



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL
DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA
DISSERTAÇÃO**

**Avaliação de cultivares de feijoeiro em sistema
orgânico de produção na Baixada Fluminense, RJ**

Rodolfo Condé Fernandes

Seropédica, RJ

2012



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

**Avaliação de cultivares de feijoeiro em sistema orgânico de produção
na Baixada Fluminense, RJ**

RODOLFO CONDÉ FERNANDES

Sob a Orientação do Professor

Adelson Paulo de Araújo

e Co-orientação do Pesquisador

José Guilherme Marinho Guerra

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Área de concentração: Agroecologia.

Seropédica, RJ

Julho de 2012

641.3565

F363a

T

Fernandes, Rodolfo Condé, 1985-

Avaliação de cultivares de feijoeiro em sistema orgânico de produção na Baixada Fluminense, RJ / Rodolfo Condé Fernandes - 2012.

39 f. : il.

Orientador: Adelson Paulo de Araújo.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia.

Bibliografia: f. 27-31.

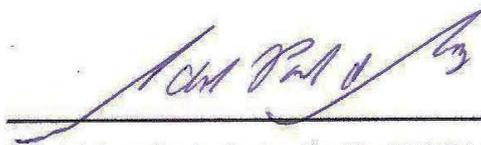
1. Feijão - Teses. 2. Feijão-comum - Cultivo - Teses. 3. Agricultura orgânica - Teses. 4. Grãos - Produção - Teses. I. Araújo, Adelson Paulo de, 1963-. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia. III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

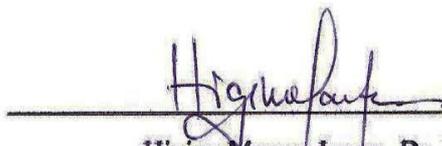
RODOLFO CONDÉ FERNANDES

Dissertação submetida ao Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, área de concentração Agroecologia, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciências, em Fitotecnia.

DISSERTAÇÃO aprovada em 25 / 07 / 2012



Adelson Paulo de Araújo, Dr. UFRRJ (Orientador)



Higino Marcos Lopes, Dr. UFRRJ



Ednaldo da Silva Araújo, Dr. Embrapa Agrobiologia

À minha mãe, Maria Vilzenir,
*pelo carinho, amor, dedicação,
compreensão, ajuda,
exemplo de vida.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida, pelo conforto nos momentos de dificuldade e por ter me proporcionado muitas alegrias.

À minha mãe, que sempre lutou para que eu pudesse alcançar meus objetivos e que sempre me apoiou nos momentos mais difíceis da minha vida.

Aos meus familiares, pelo apoio e por sempre acreditarem em minha capacidade.

A Valéria pelo apoio nas tantas horas difíceis que passamos juntos e por fazer parte da minha vida.

Ao Professor Adelson, que aceitou o desafio de me orientar, pela sua paciência e ensinamentos prestados e por sempre estar disposto a ajudar, muito obrigado.

Ao meu co-orientador, Pesquisador José Guilherme, pela orientação e apoio durante a realização deste trabalho.

À funcionária da Embrapa Agrobiologia Ivana Almeida Vieira e a todos os funcionários da Fazendinha Agroecológica pelo apoio experimental.

A todos os funcionários do Laboratório de Agricultura Orgânica da Embrapa Agrobiologia, em especial aos funcionários Rosinaldo e Sr. Eugênio, pelo auxílio na coleta do experimento.

Ao Pesquisador Leonardo Cunha Melo (Embrapa Arroz e Feijão), por ter cedido as sementes para implantação deste experimento.

Ao Pesquisador Luiz Augusto de Aguiar (Pesagro Rio) pelo apoio experimental.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Pesquisador Marco Antonio Leal (Embrapa Agrobiologia), que me orientou durante a graduação e me ajudou bastante para que eu pudesse ingressar no Mestrado.

Aos professores e funcionários do Curso de Pós Graduação em Fitotecnia, pelo apoio e ensinamentos prestados.

Aos membros da banca Professor Higino Marcos Lopes e Pesquisador Ednaldo da Silva Araújo, pelas sugestões.

Aos moradores e amigos do alojamento da Embrapa Agrobiologia, Hugo, Rafael Scoriza, Divino, Abmael, Jakson, Michele, Renata, Régis, Luciana, Luciano, Alderi, André, Guilherme, Vilene, Chalub, Dave, pelos vários momentos bons ali vividos.

A todos que contribuíram durante a implantação, condução e colheita do experimento, em especial aos amigos Cândido Barreto e Emerson Dalla (Tio) pela

amizade e ajuda constante, e aos demais Valadares, Giva, Luciana Fernandes, Rafael Sanches, Saulo, Júnior, Murilo, Fernanda, Bárbara Zoffoli, Cris e Naty, muito obrigado.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, deram sua contribuição e que de alguma forma contribuíram para elaboração deste trabalho.

Muito obrigado!!

BIOGRAFIA

Rodolfo Condé Fernandes, filho de Valmino de Oliveira Fernandes Filho e Maria Vilzenir Condé, nasceu em 17 de junho de 1985, na cidade de Tocantins – Minas Gerais. Coursou o ensino fundamental e médio na Escola Estadual Dr. João Pinto, em Tocantins-MG. Em outubro de 2005 ingressou no curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), concluindo-o em julho de 2010. Durante a graduação, foi bolsista de Iniciação Científica na Embrapa Agrobiologia, no período de maio de 2008 a julho de 2010. Em agosto de 2010 ingressou no curso de Mestrado em Fitotecnia da UFRRJ, sendo contemplado com uma bolsa da CAPES.

RESUMO

FERNANDES, Rodolfo Condé. **Avaliação de cultivares de feijoeiro em sistema orgânico de produção na Baixada Fluminense, RJ.** Seropédica-RJ, UFRRJ, 2012. 39p. (Dissertação, Mestrado em Fitotecnia).

A produção do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) em sistemas orgânicos de produção pode aumentar o retorno econômico do agricultor, mesmo em pequena área de cultivo, devido ao maior valor de mercado do produto, além da eliminação do uso de agroquímicos, o que contribui com a preservação do meio ambiente. A adoção de sistemas orgânicos para produção de feijão demanda a identificação de cultivares melhor adaptadas a este manejo. Com o objetivo de avaliar a produção de biomassa, nodulação e o rendimento de diferentes cultivares de feijoeiro em sistema orgânico de produção, foi conduzido um experimento de campo no Sistema Integrado de Produção Agroecológica do km 47, em Seropédica-RJ. Foram avaliadas 16 cultivares de feijoeiro abrangendo diferentes tipos comerciais de grãos, em delineamento em blocos ao acaso com quatro repetições, entre maio e agosto de 2011, em Planossolo. As sementes foram inoculadas com inoculante comercial com rizóbio para feijoeiro, sendo aplicados 6 Mg ha⁻¹ de esterco curtido no plantio e 1 Mg ha⁻¹ de torta de mamona em cobertura. Foram efetuadas amostragens de biomassa em dois estádios, na floração e 14 dias após, e avaliação do rendimento e componentes de produção ao final do ciclo. Foram constatadas diferenças entre as cultivares de feijoeiro na massa seca de parte aérea avaliada nos estádios de floração e início de enchimento de vagens. A nodulação das plantas de feijoeiro foi intensa, particularmente no estádio de floração. Comparando-se as médias de todas as cultivares, a acumulação de biomassa e de N na parte aérea aumentou entre as duas épocas de amostragem, mas neste mesmo período a massa e número de nódulos se reduziram, indicando um processo de senescência de nódulos nos estádios reprodutivos. O rendimento médio de grãos foi de 192 g m⁻², com variação de 153 a 258 g m⁻² entre as cultivares, com o maior rendimento da cultivar Aporé. As cultivares mais produtivas apresentaram maior número de vagens por planta e número de grãos por vagem, destacando-se as cultivares Aporé, BRS Radiante, Campeiro, BRS Pontal, Bolinha e BRS Vereda, com produtividade acima de 2000 kg ha⁻¹. As cultivares estudadas apresentaram bom desempenho sob o sistema orgânico de produção na região da Baixada Fluminense – RJ.

Palavras chave: agricultura orgânica, *Phaseolus vulgaris*, cultivares, produção de grãos.

ABSTRACT

FERNANDES, Rodolfo Condé. **Evaluation of common bean cultivars in organic system production in the Rio de Janeiro Metropolitan Lowland.** Seropédica-RJ, UFRRJ, 2012. 39p. (Dissertation, Master of Science in Fitotecny).

Production of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under organic production systems may improve the economic return of farmers, even in small cultivated areas, due to the high market value of the product, besides eliminating the use of agrochemicals which contributes to environmental preservation. The adoption of organic systems for bean production requires the identification of cultivars better adapted to this management. With the objective of assessing biomass production, nodulation and yield of different bean cultivars in organic production system, a field experiment was conducted in the Integrated Agroecological Production of 47 km, in Seropédica-RJ. Sixteen bean cultivars were evaluated, covering different grain commercial types, in randomized blocks design with four replications, between May and August 2011 in Planosol. The seeds were inoculated with rhizobium commercial inoculant for bean, and 6 Mg ha⁻¹ of cow manure was applied at planting and 1 Mg ha⁻¹ of castor seed meal was applied at cover. Biomass was sampled at two growth stages, at flowering and 14 days after, and grain yield and yield components were assessed at the end of the cycle. Differences among bean cultivars were found for shoot dry mass at stages of flowering and early pod filling. Nodulation of bean plants was intense, particularly at flowering. Comparing the averages of all cultivars, biomass and N accumulation in shoots increased between the two sampling times, but in this period nodule mass and number decreased, indicating a process of nodule senescence during reproductive stages. The average grain yield was 192 g m⁻², with a variation from 153 to 258 g m⁻² among cultivars, with the largest yield of the cultivar Aporé. The most productive cultivars showed higher number of pods per plant and number of grains per pod. The cultivars Aporé, BRS Radiante, Campeiro, BRS Pontal, Bolinha and BRS Vereda yielded more than 2000 kg ha⁻¹. The evaluated cultivars showed good performance under the organic system production in the Rio de Janeiro Metropolitan Lowland.

Key words: Organic system, *Phaseolus vulgaris*, cultivars, grain production.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Croqui do bloco 1, com a distribuição das parcelas experimentais.	12
Figura 2. Croqui da área experimental com casualização dos tratamentos.	12
Figura 3. Visão geral do primeiro experimento, aos 20 dias após emergência.	13
Figura 4. Temperaturas máxima, mínima e média, no período de condução do experimento (Estação Ecologia Agrícola, Seropédica-RJ).	14
Figura 5. Precipitação pluviométrica no período de condução do experimento (Estação Ecologia Agrícola, Seropédica-RJ).	14
Figura 6. Umidade relativa no período de condução do experimento (Estação Ecologia Agrícola, Seropédica-RJ).	15
Figura 7. Esquema das parcelas experimentais, indicando os locais de amostragem de biomassa na floração (F) e 14 dias após a floração (14 DAF), assim como as áreas nas linhas centrais para avaliação do rendimento de grãos e componentes de produção (1 m ²) e para a avaliação do rendimento de grãos (2 m ²).	16
Figura 8. Massa de parte aérea de 16 cultivares de feijoeiro, nos estádios de floração e início de enchimento de vagens (14 dias após a floração), no sistema orgânico de produção da Fazendinha Agroecológica do km 47, em Seropédica – RJ; os nomes dos genótipos são apresentados na Tabela 4. As barras verticais representam a diferença mínima significativa entre cultivares pelo teste de Duncan a 5%.	18
Figura 9. Massa de nódulos de 16 cultivares de feijoeiro, nos estádios de floração e início de enchimento de vagens (14 dias após a floração), no sistema orgânico de produção da Fazendinha Agroecológica do km 47, em Seropédica – RJ; os nomes dos genótipos são apresentados na Tabela 4. As barras verticais representam a diferença mínima significativa entre cultivares pelo teste de Duncan a 5%.	19
Figura 10. Produtividade de 16 cultivares de feijoeiro no sistema orgânico de produção da Fazendinha Agroecológica do km 47, em Seropédica – RJ; os nomes de cada cultivar são apresentados na Tabela 4, conforme a ordem de floração.	22
Figura 11. Conteúdo de nitrogênio na parte aérea de 16 cultivares de feijoeiro, nos estádios de floração e início de enchimento de vagens (14 dias após a floração), no sistema orgânico de produção da Fazendinha Agroecológica do km 47, em Seropédica – RJ; os nomes dos genótipos são apresentados na Tabela 4. As barras verticais representam a diferença mínima significativa entre cultivares pelo teste de Duncan a 5%.	24
Figura 12. Teor e conteúdo de nitrogênio dos grãos de 16 cultivares de feijoeiro, no sistema orgânico de produção da Fazendinha Agroecológica do km 47, em Seropédica – RJ; os nomes dos genótipos são apresentados na Tabela 4. As barras verticais representam a diferença mínima significativa entre cultivares pelo teste de Duncan a 5%.	25

