°26' S e longitude 44°18' W, a uma altitude média 1.000 m, região do

Campo das Vertentes, MG. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen é do tipo Cwa (SÁ JUNIOR, 2012).

Em Lambari, o cultivo se deu sobre um Gleissolo (EMBRAPA, 2006), artificialmente drenado, cujos atributos são apresentados na Tabela 15. A área pertence ao Campo Experimental da Epamig, situado na latitude 21° 57' S e longitude 45°19' W, a uma elevação média de 880m, na região do Circuito das Águas, MG. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen é do tipo Cwa (SÁ JUNIOR, 2012).

2.3 Tratamentos, delineamento estatístico e parcelas experimentais

Em cada experimento de Madre de Deus de Minas, o delineamento experimental foi blocos ao acaso, com oito repetições e seis tratamentos (populações de 133, 178, 200, 222, 267 e 311 mil plantas ha⁻¹). A parcela experimental foi constituída por nove linhas de cinco metros de comprimento, espaçadas de 0,45 m.

Em Lambari foi utilizado o delineamento de blocos ao acaso, com seis repetições e cinco tratamentos (populações de 83, 116, 150, 183 e 250 mil plantas ha⁻¹). A parcela experimental foi constituída de oito linhas de 3 m, espaçadas de 0,6 m. As diferenças verificadas entre as populações de cada local foram necessárias em função das características das semeadoras disponíveis. A máquina utilizada em Madre de Deus de Minas, além de ser mais precisa (distribuição a vácuo), possibilitou o alcance de populações mais elevadas.

Tabela 14 - Resultado das análises de amostras de solo retiradas previamente à semeadura e adubação, na camada de 0-20 cm de profundidade em duas localidades.

Atributos	Locais	
	Madre de Deus de Minas*	Lambari*
pH	6,0	5,7
K (mg dm ⁻³)	114	120
P (mg dm ⁻³)	42,85	70,06
Ca (cmolc dm ⁻³)	2,9	3,4
Mg (cmolc dm ⁻³)	0,8	1,4
Al (cmolc dm ⁻³)	0,0	0,4
H+AL (cmolc dm ⁻³)	3,24	6,3
SB (cmolc dm ⁻³)	3,99	5,11
t (cmolc dm ⁻³)	3,99	5,51
T (cmolc dm ⁻³)	7,23	11,41
V (%)	55,22	44,77
m (%)	0,0	7,26
M.O (dag kg ⁻¹)	3,84	5,43
P-Rem (mg L ⁻¹)	14,17	4,31
Zn (mg dm ⁻³)	10,71	6,22
Fe (mg dm ⁻³)	29,38	34,36
Mn	18,6	22,24
Cu (mg dm ⁻³)	2,55	2,18
B (mg dm ⁻³)	0,19	0,5
S (mg dm ⁻³)	20,59	11,23
Argila (dag kg ⁻¹)	41	29
Silte (dag kg ⁻¹)	42	31
Areia (dag kg ⁻¹)	17	40
Classe Textural	Argilosa	Textura Média

* Análises realizadas no laboratório do Departamento de Ciências do Solo da UFPA.
Fonte: Do autor (2016).

2.4 Instalação, condução e colheita dos ensaios

2.4.1 Madre de Deus de Minas

Na semeadura realizada em 1º de abril de 2013, foi utilizada uma semeadora mecanizada, equipada com sistema de distribuição de sementes a vácuo, e monitorada por painel eletrônico. Foi utilizada a regulagem de 20 sementes por metro. Por ocasião da completa emergência das plântulas, em 10 de abril de 2013, foi constatada densidade entre 16 e 18 plantas por metro (índice de germinação entre 80 e 90%), sendo realizado então, o desbaste, entre 18 e 20 de abril de 2013, para obtenção das populações correspondentes aos tratamentos.

A adubação de semeadura foi de 180 kg ha⁻¹ de monoamônio fosfato (MAP). Em cobertura, não foi feita nenhuma aplicação de adubo no solo, contudo, foi realizada a inoculação das sementes com inoculante comercial de bactérias fixadoras de N (estirpe CIAT 899). O tratamento das sementes foi realizado com a aplicação de 120 ml de tiametoxam (350 g L⁻¹) e 120 ml de carbendazin +tiram (150 + 350 g L⁻¹) para cada 60 kg de sementes. O controle de plantas daninhas constou de dessecação prévia com 4,0 L ha⁻¹ de glifosato-sal de potássio (620 g L⁻¹) e de uma aplicação pós-emergente com 1,5 L ha⁻¹ de bentazona (480 g L⁻¹) + 0,3 L ha⁻¹ de fomesafem (250 g l⁻¹). O manejo fitossanitário foi realizado com aplicação de 1,0 L ha⁻¹ do fungicida carbendazin (500 g L⁻¹), 0,4 L ha⁻¹ do fungicida trifloxistrobina +protioconazol (150 +175 g L⁻¹), 0,5 L ha⁻¹ do fungicida tebuconazole (200 g L⁻¹), 1,0 kg ha⁻¹ do fungicida promicidona (500g kg⁻¹), 0,6 L ha⁻¹ de inseticida imidacloprido + beta-ciflutrina (100 +12,5 g L⁻¹) e três aplicações de 0,1 L ha⁻¹ de inseticida teflubenzuron (150g L⁻¹), além da aplicação de adubos foliares, seguindo o padrão utilizado na

propriedade. O experimento foi irrigado por equipamento de aspersão do tipo linear.

A colheita foi realizada em 29/07/2013, utilizando-se o equipamento Ceiflex[®], com o corte das nove linhas da parcela, das quais foi retirada uma amostra correspondente a 1,5 m de comprimento na parte central das parcelas, correspondendo a 6,075 m². As amostras foram trilhadas em equipamento de trilha estacionário no Setor de Grandes Culturas do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, e os grãos obtidos foram pesados para estimativa da produtividade (REND) e massa de cem grãos (MCG). A umidade inicial dos grãos foi determinada com medidor de umidade Gehaka G600, no laboratório localizado no mesmo setor anteriormente citado, em triplicata, determinando-se a umidade média dos grãos e corrigindo-se posteriormente o REND e a MCG para 13% de umidade. Em seguida, foram retiradas 300 g de grãos de cada parcela, passando-as em peneiras, resultando em 3 diferentes classes de tamanho retidas: grandes (peneiras oblongas n° 20 e 19), médias (peneiras oblongas n° 18,17 e 16) e pequenas (peneiras oblongas n° 15 e 14, mais o retido no fundo), obtendo-se a percentagem de cada classe. Foram utilizadas peneiras do laboratório do Setor de Sementes do Departamento de Agricultura da UFLA.

2.4.2 Lambari

A semeadura foi realizada em 26 de fevereiro de 2014 (safra da seca), com semeadora equipada com sistema de distribuição de sementes com discos, na densidade 20 sementes por metro, sendo que a completa emergência das plântulas ocorreu em 09 de março. Entre 10 e 14 de março foi realizado o desbaste das parcelas experimentais, com a finalidade de se obter as densidades

de plantas desejadas. As sementes foram tratadas com o fungicida fludioxonil + metalaxil-M ($25 + 10 \text{ g L}^{-1}$), na dose de 120 mL para cada 60 kg de sementes.

A adubação seguiu o recomendado por Chagas et al. (1999) para o solo cultivado (TABELA 14), com aplicação de 400 kg ha^{-1} de formulado NPK 08-28-16 e cobertura com 90 kg ha^{-1} de ureia. Em 21 de março foram aplicados em área total os herbicidas fluzifop-p-butil (250 g L^{-1}) na dose de 750 mL ha^{-1} e 1,0 L de fomesafem (250 g L^{-1}), mais 1 L ha^{-1} do inseticida clorpirifós (480 g L^{-1}). Na ocasião, também foi realizada a primeira avaliação de plantas daninhas, com levantamento de espécies e determinação do nível de ocorrência.

Em 04 de abril foi realizada nova aplicação dos inseticidas $0,5 \text{ L ha}^{-1}$ de clorantraniliprole + lambda-cialotrina ($100 + 50 \text{ g L}^{-1}$) e $0,5 \text{ L ha}^{-1}$ de imidacloprido + beta-ciflutrina ($100 + 12,5 \text{ g L}^{-1}$), $1,0 \text{ L ha}^{-1}$ dos herbicidas (fluzifop-p-butílico - 200 g L^{-1}) e (fomesafem 250 g L^{-1}).

Nesta mesma data, procedeu-se nova avaliação de plantas daninhas, com a mesma metodologia da primeira, ou seja, estimativa de grau de abundância de cada espécie, de acordo com as escalas qualitativa de Tansley e Chipp e semi-quantitativa de Hanson, como proposto por Carvalho e Alcântara (1989). Essa metodologia classifica as plantas daninhas como raras (1-4 plantas m^{-2}), ocasionais (5-14 plantas m^{-2}), frequentes (15-29 plantas m^{-2}), abundantes (30-99 plantas m^{-2}) e muito abundantes (100 ou mais plantas m^{-2}).