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Análise de solo coletado na área do experimento.....	10
Tabela 2. Características principais das cultivares avaliadas; as datas de floração e o ciclo foram registradas no próprio experimento.....	11
Tabela 3. Ordem de floração das cultivares de feijoeiro avaliado no sistema orgânico de produção da Fazendinha Agroecológica do km 47, em Seropédica – RJ.....	17
Tabela 4. Valores médios, mínimos e máximos de caracteres associados à produção de biomassa e nodulação, de 16 cultivares de feijoeiro, nos estádios de floração e início de enchimento de vagens (15 dias após a floração), no sistema orgânico de produção da Fazendinha Agroecológica do km 47, em Seropédica – RJ.	19
Tabela 5. Produção de grãos e componentes de produção de 16 cultivares de feijoeiro avaliados em sistema orgânico de produção na Fazendinha Agroecológica do km 47, em Seropédica – RJ; os genótipos estão ordenados pela data de floração.	21
Tabela 6. Correlações simples entre variáveis associadas à produção de grãos e componentes de produção de 16 cultivares de feijoeiro avaliadas em sistema orgânico de produção.....	22
Tabela 7. Valores diários de temperatura média; umidade relativa máxima, mínima e média e precipitação pluviométrica no período de condução do experimento (Estação Ecologia Agrícola, Seropédica-RJ).	32
Tabela 8. Valores de quadrado médio da análise de variância dos dados de caracteres associados à produção de biomassa e nodulação, no estágio de floração.	34
Tabela 9. Valores de quadrado médio da análise de variância dos dados referentes ao teor e conteúdo de N na parte aérea, no estágio de floração de cada cultivar.	34
Tabela 10. Valores de caracteres associados à produção de biomassa e nodulação, de 16 cultivares de feijoeiro.	35
Tabela 11. Valores referentes ao teor e conteúdo de N das 16 cultivares de feijoeiro, nos estádios de floração.	35
Tabela 12. Valores de quadrado médio da análise de variância dos dados de caracteres associados à produção de biomassa e nodulação.	36
Tabela 13. Resumo da análise de variância dos dados referentes ao teor e conteúdo de N na parte aérea (valores de quadrado médio), nos estádios de enchimento de vagens (14 dias após a floração).	36
Tabela 14. Valores de caracteres associados à produção de biomassa e nodulação, de 16 cultivares de feijoeiro, nos estádios de enchimento de vagens (14 dias após a floração).	36
Tabela 15. Valores referentes ao teor e conteúdo de nitrogênio das 16 cultivares de feijoeiro, nos estádios de enchimento das vagens (14 dias após a floração).	37
Tabela 16. Valores de quadrado médio da análise de variância dos dados de caracteres associados à produção de grãos e componentes de produção, no estágio de maturação de grãos.	37
Tabela 17. Resumo da análise de variância dos dados referentes a massa de caule, massa de vagem, índice de colheita e descarte (valores de quadrado médio), coletados nos estádio de maturação de grãos de cada cultivar.	37
Tabela 18. Resumo da análise de variância dos dados referentes ao teor e conteúdo de nitrogênio, no caule, vagem e grão (valores de quadrado médio), coletados nos estádio de maturação de grãos de cada cultivar.	38
Tabela 19. Resumo da análise de variância dos dados referentes ao conteúdo de nitrogênio no grão e índice de colheita.....	38

Tabela 20. Caracteres associados aos componentes de produção, índice de colheita e descarte das 16 cultivares de feijoeiro.....	38
Tabela 21. Teor e conteúdo de nitrogênio no grão e na palhada, das 16 cultivares de feijoeiro.....	39

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1. A importância da cultura do feijão.....	2
2.2. Agricultura orgânica.....	3
2.3. Produção de feijão orgânico	4
2.4. A importância da fixação biológica de nitrogênio em feijoeiro	6
2.5. Cultivares.....	7
2.6. Cultivares estudadas	8
3. OBJETIVOS.....	10
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	10
3.1. Caracterização da área experimental.....	10
3.2. Delineamento experimental	11
3.3. Condução do experimento.....	13
3.4. Determinações	15
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4.1. Produção de biomassa e nodulação	17
4.2. Produção de grãos.....	20
4.3. Acumulação de nitrogênio	23
6. CONCLUSÕES	26
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
8. ANEXOS	32

1. INTRODUÇÃO

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é cultivado durante todo o ano no Brasil, numa grande diversidade de ecossistemas e níveis tecnológicos de produção, e nos mais variados arranjos de plantas inter e intra-específicos. O plantio de feijão no Brasil distribui-se em três períodos, proporcionando constante oferta do produto: a primeira safra ou safra das “águas” (35% da produção), em que o cultivo dá-se entre os meses de novembro e fevereiro e concentra-se nos estados da Região Sul; a segunda safra ou da “seca” (45% da produção), que abrange todos os estados brasileiros, cultivada entre os meses de março a junho; e a terceira safra, ou de “inverno” (20% da produção), com irrigação, concentrada nas regiões Centro Oeste e Sudeste, sendo o cultivo realizado de maio até setembro (CONAB, 2011).

O cultivo do feijoeiro comum em sistema orgânico tem potencial de aumentar o retorno econômico do agricultor, mesmo em pequena área de cultivo, devido ao alto valor agregado do produto obtido. Além disto, os sistemas orgânicos podem reduzir os riscos e custos de produção, com eliminação do uso de agroquímicos, o que contribui com a preservação do meio ambiente. A adoção de sistemas orgânicos para produção de feijão demanda a identificação de cultivares melhor adaptadas a este manejo, na busca de tecnologias para facilitar o cultivo através de variedades mais específicas a este tipo de cultivo.

O desenvolvimento de novas cultivares de feijoeiro comum, com maior potencial produtivo e maior resistência a pragas e doenças, é fundamental para propiciar aumentos de rendimento nos diferentes sistemas e regiões de produção. Dentre as estratégias dos programas de melhoramento de feijoeiro comum, insere-se o desenvolvimento de novas cultivares que ampliem a oferta de tipos variados de grãos, com cores, formatos e tamanhos diferentes dos tradicionalmente consumidos, os chamados grãos do tipo especial (ZIMMERMANN et al., 1996), cujo desempenho em sistema orgânico também deve ser avaliado.

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a produção de biomassa, nodulação e o rendimento de diferentes cultivares de feijoeiro comum em sistema orgânico de produção, na Fazendinha Agroecológica do km 47, em Seropédica - RJ.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A importância da cultura do feijão

O feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) teve seu centro de origem no Novo Mundo, e atualmente pode ser encontrado em todos continentes, sendo explorado por vários povos com diferentes hábitos alimentares e em diferentes sistemas de produção. *Phaseolus vulgaris* é a espécie mais cultivada dentre as quatro espécies do gênero, com grande distribuição e utilização (ZIMMERMANN & TEIXEIRA, 1996). As outras espécies são *P. coccineus*, adaptado às áreas úmidas, *P. acutifolius*, às áreas quentes e secas e *P. lunatus*, ao trópico úmido (ZIMMERMANN & TEIXEIRA, 1996).

O feijão-comum é um dos mais importantes constituintes da dieta da população brasileira, pois constitui uma excelente fonte de proteínas, além de possuir bom conteúdo de carboidratos e ser rico em ferro (VIEIRA et al., 2008). Os grãos de feijão, em relação aos nutrientes minerais, apresentam elevados teores de potássio, fósforo, ferro, cálcio, zinco e magnésio, além de apresentar conteúdo elevado de proteína (entre 22% e 26%), sendo que as principais frações solúveis (globulinas e albuminas) representam em torno de 75% do total (BARAMPAMA & SIMARD, 1993).

O Brasil é o maior produtor mundial de feijão-comum e também o maior consumidor dessa leguminosa. Além do feijão-comum, cultiva-se no Brasil também o caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), conhecido como feijão de corda, feijão-macassar ou feijão-fradinho. Por questões climáticas, ou seja, alta temperatura e alta umidade ou alta temperatura e semi-aridez, o caupi é mais encontrado no Norte e Nordeste, regiões menos favoráveis ao feijão-comum (VIEIRA et al., 2008).

Dependendo da região, o cultivo do feijão comum pode ser realizado em três épocas do ano. A primeira época, conhecida como “safra das águas”, ocorre de novembro a fevereiro, concentrada nos Estados da Região Sul; a segunda safra, ou da “seca”, abrange todos Estados brasileiros e seu cultivo ocorre de março a junho; a terceira safra, ou de “inverno”, concentra-se na região de clima tropical do país como as Regiões Sudeste e Centro-Oeste, cultivada de maio até setembro, dependendo do estado. Com isso, em todo país sempre ocorre produção de feijão, contribuindo para a regularidade do abastecimento (YOKOYAMA et al., 1996).

O cultivo do feijoeiro abrange todo o território nacional, no sistema solteiro ou consorciado com outras culturas. É reconhecida como cultura de subsistência em pequenas propriedades. Entretanto, nos últimos 20 anos, houve crescente interesse de produtores em adotar tecnologias avançadas, incluindo a irrigação e a colheita mecanizada (EMBRAPA, 2012). O sistema de comercialização é diverso, com predomínio de pequenos grupos de atacadistas que concentram a distribuição da produção, gerando, muitas vezes, especulações quando ocorrem problemas na produção (YOKOYAMA, 2003). A falta de informação e conhecimento para a comercialização do produto é um dos pontos de estrangulamento da cadeia produtiva desta cultura (YOKOYAMA, 2003), mas com a era da informatização, os produtores têm maior facilidade de acesso às informações de mercado, criando maiores possibilidades de comercialização do produto.

O feijão, na sua maioria ainda é produzido por pequenos agricultores, com poucos recursos tecnológicos e que, frequentemente, consorciam essa leguminosa com outras culturas, sobretudo o milho. Esses agricultores geralmente adubam mal e não controlam pragas e doenças. A escassez ou má distribuição de chuvas são fatores que contribuem para um baixo rendimento médio da cultura, pois a irrigação não é prática comum entre esses produtores (VIEIRA et al., 2008).

Na safra 2010/2011, a área colhida foi de 4,01 milhões de hectares, a produção foi 3,79 milhões de toneladas com uma produtividade média de 945 kg ha⁻¹ (CONAB, 2011). Esta produtividade média é considerada baixa; entretanto, em estados como São Paulo, Paraná e Goiás, essa média é superior a 1.500 kg ha⁻¹ (CONAB, 2011), e os agricultores brasileiros que utilizam alta tecnologia já ultrapassam a marca de 3.000 kg ha⁻¹ (VIEIRA et al., 2008). No Estado do Rio de Janeiro, a produção na safra 2010/2011 foi de 4,0 mil toneladas em uma área de 4,1 mil ha, com produtividade média de 972 kg ha⁻¹ (CONAB, 2011).

2.2. Agricultura orgânica

O processo de mudança do manejo convencional para o sistema orgânico de produção tem sido chamado de conversão. A agricultura orgânica apresenta como uma forte tendência em diversos países, inclusive no Brasil, sendo a agricultura familiar responsável por grande parte da produção (ARRUDA et al., 2008).

No Brasil, a partir da década de 1970, técnicos, produtores e consumidores desenvolveram práticas seguindo o princípio da agricultura orgânica. Em 1994, iniciou-se uma discussão sobre a regulamentação da agricultura orgânica no país. Em maio de 1999, entrou em vigor o primeiro regulamento da produção orgânica no país, a Instrução Normativa nº 7/99 do Ministério da Agricultura e Abastecimento, com o objetivo de estabelecer as normas de produção, tipificação, processamento, envase, distribuição, identificação e certificação de qualidade para produtos orgânicos de origem animal e vegetal (BRASIL, 1999). Em dezembro de 2003, foi publicada a Lei 10.831, que estabeleceu as condições necessárias para a produção e comercialização de produtos da agricultura orgânica, e em dezembro de 2007, foi publicado o Decreto 6.323, regulamentando a atividade.

De acordo com a Instrução Normativa nº 007, de 17 de maio de 1999 (BRASIL, 1999), “considera-se sistema orgânico de produção agropecuária e industrial, todo aquele em que se adotam tecnologias que otimizem o uso de recursos naturais e socioeconômicos, respeitando a integridade cultural e tendo por objetivo a auto-sustentação no tempo e no espaço, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energias não renováveis e a eliminação do emprego de agrotóxicos e outros insumos artificiais tóxicos, organismos geneticamente modificados - OGM/transgênicos ou radiações ionizantes em qualquer fase do processo de produção, armazenamento e de consumo, e entre os mesmos, privilegiando a preservação da saúde ambiental e humana, assegurando a transparência em todos os estágios da produção e da transformação, visando:

- a) a oferta de produtos saudáveis e de elevado valor nutricional, isentos de qualquer tipo de contaminantes que ponham em risco a saúde do consumidor, do agricultor e do meio ambiente;
- b) a preservação e a ampliação da biodiversidade dos ecossistemas, natural ou transformado, em que se insere o sistema produtivo;
- c) a conservação das condições físicas, químicas e biológicas do solo, da água e do ar;
- d) o fomento da integração efetiva entre agricultor e consumidor final de produtos orgânicos, e o incentivo à regionalização da produção desses produtos orgânicos para os mercados locais.”

Segundo a norma federal (Lei Nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003), “considera-se produto orgânico aquele obtido em sistema orgânico de produção agropecuário ou oriundo de processo extrativista sustentável e não prejudicial ao ecossistema local”.

O processo de certificação dos produtos orgânicos envolve a fiscalização e inspeção das propriedades agrícolas e dos processos de produção, que objetiva verificar se o produto está sendo cultivado e/ou processado de acordo com as normas de produção orgânica ou biodinâmica. A certificação exige desde a desintoxicação do solo até o envolvimento com projetos sociais e de preservação do meio ambiente, assegurando ao produtor um diferencial de mercado para os seus produtos e, ao consumidor, a proveniência do produto, isenção de contaminação química e as boas práticas agrícolas (INSTITUTO BIODINÂMICO, 2012).

A legislação brasileira prevê três diferentes maneiras de garantir a qualidade orgânica dos seus produtos: a Certificação, os Sistemas Participativos de Garantia e o Controle Social para a Venda Direta sem Certificação. Os chamados Sistemas Participativos de Garantia, junto com a Certificação, compõem o Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade Orgânica – SisOrg. Para o seu bom funcionamento, os Sistemas Participativos de Garantia caracterizam-se pelo controle social e pela responsabilidade solidária, o que possibilita a geração da credibilidade adequada a diferentes realidades sociais, culturais, políticas, institucionais, organizacionais e econômicas (BRASIL, 2008). Para a venda direta sem certificação, os agricultores precisam estar associados a uma Organização de Controle Social – OCS, essa deverá ser ativa e possuir seu próprio controle, garantir que os produtores assegurem o direito de visita pelos consumidores, assim como pelo órgão fiscalizador, às suas unidades de produção (BRASIL, 2008). A agricultura orgânica em áreas já certificadas é formada principalmente por pequenas e médias propriedades, sendo que em grande maioria essas áreas caracterizam-se pelo cultivo de hortaliças, sendo pouca a utilização de culturas diversas em uma mesma unidade produtiva.

A confiança dos consumidores na autenticidade do produto orgânico é o que estimula o crescimento do mercado de produtos orgânicos. Assim como os produtores orgânicos, que arcam com os custos de produção mais elevados, os consumidores desejam estar protegidos contra os falsos produtos orgânicos (FELICÔNIO, 2002).

A procura por produtos orgânicos tem aumentado tanto no mercado interno quanto no mercado externo. A produção de alimentos orgânicos já é registrada em mais de 150 países, sendo observada uma rápida expansão, principalmente na Europa, EUA, Japão, Austrália e América do Sul (MELÃO, 2010). Esta expansão está associada ao aumento de custos, problemas ambientais, e contaminação de alimentos causados pela agricultura convencional, além da crescente exigência dos consumidores por produtos livres de substâncias químicas e/ou geneticamente modificadas.

De acordo com o Censo Agropecuário (IBGE, 2006), os quatro principais Estados em número de estabelecimentos que fazem uso da agricultura orgânica no Brasil são a Bahia (15.194), Minas Gerais (12.910), Rio Grande do Sul (8.532) e Paraná (7.527).

2.3. Produção de feijão orgânico

O cultivo do feijão orgânico começa a ganhar destaque quanto aos aspectos de área, produção, rendimento, tecnologia e informação. Esse sistema de cultivo constitui uma boa alternativa econômica para os pequenos produtores, pois em pouca área pode-se obter uma boa produção, além de ser uma cultura com bom valor agregado, preço diferenciado e possuir uma alta demanda. Segundo Araújo (2009), a procura por manejos sustentáveis de produção gera uma grande demanda em pesquisas em agroecologia, mas são poucos os trabalhos científicos de adaptação de cultivares para o

sistema orgânico, em sua maioria com a cultura da soja, conduzidos na região Sul do país.

É pequena a área de feijão sob o cultivo orgânico de produção, em comparação ao sistema de cultivo convencional, porém a cada ano esse sistema vem crescendo, sendo que o preço pago ao produtor é aproximadamente 30 a 40% superior ao do feijão convencional (ARAÚJO, 2009). Os pequenos agricultores vêem no feijão orgânico uma ótima alternativa para reduzir custos, ampliar lucros e ficar cada vez mais distantes dos perigosos agrotóxicos, que constituem risco para a saúde e para o meio ambiente. A tendência é de aumento desse tipo de cultivo em todo o mundo, pois há uma conscientização cada vez maior de consumidores e agricultores com aspectos relacionados à saúde e a questões ambientais. Uma estratégia para se conseguir boa produtividade, é o uso de variedades adaptadas à região.

O feijoeiro, por ser uma planta de ciclo curto, pode ser cultivado de duas a três vezes no mesmo ano agrícola, mas isso faz com exista variação estacional de pragas e doenças, ocasionando prejuízos em diferentes épocas do ano. Os danos causados pelas pragas e doenças podem ser observados desde a semeadura até quando os grãos estão secos nas vagens ou mesmo armazenados. Um dos principais fatores responsáveis pela baixa produtividade é a ocorrência de doenças que limitam a produção de feijão e reduzem a qualidade fisiológica, sanitária, nutricional e comercial do produto. A incidência, a intensidade dessas doenças e os prejuízos causados variam de acordo com a região, a época de plantio, o sistema de plantio, a variedade, a qualidade sanitária da semente e as condições climáticas. O conhecimento das doenças, dos danos que causam e da época e condições favoráveis à sua ocorrência são fundamentais para que medidas de controle sejam adotadas (ROSOLEM & MARUBAYASHI, 1994). O controle é feito de forma preventiva, contrariamente à agricultura convencional em que quase sempre este se dá de modo curativo. Caso a praga ou doença se manifeste após o plantio, na agricultura orgânica existe a possibilidade de se fazer uso de defensivos naturais ou de controle biológico.

Os defensivos naturais, além de serem mais baratos e de fácil produção, não contaminam o meio ambiente, não deixam resíduos, são rapidamente degradáveis, não causam prejuízos a saúde do agricultor e nem às pessoas que consomem os alimentos cultivados. Os extratos de plantas têm sido utilizados na produção de defensivos naturais. O óleo de Nim (*Azadirachta indica* A. Juss), por exemplo, é um inseticida natural muito utilizado. O nim é uma árvore pertencente à família Meliaceae, é conhecida há mais de 2000 anos na Índia e em países da Ásia Meridional por suas propriedades medicinais (MARTINEZ, 1999). Uma das principais moléculas encontradas no óleo de Nim é a azadiractina, que atua sobre os insetos causando principalmente repelência, inibição da alimentação, baixo desenvolvimento das larvas e atraso no seu crescimento, redução da fecundidade e fertilidade dos adultos, alteração no comportamento, diversas anomalias nas células, e mortalidade de ovos, larvas e adultos (MARTINEZ, 1999). O plantio do nim está crescendo no Brasil, com o objetivo de exploração da madeira e também para a produção de folhas e frutos, de onde se retira a matéria prima para produtos inseticidas, para uso medicinal, veterinário ou na indústria de cosméticos, com grande potencial de utilização no Manejo Integrado de Pragas e no Desenvolvimento Regional Sustentável (LIMA & CHAABAN, 2005).

O controle biológico visa à regulação de indivíduos de uma população através da ação de outra com hábitos antagônicos. Embora a atuação tenha importância no equilíbrio do ecossistema, sua utilização no biocontrole deverá ser bem planejada para que haja uma boa eficiência quanto ao controle dos inimigos naturais (SENAI, 2004). Como por exemplo, o fungo antagonista *Trichoderma harzianum* é um produto natural

utilizado para evitar o dano do mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) e de *Rhizoctonia solani*. Para o sistema orgânico de produção, o manejo de pragas e doenças começa com a escolha correta de variedades e com uma adubação equilibrada, para cada região de destino.

O feijoeiro é uma planta exigente em nutrientes, por apresentar um sistema radicular limitado, ou seja, pequeno e pouco profundo, além de possuir um ciclo curto de 90 a 100 dias (ROSOLEM & MARUBAYASHI, 1994). Para obter boas produções, a planta requer quantidades altas principalmente de nitrogênio e potássio e menores quantidades de fósforo, cálcio, magnésio e enxofre. Esses nutrientes são obtidos do solo e dos fertilizantes aplicados, com exceção do nitrogênio que, além dessas duas fontes, pode ser obtido através da fixação biológica pela simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium* (VENTURINI et al., 2003). Para se atingir boas produtividades, é necessário conhecer a fenologia da planta e conseqüentemente os nutrientes devem ser fornecidos nos estádios de maior demanda pela planta (SILVA & SILVEIRA, 2000). A fase de maior demanda nutricional é o início da fase reprodutiva, quando inicia-se a alocação dos nutrientes para a formação das vagens (OLIVEIRA et al., 1996).

Os adubos orgânicos utilizados são de origem animal ou vegetal, sendo alguns considerados resíduos ou dejetos. Sua utilização nos solos favorece uma melhoria das características químicas, físicas e biológicas, além do fornecimento de nutrientes às plantas, aumentando a fertilidade do solo e o estabelecimento adequado da microbiota (SOUZA et al., 2005). As principais fontes de nutrientes permitidas são: esterco, composto, vermicomposto, húmus, pó de rocha, farinha de chifre, farinha de carne, farinha de conchas, farinha de sangue, farinha de peixe, torta de mamona, farinha de ossos, fosfatos reativos, fosfatos naturais, termofosfatos, sulfato de potássio, sulfato de magnésio, cinzas, calcário, gesso, entre outros (SOUZA & ALCÂNTARA, 2008).

2.4. A importância da fixação biológica de nitrogênio em feijoeiro

O feijoeiro pode obter o N através do processo da fixação biológica de N₂ atmosférico (FBN), além das fontes comuns do solo, através dos adubos nitrogenados e da decomposição de matéria orgânica. A FBN consiste na transformação biológica do N₂ atmosférico em amônia (NH₃), sendo realizada principalmente por bactérias diazotróficas, de vida livre ou em associação com plantas. Nessa associação entre as plantas leguminosas e bactérias do gênero *Rhizobium*, forma-se uma estrutura especializada (nódulo) nas raízes, sendo a planta e a bactéria mutuamente favorecidas. Entretanto, as respostas do feijoeiro à inoculação com bactérias do grupo dos rizóbios em condições de campo têm se mostrado variáveis, o que tem dificultado a substituição da adubação mineral pela simbiose (HUNGRIA et al., 2003). Essa variação está relacionada à alta susceptibilidade da planta aos diferentes tipos de estresses ambientais, ao ciclo curto da cultura, à competição entre as estirpes nativas do solo, deficiência de molibdênio, alta disponibilidade de nitrogênio, dentre outros (MERCANTE et al., 1992). Sob condições de alta disponibilidade de nitrogênio as plantas não nodulam ou param a fixação se já estão noduladas.

O uso da adubação orgânica associada à inoculação das sementes com bactérias fixadoras de nitrogênio pode favorecer o aumento da produtividade do feijoeiro, além de reduzir o uso de fertilizantes industrializados (VENTURINI et al., 2003). Ferreira et al. (2000) constataram que a inoculação de sementes de cultivares de feijoeiro nodulantes com estirpes eficientes de rizóbios, ou o cultivo do feijoeiro em solos com população nativa eficiente, pode possibilitar a não utilização de adubação com nitrogênio em cobertura, não afetando a produtividade, que no seu trabalho ficou em

torno de 2000 kg ha⁻¹. Um dos grandes desafios para a cultura do feijão é o desenvolvimento de um manejo adequado da simbiose, visando aumentar a eficiência da FBN.

2.5. Cultivares

A utilização de cultivares resistentes à maior parte das doenças favorece a uma melhor adaptação ao sistema orgânico de produção, no entanto a escolha correta da cultivar aliada ao uso correto das várias práticas de manejo são de fundamental importância para obtenção de uma boa produtividade (ZIMERMANN et al., 1996; RAMALHO & ABREU, 2006).

Na escolha da cultivar, deve ser levada em consideração as características da região e do mercado. O feijão do tipo carioca, até a década de 1970, possuía um mercado muito restrito no país, mas atualmente é o tipo mais cultivado e consumido no Brasil (BULISANI, 2008). Os programas de melhoramento obtiveram, nos últimos anos, inúmeras cultivares com esse tipo de grão, tendo a maioria apresentado vantagens em termos de produtividade e resistência a doenças, em relação à cultivar Carioca original. No entanto, em alguns casos a aceitação foi pequena, devido à cor e ao tamanho do grão não apresentar padrão comercial desejável (VIEIRA et al., 2008).

A obtenção de novas cultivares que substituam com vantagem as já existentes é um desafio crescente para os melhoristas. Isso porque as exigências são cada vez maiores com relação à resistência às diferentes raças de patógenos, a plantas mais eretas, a grãos com tamanho, cor e formato dentro de determinados padrões comerciais, com boas propriedades culinárias, além de estabilidade associada à alta produtividade de grãos (VIEIRA et al., 2008). O melhoramento visa plantas com arquitetura ereta, ciclo precoce, resistência a pragas e doenças, eficiência na fixação de nitrogênio, tolerância a seca e elevado potencial produtivo (ZIMERMANN et al., 1996; RAMALHO & ABREU, 2006).

A preferência do consumidor quanto ao tipo de feijão é uma característica de região e relacionada principalmente à cor e ao tipo de grão. Os feijões do tipo de grão carioca têm a maior preferência pela população consumidora, e atualmente representam cerca de 70% do mercado, sendo o tipo preto o segundo mais preferido (EMBRAPA, 2012). Eventualmente cresce a demanda por novos tipos de grãos, cujo cultivo pode ser uma ótima opção para os agricultores (CARBONELL et al., 1999).

A utilização de diferentes tipos de grãos de feijoeiro comum em sistema orgânico tem potencial de aumentar o retorno econômico do agricultor, mesmo em pequena área de cultivo, devido ao alto valor agregado do produto obtido, gerando um preço diferenciado, procura maior que a oferta e que é uma excelente opção para a rotação de culturas, proporcionando rápido retorno do capital investido (CARVALHO & WANDERLEY, 2007). Entre as grandes culturas, o feijoeiro é a que exhibe o mais alto nível de variabilidade para cor, tamanho e forma do grão (ZIMERMANN et al., 1996). No Brasil predominam as cultivares que possuem grãos pequenos, embora possam também ser encontrados, em algumas regiões, tipo de grão de tamanho médio e grande, como os feijões jalo e mulatinho, e também o branco.

Os chamados grãos do tipo especial são aqueles que possuem peso de 100 sementes superior a 30 g, e apresentam maior diversidade de cores e formatos, e seus tamanhos são praticamente o dobro do feijão carioca, cujo peso de 100 sementes é de 22 g (BARROS, 2012). Trata-se de grãos distintos daqueles geralmente consumidos pelo brasileiro. O cultivo desses feijões vem crescendo como fonte alternativa para colocar no mercado interno um produto diferenciado e de maior valor agregado e, em longo

prazo, seria possível pensar em sua exportação, uma vez que, no mercado internacional, a comercialização de feijões de grãos graúdos tem boa participação (GONÇALVES, 2008).

2.6. Cultivares estudadas

Aporé

A cultivar Aporé possui grão do tipo carioca, cor bege com rajas marrons e halo amarelo; hábito de crescimento do tipo III (prostrado indeterminado), ciclo normal (90 dias, em média) (RIBEIRO et al., 2011). Apresenta resistência a mancha angular, antracnose e ferrugem; é suscetível ao mosaico dourado e possui reação intermediária à cretamento bacteriano comum, murcha de fusarium, mosaico comum. Seu potencial produtivo é de 4.000 kg ha⁻¹ e tem massa de 100 grãos de 29 g (EMATER, 2012).

Bolinha

Possui tipo de grão amarelo, hábito de crescimento do tipo I (ereto determinado), ciclo semi-precoce (83 dias, em média). Possui massa de 100 grãos de aproximadamente 35 g.