Por ocasião da colheita foram separadas dez plantas ao acaso para determinação do número de vagens por planta (V/P) e de grãos por vagem (G/V). As amostras colhidas na área útil da parcela foram trilhadas em equipamento de trilha estacionário no próprio campo experimental. A umidade inicial dos grãos foi determinada com medidor de umidade Gehaka G600, no Laboratório de Grandes Culturas do Departamento de Agricultura da UFLA, em triplicata, determinando-se a umidade média dos grãos. Foi feita a determinação da massa de cem grãos (MCG) e do rendimento da parcela (REND), corrigidos

para o teor de umidade padrão de 13%. Em seguida, foram retiradas 300 g de grãos em cada parcela que foram passadas em peneiras, resultando em 3 diferentes classes de tamanho das sementes retidas: grandes (peneiras oblongas 5 x 22 mm), médias (peneiras oblongas 3,5 x 22mm) e pequenas (retido no fundo), obtendo-se a percentagem de cada classe. Foram utilizadas peneiras do laboratório do Setor de Grandes Culturas do Departamento de Agricultura da UFLA.

2.5 Procedimentos estatísticos

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (PIMENTEL-GOMES, 2009) utilizando o software de análise estatística Sisvar 5.1 Build 72[®] (FERREIRA, 2011). Uma vez constatada a homogeneidade das variâncias pela comparação entre os quadrados médios dos resíduos, realizou-se a análise de variância conjunta dos experimentos por local. Nos casos de efeito significativo de densidades, foi realizada análise de regressão e selecionadas equações representativas das relações entre as variáveis, com base na significância do modelo e do valor do R^2 . No caso de significância de cultivares, as médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

No que se refere às plantas daninhas, o valor numérico utilizado na análise de variância foi o ponto médio da classer da escala utilizada, subtraído de 100 para determinar o nível de controle e transformado com o emprego da expressão $xt = \left(\arcsen \sqrt{\frac{x}{100}} \right) * \left(\frac{180}{\pi} \right)$ para normalizar os dados obtidos e possibilitar a análise estatística.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Madre de Deus de Minas

Um resumo da análise de variância é apresentado na Tabela 15. Houve efeito significativo de cultivares todas as características e as populações somente não influenciaram o rendimento de grãos (REND), mas o efeito de populações sobre a massa de cem grãos (MCG) e sobre a retenção de peneiras de grãos grandes (GG) e grãos médios ((GM) variou com a cultivar (TABELA 15).

Tabela 15 - Resumo da análise de Variância dos dados relativos a (quadrados médios) umidade média de grãos na colheita (UM), massa de cem grãos (MCG), rendimento de grãos (REND) e percentagem de grãos retidos em peneiras nas categorias grandes (GG), médios (GM) e pequenos (GP). Madre de Deus de Minas

FV	GL	QM					
		UM	MCG	REND	GG	GM	GP
Bloco (Cultivar)	56	2,7*	2,2 ^{ns}	260718 ^{ns}	59,9**	46,6**	12,8 ^{ns}
Cultivar (C)	7	256,8**	105,7**	2715276**	348,9**	84,7**	141**
População (P)	5	8,9**	8,4**	377860 ^{ns}	7326,6**	1213,9**	4735,7**
C x P	35	2,4 ^{ns}	3,9**	169555 ^{ns}	44,7**	69,5**	19,0*
Resíduo	280	1,9	1,9	212584	26,7	26,6	12,5
CV (%)		13,5	5,5	20,5	31,41	7,12	27,45
Média Geral		10,1%	24,8 g	2247,8 Kg ha ⁻¹	16,1%	71,0%	12,9%

** significativo ao nível de 1% F e * significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F, ^{ns} não apresenta significância pelo teste de F.

Fonte: Do autor (2016).

3.1.1 Rendimento de grãos

Os rendimentos de grãos das cultivares BRS Notável e BRSMG Madrepérola foram superiores aos das cultivares IAC Alvorada, IPR Tangará, BRS 4395 Cometa e BRS Estilo. Os cultivares IAC Formoso e IAC Imperador formaram o grupo de médias inferiores (TABELA 16). Foi constatado, que para

as condições dos experimentos de Madre de Deus de Minas, a população de plantas não interferiu nos resultados de produtividade (TABELA 16).

Trabalhos semelhantes também não apresentaram efeito das populações estudadas (ARF et al., 1996; VALÉRIO et al., 1999; HORN et al., 2000; JADOSKI et al., 2000^a; SOUZA et al., 2002). Alguns desses autores atribuem este resultado ao fato de que plantas suficientemente supridas em nutrientes, água e luminosidade, mesmo em menores populações, mantêm a produção por área semelhante às obtidas em maiores populações, propiciando um aumento da produção individual das plantas, suficientemente grande para compensar o menor número de plantas, num fenômeno denominado plasticidade. Por outro lado, existem trabalhos que obtiveram incremento de produtividade com o aumento de populações até 300 mil plantas por hectare (SANTOS et al., 2014) ou mesmo até 500 mil plantas ha⁻¹ (SOUZA et al., 2004; SILVA; et al., 2007).

Tabela 16 - Valores médios de rendimento (REND) e umidade média de grãos na colheita (UM) em função de diferentes cultivares. Madre de Deus de Minas.

Cultivar	REND (Kg ha ⁻¹)	UM (%)
BRS Notável	2644,35 a	8,97 d
BRSMG Madrepérola	2481,63 a	7,01 f
IAC Alvorada	2302,50 b	7,94 e
IPR Tangará	2259,80 b	14,51 a
BRS 9435 Cometa	2214,19 b	10,30 c
BRS Estilo	2175,37 b	10,17 c
IAC Formoso	1957,40 c	11,65 b
IAC Imperador	1947,46 c	9,90 c

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância.

Fonte: Do autor (2016).

A não detecção de efeitos na produtividade em função da população de plantas pode estar relacionada à amplitude de variação das populações. No trabalho de Santos et al. (2014), onde foram testadas populações de 100 a 500

mil plantas ha^{-1} , foi observado queda da produtividade a partir de 300 mil plantas ha^{-1} , justamente as populações mais elevadas no presente trabalho. Deve ser destacado que o efeito de população de plantas não foi evidenciado no rendimento de grãos, apesar de terem sido estudadas nove cultivares, com variados ciclos e portes de planta.

Em estudo realizado pela Embrapa, em Ponta Grossa – PR, Silva et al. (2008), testando arranjos de plantas para 20 diferentes cultivares, verificaram que a cultivar BRS Estilo teve rendimento de grãos significativamente influenciado para densidade de semeadura, chegando à recomendação ideal de 10 plantas por metro linear, o que resultaria em uma população de aproximadamente 222 mil plantas ha^{-1} no espaçamento adotado no trabalho. A cultivar BRSMG Majestoso não apresentou efeito significativo de populações de plantas; para a cultivar BRS 9435 Cometa, houve efeito significativo das populações crescentes promovendo aumento do rendimento de grãos e indicando, nesse caso, densidade ideal de no mínimo 10 plantas/metro.

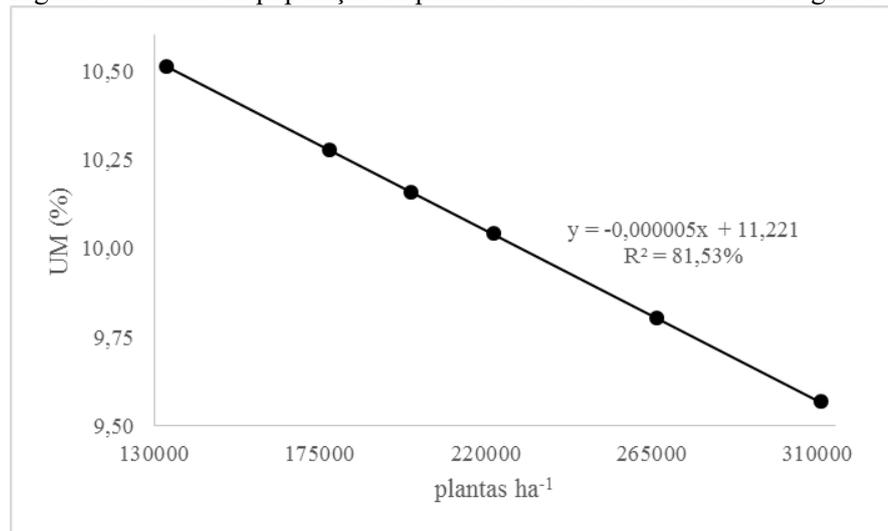
3.1.2 Umidade média de grãos

Na Tabela 117 também são apresentados os resultados de umidade média (UM) em função das cultivares. É possível perceber que houve relação entre umidade média dos grãos na colheita e a precocidade da cultivar: cultivares que apresentaram menor umidade foram as mais precoces. Seguindo este raciocínio, é possível afirmar que, no presente trabalho, a cultivar BRSMG Madrepérola foi a mais precoce, e a IPR Tangará, a mais tardia.

A Figura 15 ilustra o comportamento da UM em função das populações de plantas e o modelo linear decrescente demonstra que a cada aumento de 100 mil plantas ha^{-1} na população houve uma queda de 0,5% no teor de umidade,

indicando efeito indireto da precocidade ocasionada pela redução do ciclo em função da maior densidade de plantas.

Figura 15 - Efeito da população de plantas sobre a umidade média de grãos.



Fonte: Do autor (2016).