Campeiro

Possui tipo de grão preto, porte ereto, ciclo semi-precoce (80 a 85 dias, em média), massa de 100 grãos com 25 gramas aproximadamente, possui reação intermediária à antracnose, ferrugem e fusarium, é resistente ao mosaico comum e suscetível ao cretamento bacteriano, mancha angular e mosaico dourado (EMBRAPA, 2012). Em unidades demonstrativas conduzidas no Paraná na safra 2005/2006, apresentou média de produtividade superior a 3.000 kg ha⁻¹ (NASCENTE et al., 2006).

Constanza

Possui o tipo de grão vermelho, grande, a planta apresenta hábito de crescimento do tipo I (ereto determinado), possui ciclo normal (90 dias, em média).

Estilo

Possui grão do tipo carioca, ciclo normal (85 dias, em média), potencial produtivo de 4.000 kg ha⁻¹ e tem massa de 100 grãos de 26 g. Possui arquitetura ereta, é resistente ao mosaico comum e suscetível ao cretamento bacteriano, mancha angular, mosaico dourado e fusarium, possui reação intermediária a antracnose e ferrugem (EMBRAPA, 2012).

Jalo Precoce

Possui tipo de grão jalo, com porte planta é semi-ereto, possui hábito de crescimento do tipo II (ereto indeterminado), apresenta ciclo precoce (83 dias, em média), potencial produtivo de 2745 kg ha⁻¹ e massa de 100 grãos de 35 g. É suscetível a antracnose, mancha angular, mosaico comum e mosaico dourado, possui reação intermediária ao cretamento bacteriano, ferrugem e fusarium (EMBRAPA, 2012).

Kaboon

Possui tipo de grão branco, a planta possui hábito de crescimento tipo I (ereto determinado), possui ciclo semi-precoce, e massa de 100 grãos de 48 g.

Manteigão

Possui tipo de grão manteiga, a planta apresenta hábito de crescimento tipo II (ereto indeterminado), ciclo semi-precoce (84 dias, em média). Possui massa de 100 grãos de 46 g.

BRS Marfim

Possui tipo de grão mulatinho, arquitetura da planta semi-ereta, ciclo semi-precoce (75 a 85 dias, em média), potencial de produção de aproximadamente 3851 kg ha⁻¹ e massa de 100 grãos de 29 g. Apresenta resistência a mosaico comum e susceptibilidade ao crestamento bacteriano e mosaico dourado, possui reação intermediária a antracnose, ferrugem, mancha angular e fusarium (EMBRAPA, 2012).

Ouro Negro

Cultivar do grupo preto, a planta apresenta hábito de crescimento tipo III (prostrado indeterminado), possui ciclo normal (90 dias, em média), massa de 100 grãos de 26 g. Apresenta resistência a ferrugem e antracnose, tolerante ao frio, apresenta susceptibilidade à mosaico comum e ao crestamento bacteriano e possui reação intermediária à mancha angular (EPAMIG, 2012).

BRS Pitanga

Possui grão do tipo roxo, apresenta porte semi-ereto, ciclo semi-precoce (83 dias, em média), potencial produtivo de 3542 kg ha⁻¹, massa de 100 grãos cerca de 20 g. Apresenta resistência ao mosaico comum, susceptibilidade ao crestamento bacteriano e mosaico dourado, possui reação intermediária a antracnose, ferrugem, mancha angular e fusarium (EMBRAPA, 2012).

BRS Pontal

Apresenta bom potencial produtivo, em média de 4.271 kg ha⁻¹ e tem massa de 100 grãos de 26 g. Possui grão do tipo carioca, porte da planta é prostrado, apresenta ciclo normal (87 dias, em média), é resistente a antracnose e mosaico comum, susceptível à mancha angular e mosaico dourado, apresenta reação intermediária ao crestamento bacteriano, ferrugem e fusarium (EMBRAPA, 2012).

BRS Radiante

Tipo de grão manteigão rajado, porte da planta semi-ereto, possui ciclo precoce (80 dias, em média). Apresenta grãos grandes com massa de 100 grãos de 44 g e potencial produtivo de 3759 kg ha⁻¹ (NASCENTE et al., 2006). Possui resistência à mosaico comum, susceptibilidade a crestamento bacteriano e ao mosaico dourado, reação intermediária à antracnose, ferrugem, mancha angular e fusarium (EMBRAPA, 2012).

BRS Supremo

Apresenta grão do tipo preto, cultivar de porte ereto, ciclo normal (90 dias, em média) (NASCENTE et al., 2006). Possui massa de 100 grãos de 24 g e potencial produtivo de 3359 kg ha⁻¹. Apresenta resistência a mosaico comum, apresenta susceptibilidade ao crestamento bacteriano, mosaico dourado e fusarium, possui reação intermediária a antracnose e a ferrugem (EMBRAPA, 2012).

BRS Valente

Cultivar do grupo dos feijões preto com hábito de crescimento do tipo II (ereto indeterminado). Possui porte ereto e ciclo normal (80 a 94 dias, em média), massa de 100 grãos de 22 g e potencial produtivo de 3.592 kg ha⁻¹. Apresenta resistência ao mosaico-comum e reação intermediária à antracnose e a ferrugem, é susceptível à crestamento bacteriano, mancha angular, mosaico ourado e fusarium (EMBRAPA, 2012).

BRS Vereda

Apresenta grão do tipo rosinha, porte prostrado, ciclo tardio (95 dias, em média), peso médio de 100 grãos de 26 g e potencial produtivo de 3758 kg ha⁻¹. Apresenta resistência a ferrugem e ao mosaico comum, possui suscetibilidade ao crestamento bacteriano e ao mosaico dourado, apresenta reação intermediária a antracnose e ao fusarium (EMBRAPA, 2012).

3. OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo avaliar a produção de biomassa, nodulação, rendimento e adaptação de diferentes cultivares de feijoeiro em sistema orgânico de produção no Sistema Integrado de Produção Agroecológica do km 47, em Seropédica-RJ.

4. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido entre maio e agosto de 2011, sob condições de campo no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA) – Fazendinha Agroecológica do km 47, em Seropédica-RJ, situado a 26 m de altitude, 22° 45' S e 43° 40' W. A área da Fazendinha Agroecológica funciona sob o sistema de manejo orgânico desde 1993. O clima da região é do tipo Cwa segundo a classificação de Köppen, com inverno moderadamente frio e verão quente, com precipitação média anual de 1280 mm e temperatura média de 22,5 °C. O solo da área foi classificado como Planossolo, e a área encontrava-se sob pousio, sendo a cultura da batata doce antecessora à implantação do experimento.

Foram coletadas amostras de solo na camada de 0 a 20 cm antes da implantação do experimento, sendo a análise química realizada pelo Laboratório de Análises de Solos da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (PESAGRO-RIO), cujos resultados são apresentados na Tabela 1. Com base nos resultados da análise de solo, as condições do solo se encontravam adequadas ao cultivo do feijoeiro, não havendo a necessidade de calagem e de adubações específicas.

Tabela 1. Análise de solo coletado na área do experimento.

Profundidade	Textura expedita	pH	Al	Ca+Mg	Ca	Mg	P	K
(cm)		(em água)		-----cmol _c dm ⁻³ -----			--mg dm ⁻³ --	
0 - 20	Arenosa	5,3	0,1	3,4	2,3	1,1	38,0	60

3.2. Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso com 16 tratamentos e 4 repetições. Buscando abranger diferentes tipos comerciais de grãos e atender à diversificação do gosto do consumidor, foram avaliadas 16 cultivares de feijoeiro oriundas do programa de Melhoramento da Embrapa Arroz e Feijão, já testadas em sistema de produção orgânico (EMBRAPA, 2010), além de genótipos já avaliados em Seropédica RJ, em cultivo convencional em Argissolo (ARAÚJO & TEIXEIRA, 2008). Algumas características das cultivares avaliadas no experimento são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Características principais das cultivares avaliadas; as datas de floração e o ciclo foram registradas no próprio experimento.

Genótipo	Tipo de grão	Arquitetura	Peso de 100 grãos (g)	Floração (dias após emergência)	Ciclo (dias após emergência)
Aporé	Carioca	Prostrado	28,4	42	88
Bolinha	Amarelo	Ereto	34,9	36	83
Campeiro	Preto	Ereto	27,1	37	85
Constanza	Vermelho	Ereto	54,7	36	89
Estilo	Carioca	Ereto	28,6	41	85
Jalo Precoce	Jalo	Ereto	42,0	36	83
Kaboon	Branco	Ereto	48,5	36	82
Manteigão	Manteigão	Semi-ereto	45,6	36	84
BRS Marfim	Mulatinho	Semi-ereto	28,4	39	89
Ouro Negro	Preto	Semi-ereto	25,3	41	89
BRS Pitanga	Roxo	Semi-ereto	21,8	39	83
BRS Pontal	Carioca	Semi-ereto	27,2	41	87
BRS Radiante	Manteigão Rajado	Ereto	42,4	35	80
BRS Supremo	Preto	Ereto	43,6	39	83
BRS Valente	Preto	Ereto	23,2	46	91
BRS Vereda	Rosinha	Prostrado	25,3	41	95

Fonte: EMBRAPA, 2012.

As parcelas foram constituídas por linhas de 4 m espaçadas de 0,5 m. As parcelas localizadas nas bordas do experimento possuíam cinco linhas, enquanto que as parcelas no centro do experimento quatro linhas, conforme o croqui do bloco 1, apresentado na Figura 1.

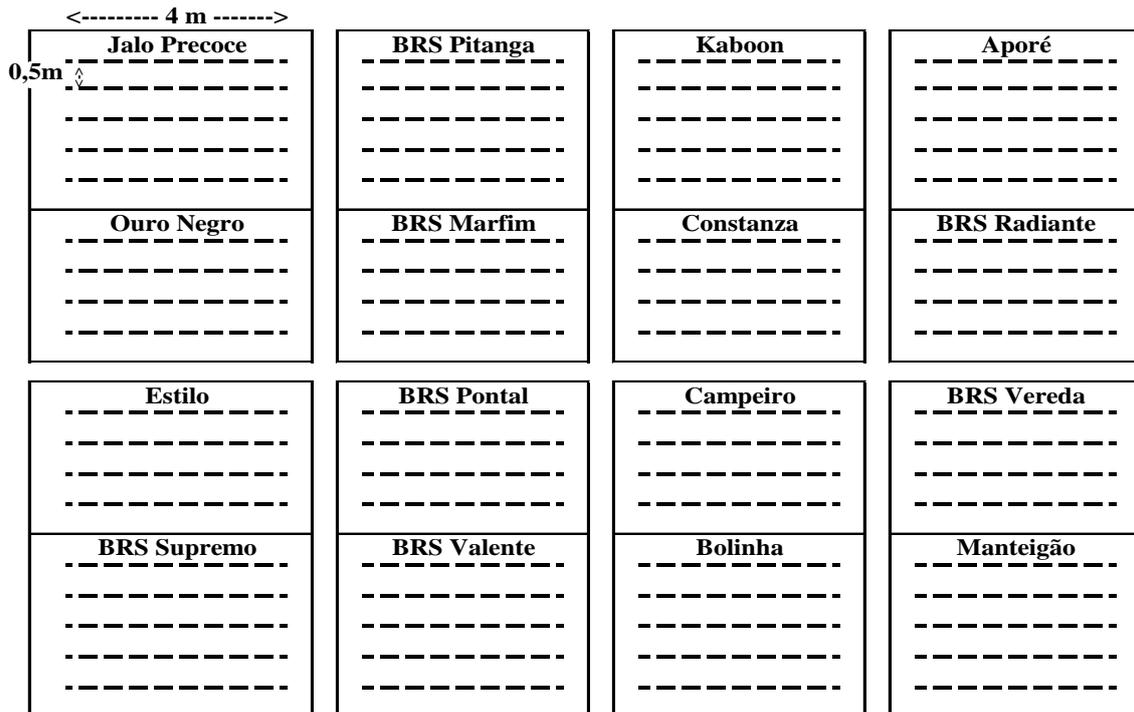


Figura 1. Croqui do bloco 1, com a distribuição das parcelas experimentais.

Os tratamentos foram constituídos pelas cultivares: 1 – Kaboon; 2 - Ouro Negro; 3 – Constanza; 4 - Radiante; 5 – Aporé; 6 - Jalo Precoce; 7 – Marfim; 8 – Pitanga; 9 – Vereda; 10 – Pontal; 11 – Bolinha; 12 – Manteigão; 13 – Valente; 14 – Estilo; 15 – Campeiro e 16 – Supremo, conforme o croqui da área experimental (Figura 2).

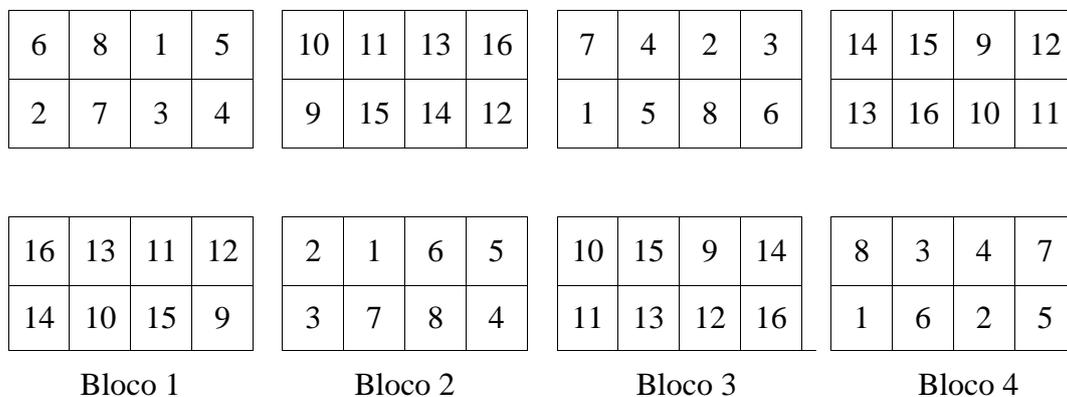


Figura 2. Croqui da área experimental com casualização dos tratamentos.



Figura 3. Visão geral do primeiro experimento, aos 20 dias após emergência.