3.1.3 Massa de 100 grãos

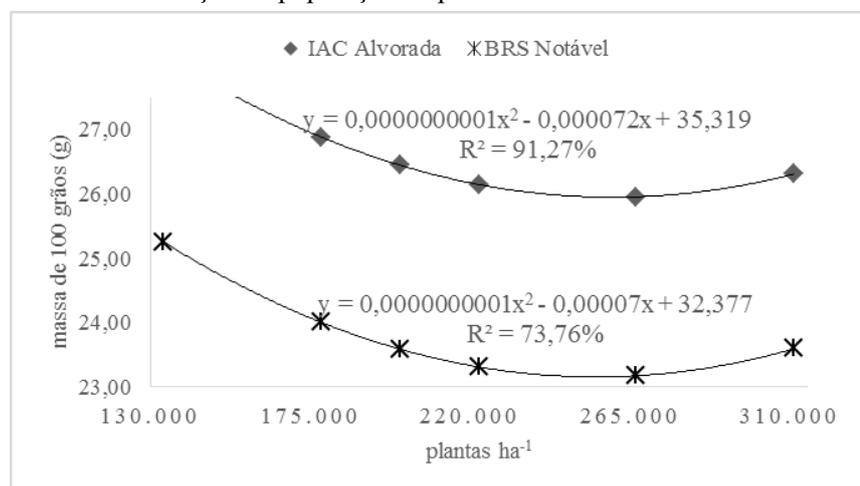
O desdobramento do efeito do estande de plantas inicial dentro de cada cultivar resultou em ajuste de modelos quadráticos no caso das cultivares IAC Alvorada e BRS Notável (Figura 16) e esse ajuste foi melhor para a cultivar IAC Alvorada, que também apresentou valores mais altos de MCG comparada a BRS Notável.

Na Tabela 17 pode ser observado o comportamento das cultivares dentro de cada densidade. Nota-se que a densidade possibilitou diferenças entre as médias justamente para as cultivares IAC Alvorada, BRS Notável e BRSMG Madrepérola. A exceção dessa última, que não apresentou bom ajuste, trata-se das cultivares presentes no gráfico da Figura 17.

Na comparação entre as cultivares apresentada na Tabela 17, nota-se o destaque da cultivar IPR Tangará, que está sempre presente no grupo com médias superiores. Já as cultivares IAC Imperador, Cometa e Notável estão sempre entre as menores médias, independente da densidade de plantio.

Ribeiro et al (2004), avaliando cinco níveis de redução para a densidade recomendada para o Rio Grande do Sul, perceberam efeito de baixa magnitude do estande de plantas inicial sobre a MCG, mas constataram efeito de cultivares. Avaliando diferentes arranjos espaciais para cultivar de porte ereto, Shimada et al. (2000) observaram efeito da densidade sobre a MCG. Contudo, vários outros trabalhos não encontraram efeito semelhante (SANTOS et al., 2014; SOUZA et al., 2014; ALVES et al., 2009; DIDONET; COSTA, 2004; JAUER et al., 2003; Jadoski et al., 2000a).

Figura 17 - Massa de 100 grãos das cultivares IAC Alvorada e BRS Notável em função da população de plantas. Madre de Deus de Minas.



Fonte: Do autor (2016).

Tabela 17 - Desdobramento dos valores médios de massa de 100 grãos (g) das cultivares dentro de cada estande de plantas inicial. Madre de Deus de Minas.

Cultivar	População de plantas ha ⁻¹					
	133.333	177.778	200.000	222.222	266.667	311.111
BRS Notável	25,4 b	23,5 c	24,1 c	22,9 b	23,6 c	23,4 d
BRSMG Madrepérola	24,5 b	23,2 c	22,8 c	25,7 a	22,4 c	24,4 c
IAC Alvorada	28,3 a	26,8 a	26,1 b	26,3 a	26,3 a	26,1 b
IPR Tangará	27,3 a	27,3 a	27,3 a	26,9 a	27,3 a	28,5 a
BRS 9435 Cometa	24,8 b	24,5 c	24,0 c	23,7 b	23,2 c	23,6 d
BRS Estilo	25,5 b	24,2 c	25,4 b	24,1 b	24,4 b	25,1 c
IAC Formoso	24,3 b	25,5 b	25,0 b	25,5 a	24,6 b	25,1 c
IAC Imperador	23,7 b	23,5 c	23,0 c	23,3 b	23,1 c	23,0 d

*Letras minúsculas iguais nas colunas pertencem ao mesmo grupo de médias de acordo com o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Do autor (2016).

3.1.4 Retenção de grãos em peneiras

Como já mencionado, os experimentos em Madre de Deus de Minas foram colhidos com Ceiflex[®] e, assim não foram coletadas amostras de plantas para avaliação de grãos por vagem e vagens por planta. A forma encontrada para se obter informações a respeito do efeito do estande de plantas inicial sobre os grãos obtidos foi submetê-los a um teste de retenção em peneiras.

Observando-se a Tabela 18, nota-se primeiramente que houve efeito significativo de cultivares em todos os estandes de plantas inicial, mostrando que o efeito genético é importante na determinação do tamanho dos grãos produzidos. É desejável no mercado, que os grãos de feijão do grupo carioca sejam os mais graúdos e claros possíveis.

É possível notar diferentes comportamentos na retenção de grãos grandes, médios e pequenos. Para grãos grandes, está claro que a quantidade de grãos retidos foi maior em populações de plantas menores, com clara inversão quando se trata de grãos pequenos.

A porcentagem de grãos retidos sempre foi maior na categoria grãos médios, com destaque para a cultivar BRS 9435 Cometa, que situou-se no grupo de médias superiores em todas as densidades testadas. No grupo grãos grandes destacou-se a IAC Formoso, e no grupo grãos pequenos, o BRSMG Madrepérola.

Tabela 18 - Médias das percentagens (%) de sementes retidas nas peneiras das categorias pequenas, média e grande em função de cultivares, em diferentes populações de plantas. Madre de Deus de Minas.

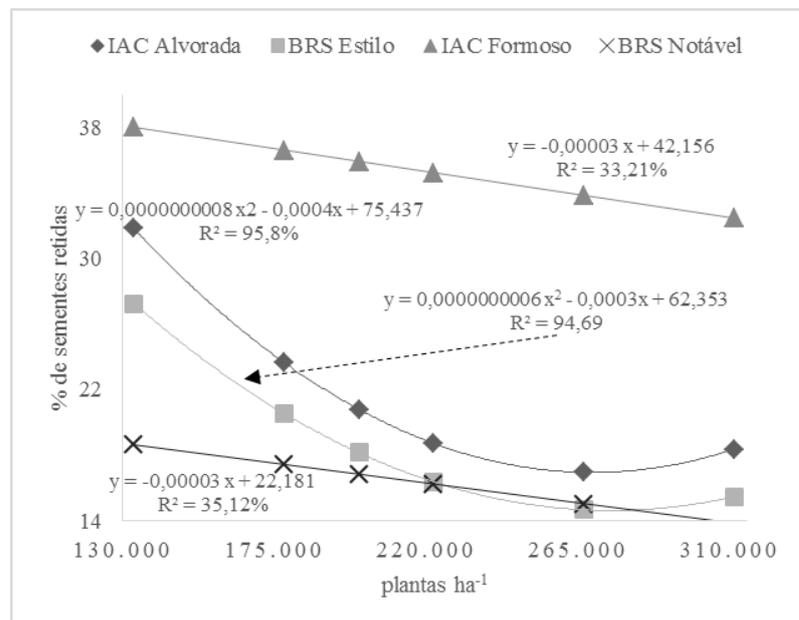
GG																
População	IAC Alvorada		BRS 9435 Cometa		BRS Estilo		IAC Formoso		IAC Imperador		BRSMG Madrepérola		BRS Notável		IPR Tangará	
311.111	17,6	C	1,2	D	15,9	C	35,0	A	5,3	D	1,1	D	15,3	C	27,1	B
266.667	18,7	C	1,0	D	14,1	C	31,4	A	5,1	D	1,5	D	15,2	C	25,4	B
222.222	18,3	C	1,6	F	14,8	D	32,8	A	7,0	E	1,7	F	13,0	D	25,8	B
200.000	21,1	C	1,5	D	19,7	C	34,4	A	5,9	D	1,2	D	18,4	C	27,2	B
177.778	22,2	C	2,1	E	21,3	C	40,9	A	4,6	E	1,7	E	15,0	D	29,5	B
133.333	32,6	B	3,1	F	26,7	C	37,5	A	7,8	E	1,5	F	21,0	D	31,9	B
GM																
311.111	73,6	D	74,8	A	75,5	C	61,9	D	74,7	B	63,4	B	72,3	B	70,2	C
266.667	73,3	B	73,8	A	76,7	B	65,1	C	73,8	A	63,7	B	73,3	A	71,5	B
222.222	73,6	B	78,6	A	76,2	B	63,6	C	75,9	A	67,4	C	74,3	B	72,1	B
200.000	71,1	A	78,5	A	73,6	A	62,2	B	74,8	A	66,2	B	71,5	A	69,4	A
177.778	71,7	A	78,0	A	70,4	A	56,4	B	79,1	A	69,5	B	74,2	A	67,6	A
133.333	62,8	A	79,7	A	67,8	A	58,9	B	74,6	A	73,3	B	70,3	A	65,8	A
GP																
311.111	8,8	E	24,0	B	8,6	E	3,1	F	19,9	C	35,5	A	12,3	D	2,7	F
266.667	8,0	D	25,1	B	9,2	D	3,5	E	21,1	C	34,8	A	11,5	D	3,1	E
222.222	8,1	D	19,7	B	9,0	D	3,6	E	17,1	B	30,9	A	12,7	C	2,2	E
200.000	7,8	C	20,0	B	6,8	C	3,3	D	19,2	B	32,6	A	10,1	C	3,5	D
177.778	6,1	E	19,9	B	8,2	D	2,7	E	16,3	C	28,8	A	10,8	D	2,9	E
133.333	4,6	D	17,2	B	5,6	D	3,7	D	17,5	B	25,2	A	8,7	C	2,3	D

*Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas, pertencem ao mesmo grupo, pelo teste de Scott-Knott a significância de 5%.

Fonte: Do autor (2016).

A Figura 17 ilustra o desdobramento do efeito de densidades dentro de cada cultivar. A análise de regressão revelou efeito significativo em quatro cultivares: IAC Alvorada, BRS Notável, IAC Formoso e BRS Estilo. Nas duas primeiras, o ajuste foi linear, com retenção a de sementes grandes reduzindo em função do aumento da densidade, indicando que densidades maiores proporcionam menor produção de sementes graúdas. O ajuste para IAC Alvorada foi excelente, o que não ocorreu para BRS Notável. As outras cultivares proporcionaram modelos quadráticos, com tendência similar aos modelos lineares.

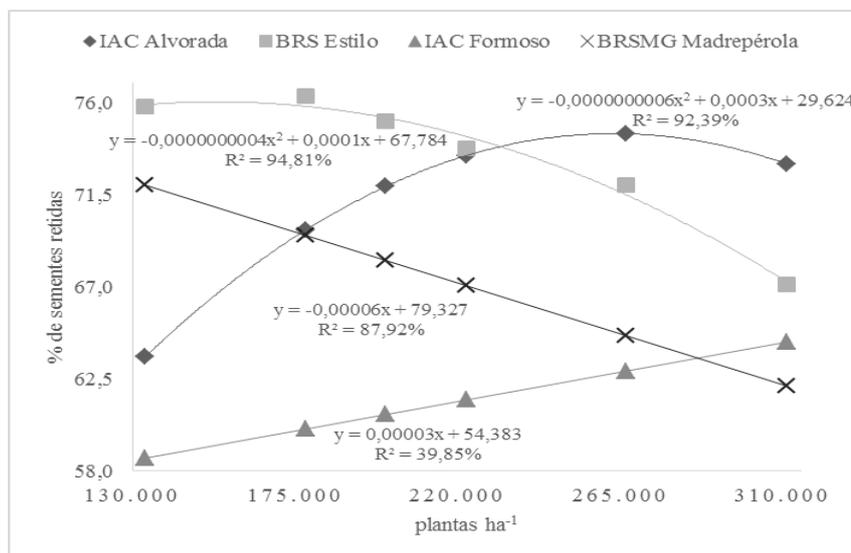
Figura 17 - Retenção de grãos grandes em peneira, por cultivares de feijoeiro em função de diferentes populações de plantas. Madre de Deus de Minas.



Fonte: Do autor (2016).

Já na Figura 18, observa-se que em relação às peneiras de retenção de grãos médios, novamente as cultivares IAC Alvorada e IAC Formoso apresentaram efeito significativo da regressão, desta vez acompanhadas das cultivares BRS Estilo e BRSMG Madrepérola. Diferentemente da retenção de grãos grandes, os modelos ajustados não apresentam uma padronização de comportamento. Para IAC Alvorada houve ajuste de modelo polinomial quadrático que tende a elevação da retenção, que reduz nas populações mais altas. O ajuste para IAC Formoso foi um modelo linear e indica aumento da retenção com o aumento da população. As outras duas curvas apresentam comportamento inverso: BRS Estilo teve ajuste polinomial quadrático, com clara diminuição da retenção com o aumento das densidades de plantio, enquanto BRSMG Madrepérola teve ajuste de modelo linear, com clara diminuição da retenção em função do aumento da densidade de plantas.

Figura 18 - Retenção de grãos médios em peneira, por cultivares de feijoeiro em função de diferentes populações de plantas. Madre de Deus de Minas.

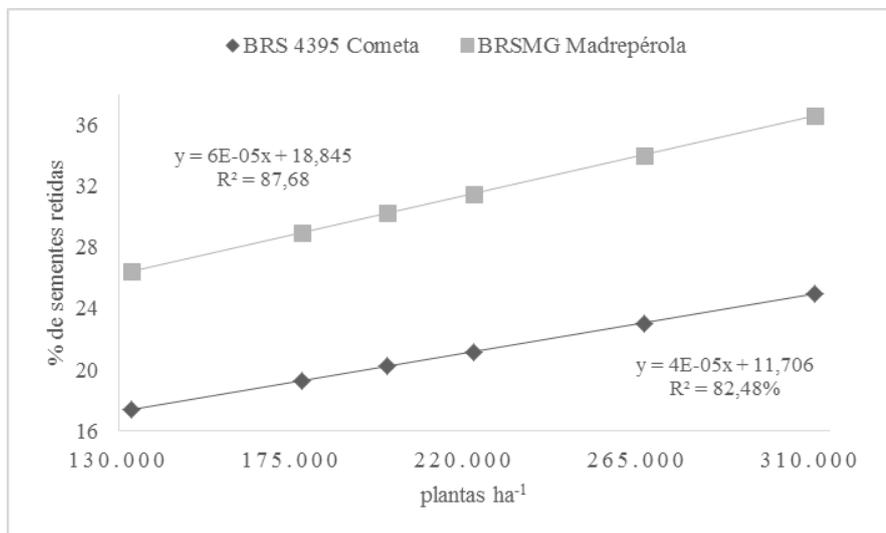


Fonte: Do autor (2016).

Esse comportamento indica que apesar de todos os materiais avaliados apresentarem maiores taxas de retenção na categoria de grãos médios, alguns deles tendem a ter, em segundo lugar, maior volume de grãos pequenos, enquanto outros, maior volume de grãos grandes. Isto determinará se é um material promissor ou não no fornecimento de feijão com grãos com tamanho que agrada ao mercado consumidor.

A Figura 19 ilustra o efeito significativo para o desdobramento do efeito de retenção de grãos pequenos em função da densidade de plantas para as cultivares BRS9435 Cometa e BRSMG Madrepérola. É possível notar que estão ajustados dois bons modelos lineares com comportamento semelhante, onde ocorre aumento da retenção com o aumento da densidade de plantas.

Figura 19 - Retenção de grãos pequenos em peneira, por cultivares de feijoeiro em função de diferentes populações de plantas. Madre de Deus de Minas.



Fonte: Do autor (2016).

3.2 Lambari

Os experimentos conduzidos em Lambari permitiram avaliar um número maior de variáveis respostas, já que a colheita foi realizada manualmente, com avaliação de todos os componentes básicos de rendimento. O resumo da análise de variância, apresentado na Tabela 19, mostra que as variáveis V/P, G/V, MCG e REND, apresentaram efeito significativo para cultivar e também para o fator população, com exceção de G/V e MCG. Não houve efeito significativo para a interação entre população e cultivar.

Tabela 19 - Resumo da análise de variância (fontes de variação – FV, graus de liberdade – GL e quadrados médios – QM) dos dados relativos a vagem por planta (V/P), grãos por vagem (G/V), massa de cem grãos (MCG) e rendimento de grãos (REND). Lambari

FV	GL	V/P	G/V	QM	
				MCG	REND
População	4	635,11**	0,13	1,98	381412,20**
Cultivar	8	104,42**	9,38**	41,12**	1874321,60**
P x C	32	8,51	0,21	1,06	71265,02
Bloco (Cultivar)	45	28,17	0,24	2,08	272884,82
Resíduo	180	19,73	0,19	1,48	77174,70
CV (%)		28,29	8,92	5,40	14,84
Média Geral		15,70	4,93	22,51	1871,44

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste de F

Fonte: Do autor (2016).

3.2.1 Rendimento de grãos

Observando a Tabela 20, nota-se que assim como no ensaio conduzido em Madre de Deus de Minas, as produtividades foram boas, apesar de inferiores às então obtidas, o que certamente se deve a menor quantidade de insumos. Nota-se também, que mais uma vez, as cultivares BRSMG Madrepérola e BRS Notável destacaram-se, com médias superiores para rendimento de grãos, indicando seu elevado potencial produtivo, em duas diferentes condições de

cultivo. Além das duas cultivares que se destacaram, o teste de médias segregou outros três grupos, um formado pelas cultivares IAC Formoso e BRSMG Majestoso, seguido pelo das cultivares IAC Imperador, BRS Estilo e BRS 9435 Cometa, e o grupo com as menores médias, formado por IPR Tangará e IAC Alvorada.

Tabela 20 - Valores médios de rendimento de grãos (REND), massa de 100 grãos (MCG), grãos por vagem (G/V), grãos por planta (G/P) e vagens por planta (V/P) de cultivares de feijoeiro. Lambari.