3.3. Condução do experimento

O preparo do solo iniciou-se no dia 13 de abril de 2011, com uma primeira gradagem com objetivo de diminuir a incidência de plantas daninhas. Próximo ao dia da semeadura foi realizada uma segunda gradagem e o sulcamento da área.

A adubação de plantio foi efetuada no dia 28 de abril de 2011, sendo colocados 2 L de esterco bovino curtido (1,45% de N total) por metro linear de sulco, cerca de 6 Mg ha⁻¹, com uma estimativa de 89 kg ha⁻¹ de N. Aos 30 dias após o plantio foram aplicados em cobertura 55 g de torta de mamona (4,60% de N total) por metro linear, cerca de 1 Mg ha⁻¹, com uma estimativa de 47 kg ha⁻¹ de N aplicado.

A semeadura foi realizada manualmente, no dia 2 de maio de 2011, empregando-se 12 sementes por metro linear. As sementes foram inoculadas imediatamente antes da semeadura, com inoculante comercial para feijoeiro, contendo as estirpes BR322 (CIAT 899) e BR520 (PRF81), com turfa como meio de inoculação. As sementes de cada linha de plantio foram inoculadas separadamente, misturando-se as sementes e o inoculante em copos plásticos.

A área experimental foi irrigada por aspersão em até três vezes por semana, de acordo com as condições climáticas, umidade do solo e a necessidade da cultura. Os valores médios de temperatura máxima, mínima e média, precipitação e umidade relativa referentes ao período do experimento foram obtidos através dos dados apresentados pela rede do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada no

município de Seropédica, RJ, nas coordenadas 22° 45' 13'' S e 43° 40' 23'' W, e apresentando uma altitude de 34,0 m (Estação Ecologia Agrícola).

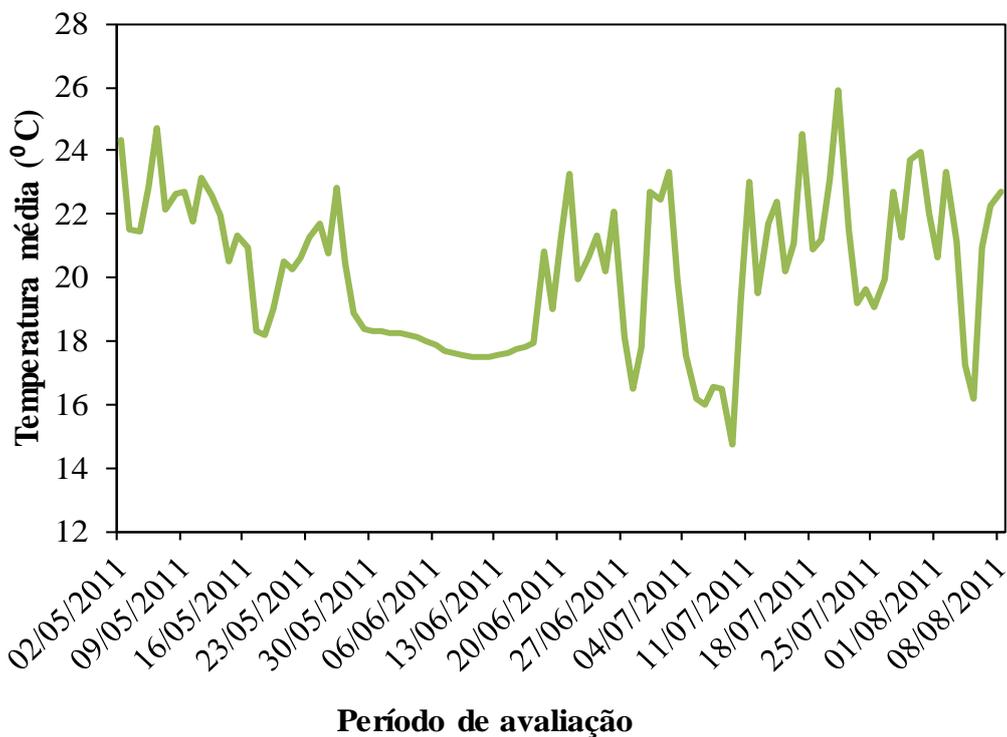


Figura 4. Temperatura média no período de condução do experimento (Estação Ecologia Agrícola, Seropédica-RJ).

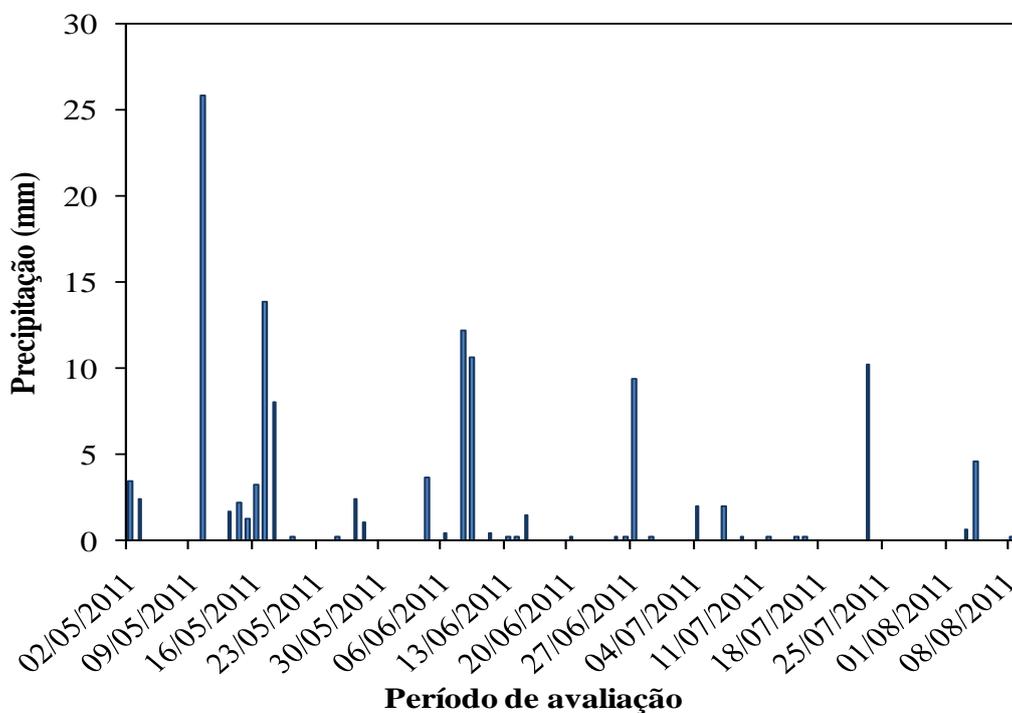


Figura 5. Precipitação pluviométrica no período de condução do experimento (Estação Ecologia Agrícola, Seropédica-RJ).

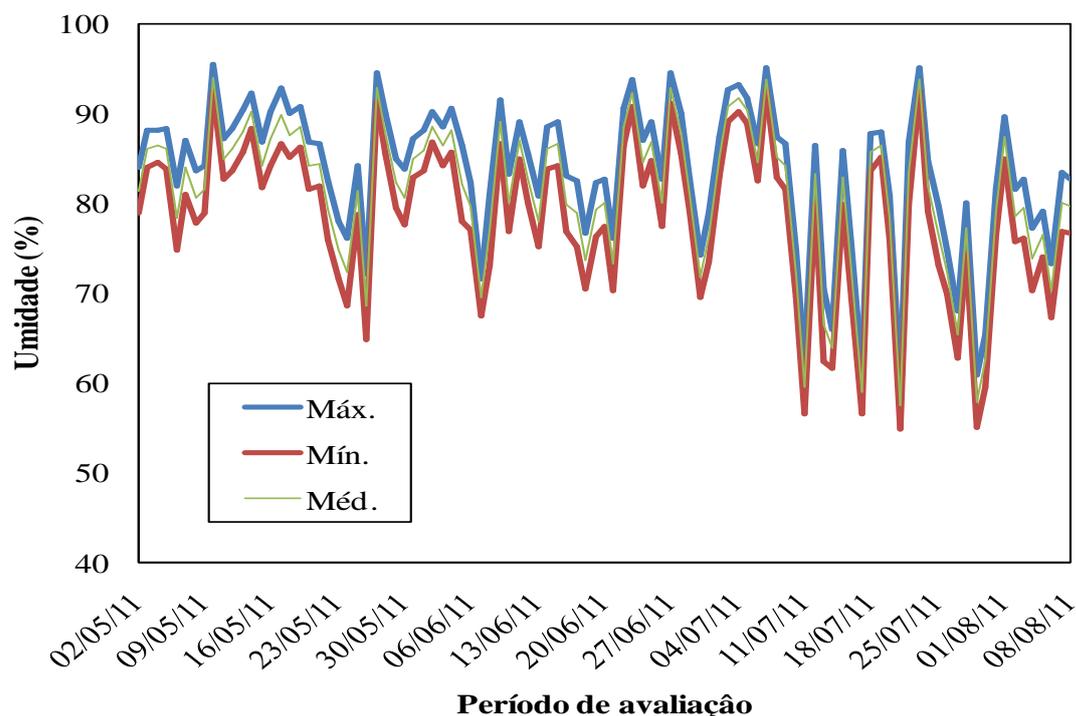


Figura 6. Umidade relativa no período de condução do experimento (Estação Ecologia Agrícola, Seropédica-RJ).

Os tratos culturais foram realizados respeitando-se as normas de agricultura orgânica, sendo somente utilizados produtos permitidos para este sistema. Para o controle de plantas daninhas foi realizada uma capina manual aos 15 dias após o plantio, período em que o feijoeiro pode ser prejudicado pela presença de competidores, devido ao seu crescimento lento. Foram retiradas todas as plantas daninhas contidas nas entrelinhas através de enxada, e nas linhas de plantio essas foram retiradas manualmente. Ao realizar a capina foram identificadas plantas com sintomas de rizoctoniose (fungo de solo). O controle fitossanitário foi realizado através da aplicação do produto Trichorbio Concentrado, cedido pela Empresa Agribio Defensivos Alternativos Ltda, através de uma pulverização em toda área experimental com o produto a 0,5%. Este produto é constituído de esporos do fungo *Trichoderma* sp., cujo uso tem potencial de reduzir populações de fungos de solo, inibindo os fitopatógenos através dos mecanismos de antibiose (produção e liberação de antibióticos, toxinas e enzimas que afetam o desenvolvimento de fungos patogênicos). Foi visualizado a presença de *Diabrotica speciosa* (vaquinha), inseto praga de parte aérea que ataca principalmente as folhas. Com objetivo de prevenir a infestação, foram realizadas duas pulverizações, uma após a floração de todas cultivares e a outra 15 dias depois, com óleo de Nim a 0,5%, inseticida natural biodegradável utilizado como repelente.

3.4. Determinações

Foram efetuadas duas amostragens das plantas, no momento da floração de cada cultivar (quando 50% das plantas apresentavam, pelo menos, uma flor aberta), estágio fenológico R6 (Tabela 2), e 14 dias após a floração. A primeira amostragem foi efetuada em todas as parcelas, enquanto a segunda amostragem foi efetuada apenas nas parcelas

localizadas nas bordas do experimento, que possuíam 5 linhas (Figura 7); desta forma, na segunda amostragem foram obtidas apenas 2 repetições para cada tratamento (cultivar). Foram amostradas as plantas presentes em 0,5 m linear da 2ª linha de cada parcela (Figura 7), sendo o sistema radicular coletado com o auxílio de uma pá reta, e as raízes e parte aérea separadas em corte próximo à base do caule. Os sistemas radiculares foram acondicionados em sacos plásticos e transportados ao laboratório. As raízes foram lavadas e os nódulos separados e contados. A parte aérea, raízes e nódulos foram secos em estufa com circulação forçada de ar a 70 °C e pesados. A parte aérea foi moída e foi determinado o teor de N total pelo método semimicro Kjeldahl (MALAVOLTA et al., 1989), no Laboratório de Análises de Solo e Plantas da Embrapa Agrobiologia. O conteúdo de N na parte aérea foi obtido pelo produto entre o teor de N e a massa seca.

Na maturação dos grãos de cada cultivar, foi delimitada uma área de 1 m² nas duas linhas centrais de cada parcela (Figura 7). As plantas foram arrancadas e acondicionando-as em sacos de algodão até completar a secagem. Nas mesmas linhas centrais, foi delimitada uma área de 2 m² (Figura 7), de onde as plantas foram arrancadas e também acondicionadas em sacos de algodão até completar a secagem.

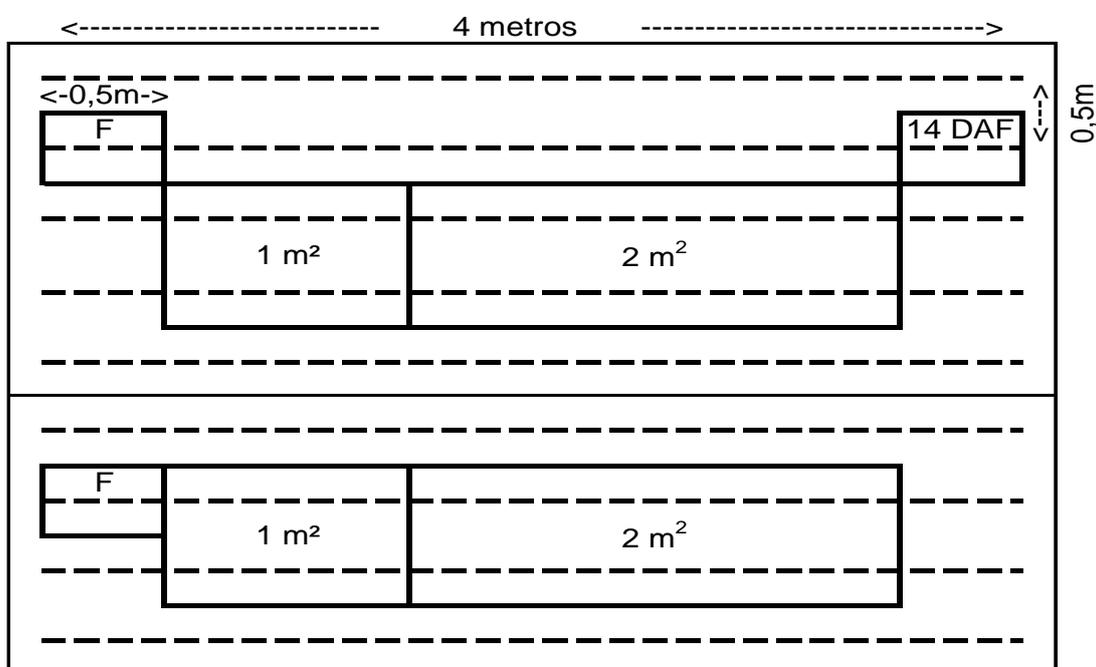


Figura 7. Esquema das parcelas experimentais, indicando os locais de amostragem de biomassa na floração (F) e 14 dias após a floração (14 DAF), assim como as áreas nas linhas centrais para avaliação do rendimento de grãos e componentes de produção (1 m²) e para a avaliação do rendimento de grãos (2 m²).