Cultivar	REND (kg/ha)	MCG (g)	G/V	V/P
BRSMG Madrepérola	2.177,87 a	22,76 b	5,62 a	17,04 a
BRS Notável	2.138,65 a	22,32 b	4,58 c	16,81 a
IAC Formoso	2.070,68 b	22,48 b	5,24 b	16,93 a
BRSMG Majestoso	1.980,01 b	20,99 c	5,58 a	16,78 a
IAC Imperador	1.854,50 c	21,60 c	4,22 d	17,94 a
BRS Estilo	1.840,33 c	22,69 b	5,07 b	14,52 b
BRS 9435 Cometa	1.776,40 c	22,07 b	4,54 c	15,47 a
IPR Tangará	1.510,47 d	22,41 b	5,31 b	12,90 b
IAC Alvorada	1.494,02 d	25,25 a	4,18 d	12,90 b

Médias seguidas pela mesma letra pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

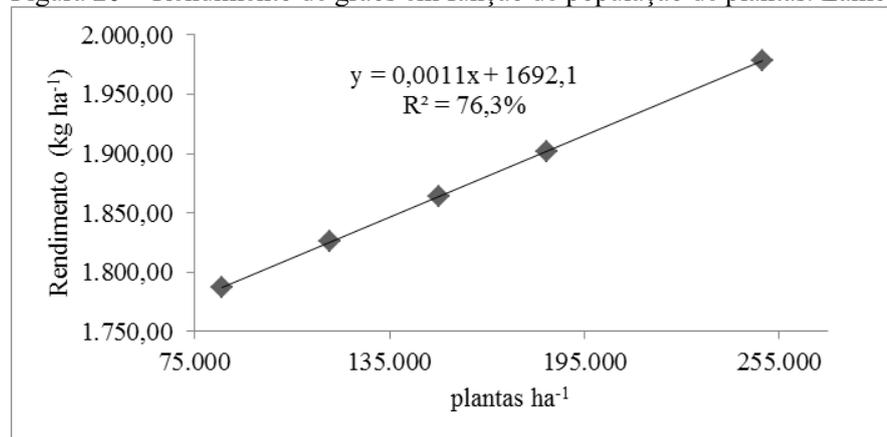
Fonte: Do autor (2016)

Santos et al. (2014), Alves et al. (2009), Junior e Backes (2008) e Ribeiro et al. (2004) não encontraram efeito da densidade sobre o rendimento de grãos, mas, assim como nesse trabalho, verificaram o efeito de cultivares, o que é esperado em função da variação genética que possibilita maior ou menor adaptação de um cultivar ao ambiente de cultivo.

A Figura 20 ilustra o bom ajuste de um modelo crescente linear, com aumento da produtividade em função do aumento de populações de plantas. Certamente, nas populações maiores, onde ocorreria maior competição por nutrientes e luz, tais restrições não foram observadas e não acarretaram redução no rendimento de grãos. Goulden (1976), contrariamente ao presente trabalho, verificou que aumentos muito elevados na população de plantas do feijoeiro, podem ocasionar exagerada competição por luz e fotoassimilados, ocasionando

abortamento de flores e chochamento de vagens, reduzindo o número de sementes produzidas.

Figura 20 - Rendimento de grãos em função de população de plantas. Lambari.



Fonte: Do autor (2016).

Alguns trabalhos alcançaram resultado semelhante, com aumento linear do rendimento em função de um aumento na densidade de semeadura (JAUER et al., 2004; SOUZA et al., 2004). Já Shimada et al. (2000) observaram comportamento inverso. Jauer et al (2003) notaram um ajuste quadrático com elevação do rendimento até 2684 kg ha⁻¹ na população de 337 mil plantas ha⁻¹ e posterior a queda. Santos et al. (2014), para a cultivar Ouro Negro, observaram comportamento semelhante, com rendimento máximo por volta da população de 300 mil plantas ha⁻¹.

3.2.2 Componentes do rendimento

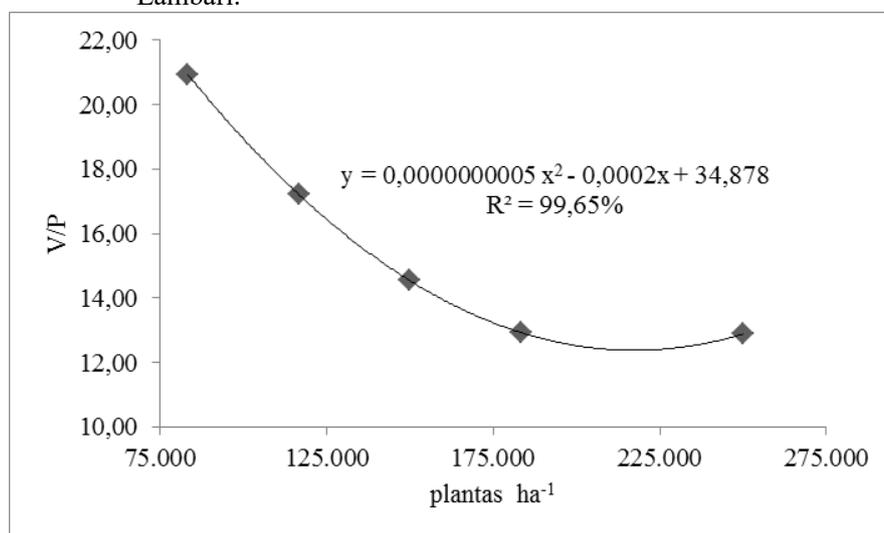
Ainda na Tabela 20 é possível observar que a cultivar IAC Alvorada apresentou a maior MCG, mas o menor REND, indicando que a primeira característica não teve grande influência no desempenho produtivo. A cultivar

Madrepérola, que obteve um dos maiores rendimentos, apresentou uma combinação favorável de componentes de produção, com elevados G/V e V/P, o que também confirma que no presente caso, a MCG não interferiu tanto no REND.

Cultivares mais prostradas, do tipo III ou II/III, como BRSMG Madrepérola e BRSMG Majestoso, tiveram melhor desempenho quanto a G/V e V/P (TABELA 5) e, neste caso, o que as diferenciou foi o desempenho da MCG. Silva et al. (2008) indicaram espaçamento de 30 cm entre linhas para a cultivar BRSMG Majestoso, mostrando que o tipo de sua planta favorece o cultivo em altas densidades.

O comportamento encontrado para V/P é apresentado na Figura 21. Santos et al. (2014) e Souza et al. (2004) também encontraram modelo tendendo à redução com aumento de população, e muitos trabalhos corroboram com a afirmação que o aumento de densidade de plantas promove uma redução no V/P (SOUZA et al., 2014; ALVES et al., 2009; SOUZA et al., 2008; JUNIOR; BACKES 2008; RIBEIRO et al 2004; JAUER et al. 2003, SOUZA et al., 2003; SHIMADA et al., 2000).

Figura 21 - Número de vagens por planta em função de população de plantas. Lambari.



Fonte: Do autor (2016).

3.2.3 Avaliação de plantas Daninhas

Por ocasião das avaliações realizadas em duas diferentes datas, foram observadas 11 diferentes espécies: capim colchão - CCO (*Digitaria sanguinalis* L. Scop.), capim marmelada - CMAR (*Brachiaria plantaginea*), corda de viola – COV (*Ipomoea grandifolia* (Dammer) O'Donell), erva de santa luzia – SLU (*Chamaesyce hirta* L. Millsp.), leiteiro - LEI (*Euphorbia heterophylla* L.), mastruz – MAS (*Coronopus didynus* L. Sm.), nabiça – NAB (*Raphanus spp.*), poaia- POA (*Richardia brasiliensis* Gomes), tiririca – TIR (*Cyperus rotundus* L.), trapoeraba - TRAP (*Commelina benghalensis* L.) e vassoura – VAS (*Baccharis spp.*).

Na Tabela 8 observa-se que na primeira avaliação de plantas daninhas houve efeito significativo de população sobre corda de viola e poaia. Já para o fator cultivar não houve efeito significativo sobre mastruz, capim marmelada e

erva de santa luzia. Não houve qualquer efeito de interação. Já na segunda avaliação (TABELA 9), que se deu após o controle com herbicidas, não houve efeito para o fator população nem para a interação, mas o fator cultivar só influenciou trapoeraba, capim marmelada e erva de santa luzia.

Os valores do número médio de plantas daninhas m^{-2} são apresentados nas Tabelas 23, 24 e 25. Para trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.) na (TABELA 23), observa-se que a frequência foi de pequena magnitude, configurando-se dentro da classificação rara (R). Cury et al. (2013) observaram que essa espécie teve baixa influência no conteúdo relativo total de NPK do feijoeiro, mas teve seu conteúdo relativo total de NPK muito afetado, indicando ser uma competidora pouco eficiente, interferindo pouco na eficiência de transporte, absorção e uso dos nutrientes. No trabalho de Cury et al. (2011), a espécie reduziu 39,3% da matéria seca total do feijoeiro e teve 61,3 % de sua matéria seca total reduzida, confirmando sua baixa capacidade competitiva com o feijoeiro.

Tabela 21 - Resumo da análise de variância conjunta (Fontes de variação – FV, graus de Liberdade – GL e quadrados médios – QM), dos dados relativos a número de plantas por metro quadrado das espécies, trapoeraba (TRAP), leiteiro (LEI), nabiça (NAB), vassoura (VAS), corda de viola (COV), tiririca (TIR), poaia (POA), marcela (MAR), capim colchão (CCO), capim marmelada (CMAR) e santa luzia (SLU). Primeira avaliação (21/03/2014). Lambari.

FV	GL	QM										
		TRAP	LEI	NAB	VAS	COV	TIR	POA	MAR	CCO	CMAR	SLU
População (P)	4	2,5	22,4	55,2	57,9	184,2**	25,1	31,2*	0,7	35,2	1,2	2,5
Cultivar (C)	8	10,6**	619,4**	3569,5**	942,5**	268,7**	145,3**	34,2**	2,7	127,3*	1,3	2,0
C x P	32	2,5	19,2	178,6	27,1	48,4	64,0	12,2	1,9	43,0	1,5	3,0
Bloco (Cultivar)	45	2,1	35,7	1084,2	186,2	83,6	81,0	23,2	1,8	116,3	1,5	2,2
Resíduo	180	2,8	24,9	262,9	64,9	33,5	43,2	12,1	2,11	54,2	1,5	2,2
CV (%)		1,88	5,77	22,07	10,15	6,9	8,52	3,92	1,62	8,75	1,35	1,67

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de F, * Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

Fonte: Do autor (2016).

Tabela 22 - Resumo da análise de variância conjunta (Fontes de variação – FV, graus de Liberdade – GL e quadrados médios – QM), dos dados relativos a número de plantas daninhas por metro quadrado das espécies, trapoeraba (TRAP), leiteiro (LEI), nabiça (NAB), vassoura (VAS), corda de viola (COV), tiririca (TIR), poaia (POA), marcela (MAR), capim colchão (CCO), capim marmelada (CMAR) e santa luzia (SLU). Segunda avaliação (04/04/2014). Lambari.

FV	GL	QM										
		TRAP	LEI	NAB	VAS	COV	TIR	POA	MAR	CCO	CMAR	SLU
População (P)	4	0,4	164,0	70,2	68,8	17,0	54,8	29,1	4,4	63,5	3,2	1,8
Cultivar (C)	8	0,7	6142,7**	2145,4**	1006,1**	122,3**	735,4**	183,0**	20,8**	171,6**	9,3	8,2
C x P	32	0,9	979,8	132,1	42,4	19,1	30,5	22,1	6,9	38,8	3,2	6,2
Bloco (Cultivar)	45	0,9	2255,5	499,0	159,5	54,2	60,7	114,9	14,5	71,2	7,9	10,4
Resíduo	180	0,9	8253,8	121,2	46,0	28,4	33,0	31,5	7,2	45,1	5,5	7,3
CV (%)		1,05	7,87	13,66	8,62	6,22	7,35	6,51	3,01	8,00	2,61	3,01

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de F, *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

Fonte: Do autor (2016).

No caso do leiteiro (*Euphorbia heterophylla* L.) (TABELA 10), o destaque em ambas as avaliações foi a cultivar IPR Tangará, na qual a espécie foi classificada como planta de presença ocasional. Essa situação indica um controle ineficiente dos herbicidas aplicados entre a data da primeira e segunda avaliação. Cury et al (2013) verificaram que essa espécie interferiu no conteúdo relativo total de NPK do feijoeiro (média de três cultivares), além de ser uma planta daninha muito afetada pela convivência com a cultura, tendo seu próprio conteúdo relativo total muito reduzido em relação a testemunha; além disso, foi das daninhas que menos interferiu nas eficiências de absorção, transporte e uso de N, P e K. Já no que se refere ao acúmulo de matéria seca, a convivência com *Euphorbia heterophylla* L., causou redução de 49,6% da matéria seca total do feijoeiro, mas sua própria matéria seca total foi reduzida em 76,2%, indicando ser uma daninha pouco competitiva (CURY et al., 2011).

Como o cultivo aconteceu em período de temperaturas mais baixas em Lambari, a nabiça (*Raphanus spp.*) apresentou maior frequência (TABELA 23) com as cultivares BRS Estilo e BRS 9435 Cometa, se destacando em um grupo de médias superiores, onde a daninha foi enquadrada na classificação abundante (A). A segunda avaliação denota uma redução dessa frequência, indicando que houve um controle ruim para BRS Estilo e bom para BRS 9435 Cometa. Barroso et al. (2010) verificaram que *Raphanus spp.*, comparada a outras espécies, apresentou a maior altura de planta na safra da seca, e alta produção de matéria seca; contudo, não interferiu no número de vagens por planta do feijoeiro e nem na massa de cem grãos, causando, entretanto, uma redução de aproximadamente 28,5% no rendimento de grãos.

Para a espécie vassoura (*Baccharis spp.*), os dados demonstram agrupamentos de médias semelhantes na primeira e segunda avaliações, sem alteração nas classificações por frequência das plantas daninhas (TABELA 23). Mais uma vez, percebe-se a ineficiência do controle da espécie, pois há

inclusive, um aumento na média de plantas m^{-2} nas parcelas cultivadas com a cultivar IPR Tangará que, em números absolutos, mais que dobra, mas ainda é insuficiente para alterar a classificação.

Tabela 23 - Médias de número de plantas daninhas m⁻², em função de cultivares de feijoeiro, em duas avaliações. Lambari

Primeira avaliação 21/03/2014									
Cultivar	TRAP	Escala	LEIT	Escala	NAB	Escala	VAS	Escala	
BRSMG Madrepérola	0,00 b	R	0,00 c	R	0,90 c	R	0,92 c	R	
BRS Notável	0,00 b	R	0,50 b	R	10,22 b	O	0,50 c	R	
IAC Formoso	0,00 b	R	0,00 c	R	4,92 c	O	1,24 c	R	
BRSMG Majestoso	0,00 b	R	0,00 c	R	1,45 c	R	6,06 b	O	
IAC Imperador	0,00 b	R	2,97 a	R	1,20 c	R	10,41 a	O	
BRS Estilo	0,12 a	R	0,02 c	R	31,54 a	A	9,90 a	O	
BRS 4395 Cometa	0,00 b	R	0,48 b	R	27,78 a	A	1,72 c	R	
IPR Tangará	0,00 b	R	4,31 a	O	14,31 b	F	4,95 b	O	
IAC Alvorada	0,00 b	R	0,00 c	R	3,29 c	R	1,75 c	R	
Segunda Avaliação 04/04/2014									
BRSMG Madrepérola	0,01	R	0,04 d	R	0,65 c	R	0,42 c	R	
BRS Notável	0,00	R	0,49 c	R	3,46 b	R	1,36 c	R	
IAC Formoso	0,00	R	0,00 d	R	2,45 b	R	1,49 c	R	
BRSMG Majestoso	0,00	R	0,00 d	R	0,19 c	R	4,11 b	O	
IAC Imperador	0,00	R	2,64 b	R	0,55 c	R	10,16 a	O	
BRS Estilo	0,01	R	0,01 d	R	25,67 a	F	11,10 a	O	
BRS 4395 Cometa	0,00	R	0,92 c	R	4,00 b	R	2,82 b	R	
IPR Tangará	0,00	R	6,22 a	O	1,10 c	R	8,93 a	O	
IAC Alvorada	0,01	R	0,00 d	R	0,93 c	R	1,89 c	R	

Fonte: Do autor (2016).

Na Tabela 24 nota-se que a corda de viola (*Ipomoea grandifolia* (Dammer) O'Donnell), na primeira avaliação, teve maior presença nas cultivares BRSMG Madrepérola, IAC Formoso, BRSMG Majestoso e IAC Imperador, mas em todas as cultivares sua presença não superou a classificação raro. Na segunda avaliação não houve um padrão de comportamento indicando um controle pouco eficiente, sem que houvesse aumento em qualquer uma das cultivares, de forma a alterar a classificação pela escala.

A espécie tiririca (*Cyperus rotundus* L.) foi detectada em todas as cultivares na primeira e na segunda avaliação, e classificou-se como rara e ocasional (TABELA 24). O comportamento observado na segunda avaliação indica uma baixa capacidade de controle. Trata-se de uma espécie que no trabalho conduzido por Barroso et al. (2010) teve baixa altura e baixo acúmulo de matéria seca, não interferiu no número de vagens por planta, nem na massa de cem grãos, mas propiciou aproximadamente 33,4 % de redução do rendimento de grãos em relação a testemunha.

A espécie poaia (*Richardia brasiliensis* Gomes) foi detectada em 10 das 11 cultivares na primeira avaliação, e em todas na segunda avaliação (TABELA 24). Os valores agruparam-se em dois grupos de médias na primeira avaliação e em três na segunda. Não houve uma indicação efetiva de controle com a aplicação dos herbicidas, mas os valores obtidos estiveram sempre dentro da classificação mais baixa da escala (raro).

A espécie mastruz (*Coronopus didynus* L. Sm.) foi de pequena frequência, em apenas três cultivares na primeira avaliação e apenas duas na segunda (TABELA 24).

Tabela 24 - Médias de número de plantas daninhas m⁻², em função de cultivares de feijoeiro, em duas avaliações.
Lambari

Primeira avaliação 21/03/2014								
Cultivar	COV	Escala	TIR	Escala	POA	Escala	MAR	Escala
BRSMG Madrepérola	1,75 a	R	3,36 b	R	0,30 a	R	0,00	R
BRS Notável	0,43 b	R	4,78 b	O	0,06 b	R	0,00	R
IAC Formoso	3,74 a	R	3,00 b	R	0,25 a	R	0,00	R
BRSMG Majestoso	2,17 a	R	5,65 b	O	0,02 b	R	0,01	R
IAC Imperador	2,63 a	R	4,71 b	O	0,01 b	R	0,00	R
BRS Estilo	0,50 b	R	4,33 b	O	0,12 a	R	0,03	R
BRS 4395 Cometa	0,20 b	R	7,40 a	O	0,01 b	R	0,00	R
IPR Tangará	0,50 b	R	8,24 a	O	0,00 b	R	0,01	R
IAC Alvorada	0,74 b	R	4,55 b	O	0,08 a	R	0,00	R
Segunda Avaliação 04/04/2014								
BRSMG Madrepérola	1,03 a	R	2,50 c	R	0,82 b	R	0,00 b	R
BRS Notável	0,20 b	R	4,31 b	O	0,06 c	R	0,00 b	R
IAC Formoso	1,03 a	R	2,66 c	R	2,63 a	R	0,00 b	R
BRSMG Majestoso	1,48 a	R	5,24 b	O	0,36 c	R	0,00 b	R
IAC Imperador	0,10 b	R	0,10 d	R	0,10 c	R	0,10 a	R
BRS Estilo	0,12 b	R	9,27 a	O	0,79 b	R	0,00 b	R
BRS 4395 Cometa	1,14 a	R	7,47 a	O	0,12 c	R	0,16 a	R
IPR Tangará	0,57 a	R	8,53 a	O	0,25 c	R	0,00 b	R
IAC Alvorada	0,20 b	R	3,00 c	R	0,30 c	R	0,00 b	R

Fonte: Do autor (2016).