Nas plantas colhidas na área de 1 m² foi contado o número de plantas e o número de vagens, as vagens foram trilhadas manualmente e os grãos foram pesados. Foi obtido um stand final de 21,3 plantas m⁻², sem diferença significativa entre as cultivares (Tabela 16 em Anexo). Foram retiradas amostras de 100 grãos por parcela, registrando-se o peso das mesmas, que foram secos em estufa com circulação forçada de ar a 105 °C por 48 horas, até peso constante e novamente pesados; posteriormente o rendimento e a massa de 100 grãos foram padronizados para 13% de umidade. Os caules e vagens obtidos após trilhagem dos grãos foram secos em estufa com circulação forçada de ar a 70 °C e pesados. Com base nesses dados foi determinado o número de

vagens por planta, o número de grãos por vagem, a massa de 100 grãos, e o índice de colheita (razão entre a massa dos grãos e a massa total de parte aérea). Os caules, a palhada das vagens e os 100 grãos amostrados foram moídos, sendo determinado o teor de N pelo método semimicro Kjeldahl (MALAVOLTA et al., 1989), no Laboratório de Análises de Solo e Plantas da Embrapa Agrobiologia. O conteúdo de N de cada porção vegetal foi obtido pelo produto entre o teor de N e a massa seca.

Nas plantas colhidas na área restante de 2 m² de cada parcela, as vagens foram trilhadas manualmente e os grãos foram pesados, que somados ao peso dos grãos da área de 1 m², forneceram o rendimento de grãos de cada parcela. Os grãos obtidos nesta área restante passaram por um processo de peneiramento e catação, considerando como descarte os grãos quebrados, mal formados, manchados, enrugados, e com outros defeitos, mensurando-se a proporção da produção de grãos em descarte.

Os dados de biomassa obtidos em cada coleta, e os dados de produção de grãos e componentes de produção, foram analisados por análise de variância em um delineamento em blocos ao acaso com um único fator (cultivar), sendo as médias comparadas pelo teste de Duncan a 5%. Foi estimada a correlação simples de Pearson entre caracteres, com repetições, cuja significância foi estimada pelo teste t.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Produção de biomassa e nodulação

Para apresentação das figuras, as cultivares foram ordenadas de acordo com a ordem de floração observada no experimento (Tabela 3).

Tabela 3. Ordem de floração das cultivares de feijoeiro avaliado no sistema orgânico de produção da Fazendinha Agroecológica do km 47, em Seropédica – RJ.

Número	Cultivar	Floração (dias após emergência)
1	BRS Radiante	30
2	Bolinha	31
3	Jalo Precoce	33
4	Kaboon	33
5	Manteigão	33
6	Constanza	35
7	Ouro Negro	35
8	BRS Marfim	37
9	Campeiro	37
10	BRS Valente	39
11	BRS Supremo	39
12	BRS Pitanga	39
13	Aporé	39
14	BRS Pontal	39
15	BRS Estilo	41
16	BRS Vereda	41

Foram constatadas diferenças entre as cultivares de feijoeiro na massa seca de parte aérea avaliada nos estádios de floração e início de enchimento de vagens (Figura 8). Na floração, a cultivar Aporé apresentou os maiores valores de massa seca de parte

aérea quando comparada às demais cultivares, enquanto as cultivares BRS Radiante, Bolinha e Manteigão apresentaram os menores valores. Aos 14 dias após a floração, a cultivar BRS Marfim apresentou maiores valores de massa de parte aérea, e as cultivares Manteigão, BRS Valente e BRS Campeiro apresentaram valores inferiores de massa de parte aérea (Figura 8). A produção de biomassa de parte aérea foi superior à registrada por Araújo & Teixeira (2008) em sistema de cultivo tradicional em Seropédica, demonstrando um adequado crescimento das cultivares no sistema orgânico de produção.

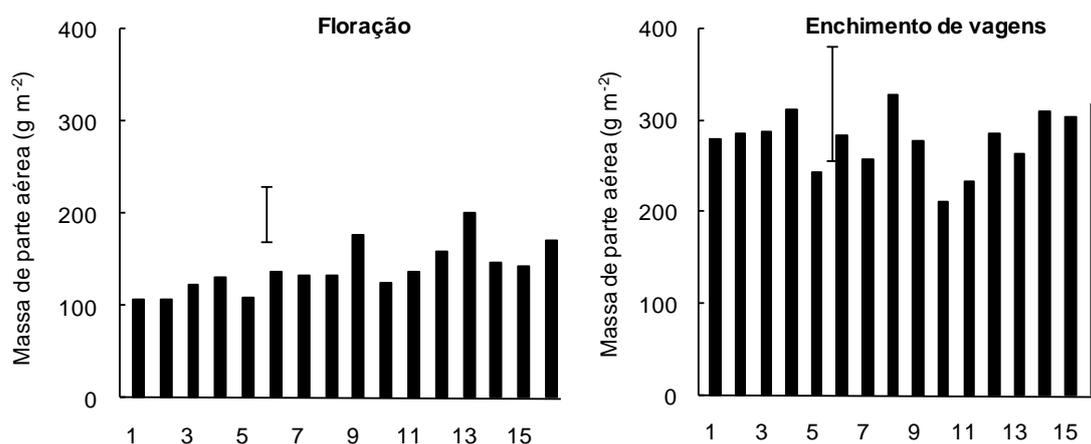


Figura 8. Massa de parte aérea de 16 cultivares de feijoeiro, nos estádios de floração e início de enchimento de vagens (14 dias após a floração), no sistema orgânico de produção da Fazendinha Agroecológica do km 47, em Seropédica – RJ; os nomes dos genótipos são apresentados na Tabela 3. As barras verticais representam a diferença mínima significativa entre cultivares pelo teste de Duncan a 5%.

A nodulação das plantas de feijoeiro foi intensa, particularmente no estágio de floração (Figura 9), em comparação aos valores registrados por Araújo et al. (2000) em sistema de cultivo tradicional com inoculação com rizóbio em Seropédica. Foram observadas diferenças significativas entre as cultivares na massa seca de nódulos (Figura 9). Na floração, as cultivares BRS Supremo e BRS Vereda apresentaram maior massa nodular, e as cultivares BRS Valente, BRS Pitanga e Aporé as menores massa seca de nódulos. Aos 14 dias após a floração, foram observados maiores valores de massa de nódulos nas cultivares Jalo Precoce, Ouro Negro e BRS Estilo, enquanto que as cultivares BRS Pitanga, Aporé e BRS Pontal apresentaram os menores valores. A cultivar BRS Vereda apresentou um grande decréscimo de massa nodular após a floração (Figura 9).

Características como número de nódulos por planta, nodulação precoce, tamanho dos nódulos e massa de nódulos, são importantes na seleção de genótipos com maior eficiência simbiótica (HERRIDGE & DANSO, 1995).

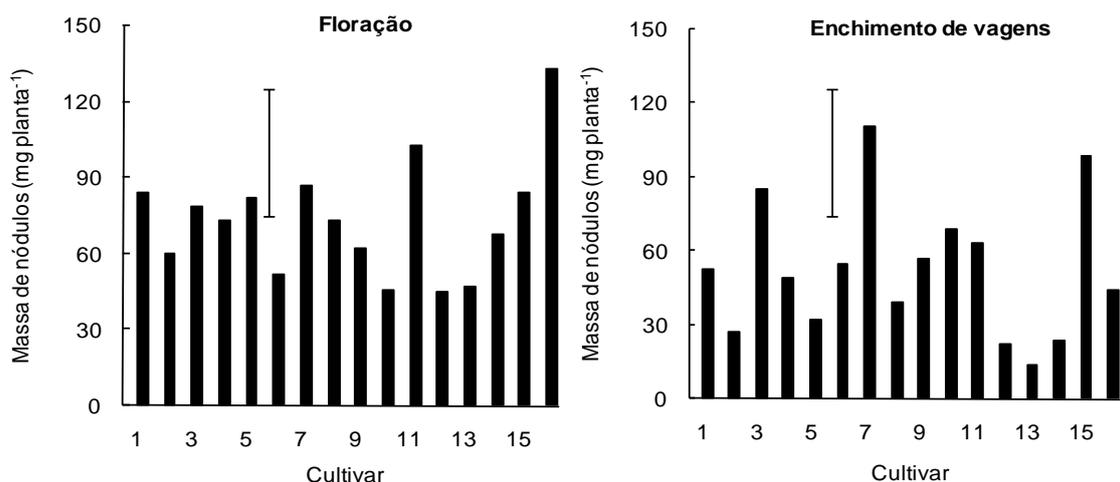


Figura 9. Massa de nódulos de 16 cultivares de feijoeiro, nos estádios de floração e início de enchimento de vagens (14 dias após a floração), no sistema orgânico de produção da Fazendinha Agroecológica do km 47, em Seropédica – RJ; os nomes dos genótipos são apresentados na Tabela 3. As barras verticais representam a diferença mínima significativa entre cultivares pelo teste de Duncan a 5%.

Comparando-se as médias de todas as cultivares, houve um grande aumento de biomassa de parte aérea e de raiz entre as duas épocas de amostragem, ou seja, durante o início de enchimento das vagens (Tabela 4). Entretanto, neste mesmo período foi constatada uma pequena redução na massa e número de nódulos (Tabela 4), indicando um processo de senescência de nódulos de feijoeiro no início dos estádios reprodutivos.

Tabela 4. Valores médios, mínimos e máximos de caracteres associados à produção de biomassa e nodulação, de 16 cultivares de feijoeiro, nos estádios de floração e início de enchimento de vagens (15 dias após a floração), no sistema orgânico de produção da Fazendinha Agroecológica do km 47, em Seropédica – RJ.

	Massa de parte aérea (g m ⁻²)	Massa de raiz (g m ⁻²)	Massa de nódulos (mg planta ⁻¹)	Número de nódulos (planta ⁻¹)	Razão raiz : parte aérea (mg g ⁻¹)	Massa de um nódulo (µg)
Floração						
Média	139	16	73	104	134	728
Mínimo	106	12	45	58	76	421
Máximo	200	20	133	164	178	949
CV (%)	29,85	23,43	47,58	33,34	19,19	34,96
Enchimento de vagens						
Média	272	22	54	73	87	734
Mínimo	212	15	14	21	62	466
Máximo	329	30	111	130	124	1063
CV (%)	19,43	17,97	48,36	45,77	13,30	34,24

Kubota et al. (2008) sugerem uma explicação para a redução na nodulação do feijoeiro observada no período de enchimento das vagens: com a maior produção de biomassa de parte aérea, as plantas teriam um crescimento reprodutivo intenso, e a demanda por fotoassimilados dos grãos compete com a demanda por energia envolvida na redução do N₂, limitando o crescimento dos nódulos e a fixação de N em feijoeiro.

4.2. Produção de grãos

A produção média de grãos foi de 192 g m^{-2} , um rendimento satisfatório para o cultivo de feijão. Esse desempenho foi devido a vários fatores, dentre os quais as condições climáticas durante o período experimental, aliado ao uso de irrigação e ao bom estado fisiológico e sanitário das sementes utilizadas no experimento. A temperatura média ficou entre $15\text{-}26 \text{ }^\circ\text{C}$ (Figura 4), e Fancelli & Dourado Neto (1999) consideram aptas ao desenvolvimento vegetativo e reprodutivo do feijoeiro regiões com temperatura média entre 15 e $29 \text{ }^\circ\text{C}$. A ocorrência de temperaturas acima ou abaixo da faixa ótima, dependendo da frequência ou duração, pode causar sérios prejuízos ao estabelecimento, crescimento e desenvolvimento da cultura, resultando em baixo rendimento de grãos (VIEIRA et al., 2008). Os períodos de precipitação (Figura 5) foram escassos e a umidade relativa se manteve baixa (Figura 6), sendo assim, não houve problemas com aparecimento de doenças e excesso de água no solo. Durante o período de estabelecimento da cultura, o excesso de água no solo prejudica a germinação, limita o desenvolvimento da cultura e favorece a incidência de doenças radiculares e na parte aérea (VIEIRA et al., 2008). A necessidade de água de cultivares de feijoeiro comum com ciclo de 60 a 120 dias, varia entre 300 a 500 mm para obtenção de boa produtividade (GOMES et al., 2012).

As cultivares avaliadas apresentaram diferenças significativas quanto ao rendimento de grãos, com variação de 153 a 258 g m^{-2} (Tabela 5), com uma amplitude de 1,7 vezes. Dentre as cultivares mais produtivas, duas foram do grupo carioca (Aporé e BRS Pontal), uma do tipo preto (Campeiro), uma do tipo rosinha (BRS Vereda), uma do tipo manteigão rajado (BRS Radiante) e uma do tipo mulatinho (BRS Marfim). O maior destaque foi a cultivar Aporé, com produtividade de 258 g m^{-2} (Tabela 5). Dentre as cultivares que tiveram desempenho inferior, tem-se uma de grãos brancos (Kaboon), uma do grupo tipo roxo (Pitanga), uma do grupo preto (Ouro Negro) e uma de grãos jalo (Jalo Precoce), com produtividade variando de 153 a 167 g m^{-2} (Tabela 5).