Na Tabela 25, constata-se a presença da espécie capim colchão (*Digitaria sanguinalis* L. Scop.) em todas as cultivares tanto na primeira, quanto na segunda avaliação. Os valores observados também não demonstram grandes alterações de comportamento de uma avaliação para outra, com baixa eficiência de controle. Barroso et al. (2010) observaram que *Digitaria sanguinalis* L. Scop. apresentou elevada altura em comparação a outras espécies daninhas, mas não teve destaque na produção de matéria seca, bem como não interferiu nos componentes de produção do feijoeiro, proporcionando 25,5 % de redução no rendimento de grãos em relação a testemunha. Outro trabalho verificou que entre as plantas daninhas presentes, a *Digitaria sanguinalis* L. Scop. apresentou a maior densidade relativa, maior frequência relativa e a segunda maior dominância, comparável a dominância ocasionada ao feijoeiro por plantas de milho (BORCHARTT et al., 2011).

As espécies capim marmelada (*Brachiaria plantaginea*) e erva de santa luzia (*Chamaesyce hirta* L. Millsp.) foram detetadas, mas em pequena frequência e em poucas cultivares, o que foi uma situação boa para o cultivo do feijoeiro. O capim marmelada (*Brachiaria plantaginea*) é uma planta muito agressiva e competitiva, tem capacidade de interferir muito no conteúdo relativo total de NPK do feijoeiro e é muito pouco afetada por este, interferindo decisivamente na eficiência de absorção, transporte e uso destes nutrientes (CURY et al., 2013). Reduziu 83,4 % da matéria seca total do feijoeiro quando cultivada juntamente com esse, e teve a sua própria matéria seca total reduzida em apenas 12,8 %, confirmando ser uma planta muito agressiva e competitiva (CURY et al., 2011).

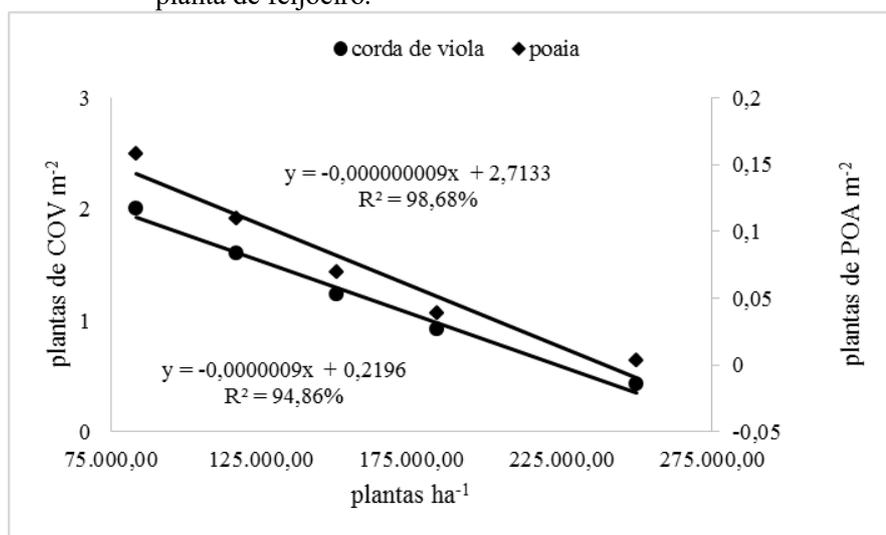
Tabela 25 - Médias de número de plantas daninhas m², em função de cultivares de feijoeiro, em duas avaliações. Lambari

Primeira avaliação 21/03/2014						
Cultivar	CCO	Escala	CMAR	Escala	SLU	Escala
BRSMG Madrepérola	1,74 a	R	0,02	R	0,01	R
BRS Notável	1,47 a	R	0,00	R	0,00	R
IAC Formoso	0,30 b	R	0,00	R	0,01	R
BRSMG Majestoso	0,49 b	R	0,01	R	0,02	R
IAC Imperador	1,11 a	R	0,00	R	0,02	R
BRS Estilo	0,91 a	R	0,00	R	0,00	R
BRS 4395 Cometa	0,36 b	R	0,00	R	0,00	R
IPR Tangará	1,34 a	R	0,00	R	0,00	R
IAC Alvorada	2,65 a	R	0,00	R	0,00	R
Segunda Avaliação 04/04/2014						
BRSMG Madrepérola	0,50 b	R	0,00	R	0,01	R
BRS Notável	2,64 a	R	0,00	R	0,00	R
IAC Formoso	1,25 a	R	0,00	R	0,02	R
BRSMG Majestoso	1,87 a	R	0,00	R	0,01	R
IAC Imperador	0,10 b	R	0,10	R	0,10	R
BRS Estilo	0,57 b	R	0,00	R	0,02	R
BRS 4395 Cometa	0,82 b	R	0,00	R	0,00	R
IPR Tangará	1,24 a	R	0,00	R	0,01	R
IAC Alvorada	2,18 a	R	0,00	R	0,00	R

Fonte: Do autor (2016).

Na Figura 22 pode-se observar os modelos ajustados para o comportamento da presença das espécies corda de viola e poaia, em função das populações de plantas de feijoeiro.

Figura 22 - Frequência de corda de viola e poaia em função de populações de planta de feijoeiro.



Fonte: Do autor (2016).

É possível perceber que o comportamento do modelo de ambas as espécies é semelhante, ainda que a magnitude de frequência, mais de dez vezes maior para corda de viola. Há um claro comportamento de redução da frequência de ambas as plantas daninhas com o aumento da população de plantas do feijoeiro.

4 CONCLUSÕES

- Maiores populações de plantas proporcionaram maior rendimento de grãos nos experimentos conduzidos em Lambari.
- Corda de Viola e Poaia tiveram a frequência reduzida com o aumento da população de plantas.
- As cultivares BRS Notável e BRSMG Madrepérola se destacaram quanto ao rendimento de grãos, nos dois locais de cultivo.

REFERÊNCIAS

ABREU, A. de F. B.; RAMALHO, M.A.P.; DOS SANTOS, J. B.; CARNEIRO, J. E. de S.; DEL PELOSO, M. J.; PAULA JÚNIOR, T. J. de; FARIA, L. C. de; MELO, L. C.; BARROS, E. G. de; MOREIRA, M. A.; PEREIRA FILHO, I. A.; MARTINS, M.; RAVA, C. A.; COSTA, J.G.C. da. BRSMG Majestoso: another common bean cultivar of carioca grain type for the state of Minas Gerais. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 7, p. 403-405, 2007.

ALCÂNTARA, J. D. P. et al. Avaliação de cultivares de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em diferentes densidades de semeadura e condições de ambiente. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 15, n. 4, p. 331-428, 1991.

ALVES, A. F.; ANDRADE, M. J. B. D.; RODRIGUES, J. R. D. M., VIEIRA, N. M. B. Densidades populacionais para cultivares alternativas de feijoeiro no norte de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 6, p. 1495-1502, 2009.

ARF, O.; SÁ, M. E.; OKITA, C. S.; TIBA, M. A.; GUERREIRO NETO, G.; OGASSAWARA, O. Efeito de diferentes espaçamentos e densidades de semeadura sobre o desenvolvimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 9, p. 629-634, 1996.

BARROSO, A. A. M.; YAMAUTI, M. S.; ALVES, P. L. C. A. Interferência entre espécies de planta daninha e duas cultivares de feijoeiro em duas épocas de semeadura. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 3, p. 609-616, 2010.

BORCHARTT, L.; JAKELAITIS, A.; DE ASSIS VALADÃO, F. C.; VENTUROSO, L. A. C.; DOS SANTOS, C. L. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 3, p. 725-734, 2011.

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

CARBONELL, S. A. M.; CHIORATO, A.F., CARVALHO, C.R.L., RAMOS JUNIOR, E.U., ITO, M.A., BORGES, W.L.B., TICELLI, M., SANTOS, N.C.B., GALLO, P.B. IAC Formoso: new carioca common bean cultivar. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 10, n. 4, p. 374-376, 2010.

CARNEIRO, J. E.; ABREU, A. F. B.; RAMALHO, M. A. P.; PAULA JUNIOR, T. J.; DEL PELOSO, M. J.; MELO, L. C.; PEREIRA, H. S.; PEREIRA FILHO, I. A.; MARTINS, M.; VIEIRA, R. F.; MARTINS, F. A. D.; COELHO, M. A. O.; CARNEIRO, P. C. S.; MOREIRA, J. A. A.; SANTOS, J. B.; FARIA, L. C.; COSTA, J. G. C.; TEIXEIRA, H. BRSMG Madrepérola: cultivar de feijão tipo Carioca com escurecimento tardio dos grãos. **Crop Breeding and Applied Biotechnology (online)**, Viçosa, v. 12, n. 4, 2012.

CARVALHO, D.A., ALCÂNTARA, E.N. Plantas Invasoras da Cultura do milho (*Zea mays* L.) no sul do estado de Minas Gerais. **Ciência e Prática**. Lavras, v. 13, n. 3, p. 322-338, 1989.

CHAGAS, J. Plantio. In: ZIMMERMANN, M. D. O. (Ed.). **Cultura do Feijoeiro**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e Fosfato, 1988. p. 303-316.