Na cultura do feijão, a produtividade de grãos está relacionada com os componentes da produção, ou seja, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de 100 grãos (COSTA & ZIMMERMANN, 1988). O número de vagens por planta, que é o componente de produção que mais influencia a produtividade de genótipos de feijoeiro, variou de 5,5 a 10,6 entre as cultivares, demonstrando uma ampla variação (Tabela 5). Quanto ao número de grãos por vagem, foi obtida uma média de 4,1, com uma variação de 2,5 a 5,4 (Tabela 5). Já a massa de 100 grãos foi o componente que apresentou uma maior variação entre as cultivares, variando de 21,5 a 55,3 g (Tabela 5), em função da diversidade das cultivares estudadas. O índice de colheita variou de 0,549 a 0,662 g g^{-1} , variação menor em relação aos outros componentes de produção, como observado por Araújo & Teixeira (2012), reforçando a idéia este é um caráter com pequena variabilidade em feijoeiro (ARAÚJO & TEIXEIRA, 2003).

A qualidade visual dos grãos obtidos pode ser qualificada como boa a excelente, sem restrições dentre todas as cultivares utilizadas. As cultivares apresentaram uma percentagem média de descarte de grãos após peneiramento de 2,88% (Tabela 5), com variação de 0 a 12,02%. As cultivares que apresentaram a menor percentagem de descarte foram principalmente as do tipo de grão preto e carioca, com destaque para as cultivares BRS Valente (0%), Estilo (0,32%) e BRS Pontal (0,33%). Vale ressaltar que as cultivares que apresentam grãos menores, apresentaram uma percentagem de descarte inferior às demais, com exceção da cultivar BRS Radiante, que apesar de possuir tipo de grão maior, apresentou uma percentagem de descarte de 2,39%, inferior as cultivares

Ouro Negro e BRS Marfim. Dentre as cultivares que apresentaram uma maior percentagem de descarte, tem-se a Manteigão (7,29%) e a Constanza (12,02%), que apresentam grãos graúdos. A percentagem de grãos quebrados, mal formados, manchados, enrugados, e com outros defeitos, além de ser uma característica da cultivar, pode ser influenciado pelo momento e o método de colheita, e pelo processamento e armazenamento dos grãos (MENTEN et al., 2007). Para o momento da colheita, devem ser considerados o teor de água dos grãos e as alterações morfológicas da planta. A manutenção da integridade física do grão está relacionada ao tipo de colheita, como a regulagem da colhedora e de outros equipamentos, e do seu teor de água (MENTEN et al., 2007).

Tabela 5. Produção de grãos e componentes de produção de 16 cultivares de feijoeiro avaliados em sistema orgânico de produção na Fazendinha Agroecológica do km 47, em Seropédica – RJ; os genótipos estão ordenados pela data de floração.

Cultivar	Produção de grãos (g m ⁻²)	Número de vagens por planta	Número de grãos por vagem	Massa de 100 grãos (g)	Índice de colheita (g g ⁻¹)	Descarte (%)
BRS Radiante	233	7,8	3,2	47,2	0,597	3,44
Bolinha	212	7,4	3,5	39,5	0,574	2,40
Jalo Precoce	167	7,1	2,8	43,4	0,557	12,02
Kaboon	153	7,4	3,0	51,3	0,558	2,39
Manteigão	179	5,5	3,9	48,1	0,569	1,94
Constanza	188	6,3	2,5	55,3	0,568	3,65
Ouro Negro	160	9,4	3,9	26,3	0,594	3,47
BRS Marfim	182	9,2	4,2	23,8	0,577	2,13
Campeiro	222	8,9	5,4	26,5	0,605	1,48
BRS Valente	174	9,1	4,2	23,7	0,564	0,33
BRS Supremo	172	8,1	5,1	23,6	0,556	1,86
BRS Pitanga	156	9,8	4,0	21,5	0,549	7,29
Aporé	258	10,6	5,3	27,7	0,662	0,00
BRS Pontal	215	8,5	5,3	25,7	0,633	0,32
Estilo	187	8,6	3,9	27,2	0,567	2,20
BRS Vereda	211	8,5	4,9	26,0	0,557	1,14
Média	192	8,3	4,1	33,5	0,580	2,88
DMS 5%	55	2,6	0,9	3,7	0,042	5,25

DMS: diferença mínima significativa entre cultivares pelo teste de Duncan a 5%.

A correlação entre a produção de grãos e o número de plantas e a massa de 100 grãos não foi significativa (Tabela 6), portanto a produção de grãos não foi associada ao número de plantas e à massa de 100 grãos. Já o rendimento de grãos correlacionou-se significativamente com o número de vagens por planta e o número de grãos por vagem, o que indica que para se ter uma maior produção de grãos em sistemas orgânicos, a seleção deverá optar por cultivares com maior número de vagens por planta e número de grãos por vagem. Entretanto, deve-se considerar que as cultivares com menor número de vagens por planta e menor número de grãos por vagem apresentam grãos maiores, como indicado pela correlação negativa significativa entre estes caracteres (Tabela 6), e estas são em geral cultivares de grãos especiais que podem obter um maior valor de mercado. A correlação entre produção de grãos e índice de colheita foi significativa (Tabela 6), indicando que a maior produtividade esteve associada a uma maior alocação de biomassa para os grãos. Portanto, a seleção por cultivares por índice de colheita,

pode resultar em uma forma eficiente de se aumentar o rendimento de grãos (ARAÚJO & TEIXEIRA, 2012).

Houve uma correlação positiva entre a massa de 100 grãos e percentagem de descarte de grãos (Tabela 6). Dessa forma, a utilização de cultivares com grãos maiores pode resultar em aumento de percentagem de descarte de grãos.

Tabela 6. Correlações simples entre variáveis associadas à produção de grãos e componentes de produção de 16 cultivares de feijoeiro avaliadas em sistema orgânico de produção.

Variáveis	r (n = 64)
Produção x número de plantas	-0,121
Produção x número de vagens por planta	0,364**
Produção x número de grãos por vagem	0,358**
Produção x massa de 100 grãos	0,042
Número de vagens por planta x número de grãos por vagem	0,274*
Número de vagens por planta x massa de 100 grãos	-0,500***
Número de grãos por vagem x massa de 100 grãos	-0,651***
Produção x índice de colheita	0,642***
Massa de 100 grãos x percentagem de descarte de grãos	0,497***

*, **, ***: correlação significativa a 5%, 1% e 0,1% pelo teste t.

As cultivares apresentaram-se produtivas, o desempenho superior dentre as cultivares, duas foram do grupo carioca (Aporé e BRS Pontal), uma do tipo preto (Campeiro), uma do tipo rosinha (BRS Vereda), uma do tipo manteigão rajado (BRS Radiante) e uma do tipo mulatinho (BRS Marfim), com produtividade de 2.580, 2.150, 2.220, 2.110, 2.330, 1.820 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 10).

Dentre as cultivares que tiveram desempenho inferior em termos de rendimento de grãos, tem-se uma do tipo de grão jalo (Jalo Precoce) e duas cultivares do grupo preto (BRS Valente e BRS Supremo), com produtividade de 1.733, 1.733 kg ha⁻¹ e 1.765 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 10).

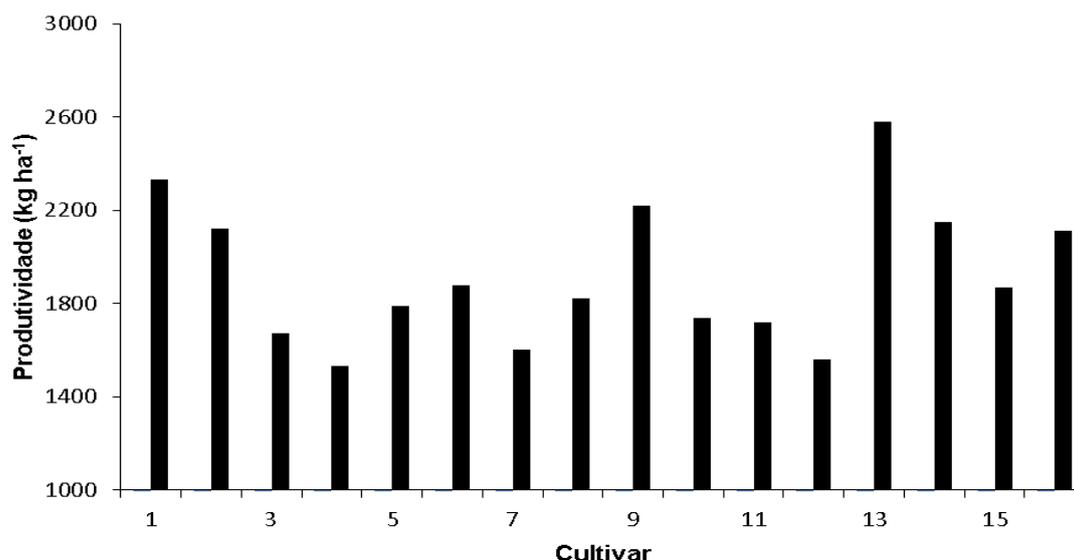


Figura 10. Produtividade de 16 cultivares de feijoeiro no sistema orgânico de produção da Fazendinha Agroecológica do km 47, em Seropédica – RJ; os nomes de cada cultivar são apresentados na Tabela 4, conforme a ordem de floração.

As cultivares testadas foram escolhidas de forma a diversificar os tipos de grãos, contribuindo para indicação de novas cultivares. A melhor adaptação de algumas cultivares nesse experimento foi devido a sua capacidade responsiva sob condições do ambiente no local do experimento. Ressalta-se que as cultivares avaliadas apresentaram excelente desempenho e produtividade sob o sistema orgânico de produção.

Carvalho & Wanderley (2007), avaliando diferentes cultivares de feijoeiro em sistema orgânico de produção em sistema irrigado no Distrito Federal, obtiveram produtividades para a cultivar BRS Marfim de 2.710 kg ha⁻¹, para a cultivar Jalo Precoce 2.130 kg ha⁻¹, a BRS Radiante 1.888 kg ha⁻¹, a Aporé 2.620 kg ha⁻¹, a BRS Valente 1.868 kg ha⁻¹ e a BRS Vereda 2.337 kg ha⁻¹, valores superiores aos obtidos pelo presente trabalho. Padovan et al. (2007) obtiveram produtividade de 2.226 kg ha⁻¹ para a cultivar BRS Valente e a cultivar Ouro Negro 1.681 kg ha⁻¹, em sistema de manejo orgânico na região de Dourados-MS. No presente trabalho, a cultivar BRS Valente alcançou 1.740 kg ha⁻¹ e a Ouro Negro 1.600 kg ha⁻¹ (Figura 7).

Em estudo sobre a adaptação de 12 cultivares e 2 linhagens de feijoeiro comum em sistema orgânico, na época das águas e de inverno em Goiás, Melo et al. (2007) alcançaram maiores produtividades em cultivo de inverno, de 2.508, 2.275, 2.134 kg ha⁻¹, para as cultivares BRS Marfim, BRS Pontal e BRS Vereda, respectivamente, enquanto que na época das águas, sobressaíram as cultivares BRS Marfim (1.451 kg ha⁻¹), BRS Valente (1.415 kg ha⁻¹) e Aporé (1.380 kg ha⁻¹).

Ao se comparar sistemas de produção orgânicos e convencionais, o custo de produção de uma saca de feijão pode ser menor no manejo orgânico, visto que no sistema convencional os gastos com insumos são altos, e correspondem a cerca de 30% do custo de produção de uma saca de feijão (SOARES et al., 2005). Se as produções do feijoeiro sob o sistema orgânico forem consideráveis, pode-se inferir que é mais vantajoso produzir nesse sistema, tanto por evitar os problemas associados à contaminação ambiental e dos alimentos, como pelo melhor preço do produto no mercado. Com base nos resultados encontrados, pode-se confirmar que a média de produtividade sob o manejo orgânico nos materiais estudados foi superior à média nacional e do Estado do Rio de Janeiro, obtidas principalmente sob o sistema de cultivo convencional (CONAB, 2011). Como exemplo, pode se citar as cultivares do tipo grão preto, que representa a preferência no Estado do Rio, apresentaram produtividades acima de 1 600 kg ha⁻¹ no atual experimento.

4.3. Acumulação de nitrogênio

O conteúdo de N na parte aérea, nos estádios de floração e início de enchimento de vagens, diferiu entre as diferentes cultivares de feijoeiro (Figura 11). Na floração, a cultivar Aporé apresentou os maiores valores de conteúdo de N na parte aérea (7,70 g m⁻²), quando comparada às demais cultivares, enquanto as cultivares Bolinha, BRS Radiante, BRS Supremo e Manteigão apresentaram os menores valores. No período de enchimento das vagens, a cultivar Bolinha apresentou os maiores valores de conteúdo de N na parte aérea (12,64 g m⁻²), e as cultivares Campeiro, Constanza, Pitanga e Manteigão apresentaram os valores inferiores.

Comparando-se as médias de todas as cultivares, houve um grande aumento no conteúdo de N na parte aérea entre as duas épocas de amostragem, ou seja, na floração foi encontrada uma média de 5,47 g m⁻² e aos 14 dias após a floração uma média de 9,55 g m⁻². Este comportamento já era esperado, pois a maior acumulação de N na planta do feijoeiro ocorre entre 50 e 60 dias após a emergência (OLIVEIRA et al., 1996).