CHIORATO, A. F.; CARBONELL, S. A. M.; CARVALHO, C. R. L.; BARROS, V. L. N. P.; BORGES, W. L. B.; TICELLI, M.; GALLO, P. B.; FINOTO, E. W.; SANTOS, N. C. B. 'IAC IMPERADOR': early maturity "carioca" bean cultivar. **Crop Breed. Appl. Biotechnol.**, Viçosa, v. 12, n. 4, p. 297-300, 2012.

CURY, J.; SANTOS, J.; SILVA, E.; BRAGA, R.; CARVALHO, F.; VALADÃO SILVA, D. Eficiência nutricional de cultivares de feijão em competição com plantas daninhas. **Planta Daninha**, p. 79-88, 2013.

CURY, J. P.; SANTOS, J. B.; VALADÃO SILVA, D.; CARVALHO, F. P.; BRAGA, R. R.; BYRRO, E. C. M.; FERREIRA, E. A. Produção e partição de matéria seca de cultivares de feijão em competição com plantas daninhas. **Planta daninha**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 149-158, 2011.

DIDONET, A. D.; COSTA, J. G. C. D. População de plantas e rendimento de grãos em feijoeiro comum de ciclo precoce. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 34, n. 2, p. 105-109, 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 2006. 306 p.

FARIA L. C.; DEL PELOSO M. J.; MELO, L. C.; COSTA, J. G. C.; RAVA, C. A.; DÍAZ, J. L. C.; FARIA, J. C.; SILVA, H. T.; SARTORATO, A.; BASSINELLO, P. Z.; TROVO, J. BF BRS Cometa: a carioca common bean cultivar with erect growth habit. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 8, n. 2, p. 167-169, 2008.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 15. ed. Piracicaba: FEALQ, 2009. 451 p.

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.

HORN, F. L.; SCHUCH, L. O. B.; SILVEIRA, E. P.; ANTUNES, I. F.; VIEIRA, J. C.; MARCHIORO, G.; MEDEIROS, D. F.; SCHWENGBER, J. E. Avaliação de espaçamentos e populações de plantas de feijão visando à colheita mecanizada direta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 1, p. 41-46, 2000.

JADOSKI, S. O.; CARLESSO, R.; WOISCHICK, D.; PETRY, M.; FRIZZO, Z. População de plantas e espaçamento entre linhas do feijoeiro irrigado. II: Rendimento de grãos e componentes do rendimento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 4, p. 567-573, 2000.

JADOSKI, S. O.; PETRY, R. C. M. T.; WOISCHICK, D.; CERVO, L. População de plantas e espaçamento entre linhas do feijoeiro irrigado. I: Comportamento morfológico das plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 4, 2000.

JAUER, A.; DUTRA, L. M. C.; LUCCA FILHO, O. A.; SANTI, A. A. L.; ZABOT, L.; UHRY, D.; BONADIMAM, R.; BELLÉ, G.; LÚCIO, A. D. Comportamento da cultivar BR-IPAGRO 44-guapo brilhante de feijoeiro em quatro populações de plantas na safrinha em Santa Maria-RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 2, p. 201-206, 2003.

JAUER, A. et al. Análise de crescimento do cultivar de feijão Iraí em quatro densidades de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 10, n. 1-2, p. 23-33, 2004.

JUNIOR, A. A. B.; BACKES, R. L. Comportamento de duas cultivares de feijão em função da densidade de plantas e espaçamento entre fileiras. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 21, n. 1, p. 84-88, 2008.

LOLLATO, M. Efeito de população de plantas ea colheita mecânica na cultura do feijão. In: FANCELLI, A. L. e DOURADO-NETO, D. (Ed.). **Tecnologia da produção do feijão irrigado**. 2. ed.rev e ampl. Piracicaba: Publiuqe, 1997. p.166-174.

MACENA, A. M. F.; CANTERI, M. G.; FERREIRA JUNIOR, J. P. Espaçamento e manejo de restos culturais para o controle de *Sclerotinia sclerotiorum* em feijoeiro; Plant spacing and management of crop residues for control of *Sclerotinia sclerotiorum* in bean. **Ciênc. rural**, Santa Maria, v. 41, n. 11, p. 1871-1873, 2011.

MELO, L. C.; DEL PELOSO, M. J.; PEREIRA, H. S.; FARIA, L. C.; COSTA, J. G. C.; DÍAZ, J. L. C.; RAVA, C. A.; WENDLAND, A.; ABREU, A. F. B. BRS Estilo: common bean cultivar with Carioca grain, upright growth and high yield potential. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 10, n. 4, p. 377-379, 2010.

NAPOLEÃO, R.; CAFÉ FILHO, A. C.; LOPEZ, C. A.; NASSER, L. C. B Efeito do espaçamento e da cultivar de feijoeiro sobre a intensidade do mofo-branco ea sanidade de sementes. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 32, 2006. ISSN 0100-5405.

PEREIRA, H. S.; WENDLAND, A.; MELO, L. C.; DEL PELOSO, M. J.; FARIA, L. C.; COSTA, J. G. C.; NASCENTER, A. S.; DÍAZ, J. L. C.; CARVALHO, H. W. L.; ALMEIDA, V. M.; MELO, C. L. P.; COSTA, A. F.; POSSE, S. C. P.; SOUZA, J. F.; ABREU, A. F. B.; MAGALDI, M. C. S.; GUIMARÃES, C. M.; OLIVEIRA, J. P. BRS Notável: a medium-early-maturing, disease-resistant Carioca common bean cultivar with high yield potential. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 12, n. 3, p. 220-223, 2012.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5a aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.

RIBEIRO, N. D.; CARGNELUTTI FILHO, A.; JOST, E.; POERSCH, N.; TRENTIN, M. Alterações em caracteres agromorfológicos em função da densidade de plantas em cultivares de feijão. **Current Agricultural Science and Technology**, Pelotas, v. 10, n. 2, 2004.

SÁ JÚNIOR, A.; CARVALHO, L. G.; SILVA, F. F.; CARVALHO ALVES, M. Application of the Köppen classification for climatic zoning in the state of Minas Gerais, Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, Vienna, v. 108, n. 1-2, p. 1-7, 2012.

SANTOS, M. G. P.; DE CARVALHO, A. J.; SOUZA DA, V. A. M. S.; AMARO, H. T. R.; VIEIRA, N. M. B.; SOUZA, V. B.; SOUZA CARNEIRO, J. E. Densidades de semeadura e safras de cultivo no desempenho produtivo de cultivares de feijoeiro-comum. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 5, p. 2309-2324, 2014.

SHIMADA, M. M.; ARF, O.; SÁ, M. E. Componentes do rendimento e desenvolvimento do feijoeiro de porte ereto sob diferentes densidades populacionais. **Bragantia**, Campinas, v. 59, n. 2, p. 181-187, 2000.

SILVA, A. O.; LIMA, E. A.; MENEZES, H. E. A. Rendimento de grãos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), cultivado em diferentes densidades de plantio. **Revista das Faculdades Integradas de Bebedouro**, Bebedouro, v. 10, n. 3, p. 1-5, 2007.

SILVA, C. C.; MELO, L. C.; DEL PELOSO, M. J.; DIAZ, J. L. C.; FARIA, L. C.; COSTA, J. G. C.; PÉREIRA, H. S.; DI STÉFANO, J. G. Arranjos Espaciais de Plantas de Feijoeiro Comum de Diferentes Tipos de Crescimento. **Embrapa Arroz e Feijão. Documentos on-line**, Santo Antônio de Goiás 2008.

SOUZA, A. B.; ANDRADE, M. J. B.; MUNIZ, J. A.; REIS, R. P. Populações de plantas e níveis de adubação e calagem para o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em um solo de baixa fertilidade. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 1, p. 87-98, 2002.

SOUZA, A.; ANDRADE, M.; ALVES, V. Populações de plantas, adubação e calagem para o feijoeiro (cv. Iapar 81) em um Gleissolo de Ponta Grossa, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 3, p. 347-352, 2004a.

SOUZA, A. B.; ANDRADE, M. J. B.; ALVES, V. G.; CAMPAGNOLI, F. B. Densidades de semeadura, níveis de adubação NPK e calagem para o feijoeiro (cv. Iapar 81) em latossolo argiloso de Ponta Grossa-PR. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 25, n. 1, p. 5-12, 2004b.

SOUZA, A.; ANDRADE, M.; MUNIZ, J. Altura de planta e componentes do rendimento do feijoeiro em função de população de plantas, adubação e calagem. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 6, p. 1205-1213, 2003.

SOUZA, A. B.; ANDRADE, M. J. B.; VIEIRA, N. M. B.; ALBUQUERQUE, A. Densidades de semeadura e níveis de NPK e calagemna produção do feijoeiro sob plantio convencional, em Ponta Grossa, Paraná. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiania, v. 38, n. 1, p. 39-43, 2008.

SOUZA, A. B.; OLIVEIRA, D. P.; SILVA, C. A.; ANDRADE, M. J. B. Populações de plantas e doses de nitrogênio para o feijoeiro em sistema convencional= Plant populations and nitrogen doses for common bean at conventional system. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 4, 2014

STONE, L. F.; PEREIRA, A. L. Sucessão arroz-feijão irrigados por aspersão. Efeitos de espaçamento entre linhas, adubação e cultivar na produtividade e nutrição do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 4, p. 521-533, 1994.

VALÉRIO, C. R.; ANDRADE, M. J. B.; FERREIRA, D. F. Comportamento das cultivares de feijão Aporé, Carioca e Pérola em diferentes populações de plantas e espaçamento entre linhas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 3, p. 515-528, 1999.