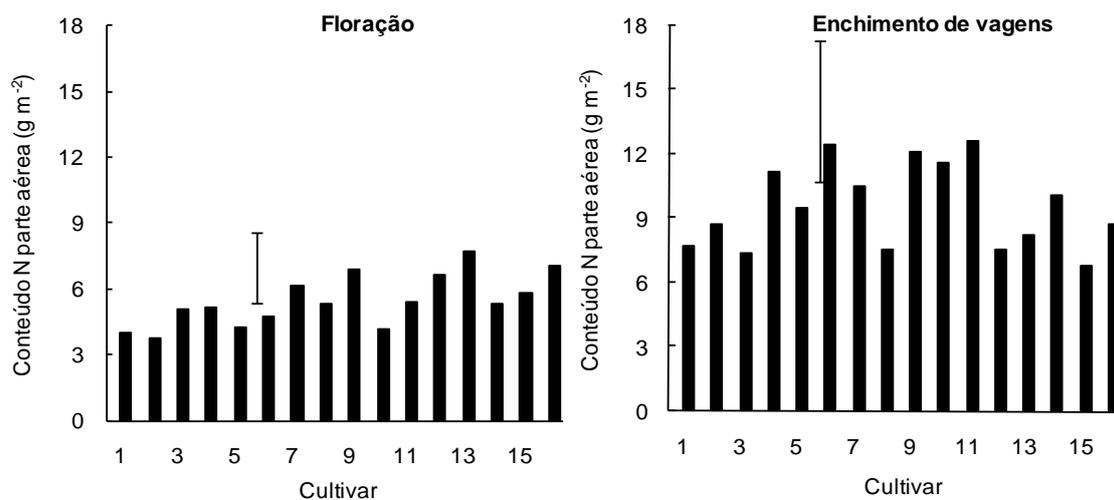


Figura 11. Conteúdo de nitrogênio na parte aérea de 16 cultivares de feijoeiro, nos estádios de floração e início de enchimento de vagens (14 dias após a floração), no sistema orgânico de produção da Fazendinha Agroecológica do km 47, em Seropédica – RJ; os nomes dos genótipos são apresentados na Tabela 4. As barras verticais representam a diferença mínima significativa entre cultivares pelo teste de Duncan a 5%.

O teor de N dos grãos apresentou diferenças entre as cultivares (Figura 12), tendo uma média de $37,4 \text{ mg g}^{-1}$, variando entre $31,3$ a $40,3 \text{ mg g}^{-1}$. As cultivares Jalo Precoce e BRS Vereda apresentaram os maiores teores de N no grão, enquanto a cultivar Aporé apresentou teor de N inferior.

Estudando 64 genótipos de feijoeiro sob cultivo convencional, Araújo & Teixeira (2012) encontraram valores médios para teor de N no grão de $39,6 \text{ mg g}^{-1}$. Visto que no trabalho desses autores houve a aplicação de 60 kg ha^{-1} de N como fertilizante químico, considera-se os valores obtidos satisfatórios no presente estudo. Araújo & Teixeira (2003) observaram um teor de N nos grãos de $41,7 \text{ mg g}^{-1}$ para a cultivar Aporé sob manejo convencional, sendo dentre as cultivares estudadas a que apresentou o maior valor, enquanto que no presente estudo a mesma apresentou teor de N inferior. No trabalho de Araújo & Teixeira (2003), foram observados teores de N nos grãos para as cultivares Ouro Negro, Bolinha, Constanza e Manteigão de $40,0$, $37,6$, $34,1$ e $35,7 \text{ mg g}^{-1}$, respectivamente, tendo uma variação relativamente pequena em relação ao presente estudo.

O conteúdo de N nos grãos apresentou diferenças entre as cultivares (Figura 12), variando entre $5,70$ a $8,18 \text{ g m}^{-2}$, com uma média de $6,53 \text{ g m}^{-2}$. As cultivares que apresentaram o maior conteúdo de N no grão foram BRS Pontal, BRS Vereda, Campeiro e Aporé. Já as cultivares BRS Valente e Estilo, apresentaram os menores valores. Houve uma maior variação entre as cultivares quanto ao conteúdo de N do que para o teor de N, em decorrência da diferença na produção de grãos.

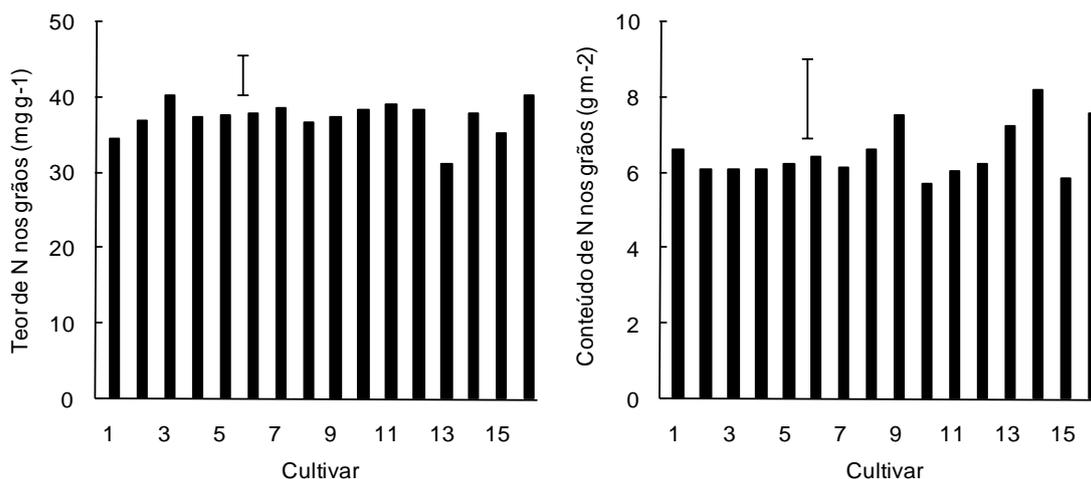


Figura 12. Teor e conteúdo de nitrogênio dos grãos de 16 cultivares de feijoeiro, no sistema orgânico de produção da Fazendinha Agroecológica do km 47, em Seropédica – RJ; os nomes dos genótipos são apresentados na Tabela 4. As barras verticais representam a diferença mínima significativa entre cultivares pelo teste de Duncan a 5%.

Westerman et al. (2011), estudando 16 genótipos de feijão comum sob sistema orgânico e convencional, obtiveram uma média de 9,54 g m⁻² para conteúdo de N no grão. Valores semelhantes foram encontrados por Araújo & Teixeira (2012), de 10,32 g m⁻², para a média de 64 genótipos. Nota-se que esses valores são superiores aos encontrados pelo presente estudo, o que pode ser atribuídos aos diferentes tipos de manejo durante a condução dos experimentos, aliados principalmente ao suprimento de N como fertilizantes químicos.

Araújo & Teixeira (2003) obtiveram conteúdo de N no grão para as cultivares Ouro Negro, Bolinha, Constanza, Manteigão e Aporé de 4,8, 4,9, 5,4, 4,6 e 5,8 g m⁻², respectivamente, valores inferiores aos obtidos pelo presente estudo com as cultivares citadas, o que pode ser resultado da menor produção de grãos dessas cultivares obtida pelos autores citados. Araújo & Teixeira (2003) consideram que para um sistema de produção sob baixos insumos, devem ser privilegiados materiais com elevada absorção de nutrientes e produção de biomassa, porém com baixa translocação dos nutrientes para os grãos, proporcionando uma redução da retirada dos nutrientes do sistema e potencializando a ciclagem de nutrientes pelas folhas senescentes e resíduos obtidos ao final do cultivo. A identificação de cultivares com elevada produção de biomassa, acúmulo de nutrientes e baixo índice de colheita de nutrientes (razão entre conteúdo de nutrientes nos grãos e na parte aérea), pode contribuir com a sustentabilidade agrícola através da redução da remoção dos nutrientes pela colheita dos grãos (ARAÚJO & TEIXEIRA, 2003).

6. CONCLUSÕES

As cultivares de feijoeiro avaliadas apresentaram boa produção de parte aérea e de nódulos, com diferenças entre cultivares quanto à nodulação e acúmulo de biomassa nos estádios de floração e início de enchimento das vagens, sob o sistema orgânico de produção.

As cultivares de feijoeiro estudadas apresentaram boa produção de grãos sob o sistema orgânico de produção em Seropédica-RJ, com rendimento médio de 192 g m⁻². Verificou-se uma ampla variação entre cultivares no rendimento de grãos, sendo mais produtivas as cultivares com maior número de vagens por planta e número de grãos por vagem, destacando-se as cultivares Aporé, BRS Radiante, Campeiro, BRS Pontal, Bolinha e BRS Vereda, com produtividade acima de 2 000 kg ha⁻¹.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, J.C. Feijão orgânico: excelente desempenho em sistema sustentável. A Lavoura, p.29-31, 2009.

ARAÚJO, A.P.; TEIXEIRA, M.G.; ALMEIDA, D.L. Growth and yield of common bean cultivars at two soil phosphorus levels under biological nitrogen fixation. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.35, p.809-817, 2000.

ARAÚJO, A.P.; TEIXEIRA, M.G. Nitrogen and phosphorus harvest indices of common bean cultivars: implications for yield quantity and quality. Plant Soil, v.257:p.425-433, 2003.

ARAÚJO, A.P.; TEIXEIRA, M.G. Relationships between grain yield and accumulation of biomass, nitrogen and phosphorus in common bean cultivars. Revista Brasileira Ciência do Solo, v.32, p.1977-1986, 2008.

ARAÚJO, A.P.; TEIXEIRA, M.G. Variabilidade dos índices de colheita de nutrientes em genótipos de feijoeiro e sua relação com a produção de grãos. Revista Brasileira. Ciência do Solo, v.36, p.137-146, 2012.

ARRUDA, C.S.; RIBEIRO, R.R.; ANJOS, M.A. A competitividade da cadeia produtiva de orgânicos para agricultura familiar. Revista Estudos Sociais, v.1, p.116-126, 2008.

BARAMPAMA, Z.; SIMARD, R.E. Nutrient composition, protein quality and antinutritional factors of some varieties of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) grown in Burundi. Food Chemistry, v.47, p.159-67, 1993.

BARROS, R.P. Feijões especiais para a agricultura familiar. Disponível em: <http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2002/setembro/bn.2004-11-25.4848362391>. Acesso em: 12 maio de 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Produtos orgânicos: sistemas participativos de garantia / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. Brasília: Mapa/ACS, 2008. 44p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Controle social na venda direta ao consumidor de produtos orgânicos sem certificação / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. Brasília: Mapa/ACS, 2008. 24p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. *Instrução Normativa nº. 7, de 17 de maio de 1999*. Dispõe sobre normas para a produção de produtos orgânicos vegetais e animais. Diário Oficial (da República Federativa do Brasil), Brasília, p.11, 19 de mai. 1999. Seção 1.

BULISANI, E.A. Feijão carioca – uma história de sucesso. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.Infobibos.com/2008_4/FeijãoCarioca/index.htm>. Acessado em: 15/01/2012.

CARBONELL, S.A.M.; ITO, M.F.; POMPEU, A.S.; FRANCISCO, F.; RAVAGNANI, S.; ALMEIDA, A.L.L. Raças fisiológicas de *Colletotrichum lindemuthianum* e reação de cultivares e linhagens de feijoeiro no Estado de São Paulo. Fitopatologia Brasileira, v.24, p.60-65, 1999.

CARVALHO, W.P.; WANDERLEY, A.L. Avaliação de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris*) para o plantio em sistema orgânico no Distrito Federal. Ciência e Agrotecnologia, v.31, p.605-611, 2007.

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2010/2011. Décimo segundo levantamento - Setembro 2011. . Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em 10 de outubro de 2011.

COSTA, J.C.G.; ZIMMERMANN, M.J.O. Melhoramento genético. In: ZIMMERMANN, M.J.O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.). A cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Potafós. 1988. p. 229-245.

EMATER. Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais. Livraria – Cultura do Feijão. Belo Horizonte, 2012. Disponível em: <<http://www.emater.mg.gov.br/doc/intranet/upload/LivrariaVirtual/cultura%20do%20feij%C3%A3o.pdf>>. Acesso em: 01 de março de 2012.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Arroz e feijão). Catálogo de cultivares de feijão da Embrapa. Goiânia, 2012. Disponível em: <http://www.cnpat.embrapa.br/transferecia/tecnologiasprodutos/cultivares/cultivares_Feijao.pdf>. Acesso em: 01 de março de 2012.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Arroz e feijão). Cultivo do feijoeiro comum. Goiânia, 2012. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijoeiro/importancia.htm>. Acesso em: 01 de março de 2012.

EPAMIG (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais). Cultivar recomendada para Minas Gerais e Rio de Janeiro. Belo Horizonte, 2012. Disponível em: <http://www.epamig.br/index.php?option=com_content&task=view&id=200&Itemid=135>. Acesso em: 01 de março de 2012.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. Estresses de água e temperatura na cultura do feijão. In: FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. (eds.) Feijão irrigado: estratégias básicas de manejo. Piracicaba: Publique, 1999. p.155-169.

FELICONIO, A.E.G. Certificação de sistemas de produção não convencionais: da agricultura orgânica à agroecologia. Rio de Janeiro: UFRJ, 2002. 203p. (Dissertação de Mestrado em Sociedade e Agricultura).

FERREIRA, A.N.; ARF, O.; CARVALHO, M.A.C. de; ARAÚJO, R.S.; SÁ, M.E. de; BUZETTI, S. Estirpes de *Rhizobium tropici* na inoculação do feijoeiro. *Scientia Agrícola*, v.57, p.507-512, 2000.

FRANCO, M.C.; CASSINI, S.T.A.; OLIVEIRA, V.R.; VIEIRA, C.; TSAI, S.M. Nodulação em cultivares de feijão dos conjuntos gênicos andino e meso-americano. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.37, p.1145-1150, 2002.

GOMES, E.P.; BISCARO, G.A.; ÁVILA, M.R.; LOOSLI, F.S.; VIEIRA, C.V.; BARBOSA, P.B. Desempenho agrônômico do feijoeiro comum de terceira safra sob irrigação na região Noroeste do Paraná. *Semina: Ciências Agrárias*, v.33, p.899-910, 2012

GONÇALVES, J.G.R. Estabilidade fenotípica do feijoeiro com o uso de genótipos suplementares em análise ammi. Campinas: IAC, 2008. 77p. (Dissertação de Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical).

HERRIDGE, D.F.; DANSO, S.K.A. Enhancing crop legume N₂ fixation through selection and breeding. *Plant and Soil*, v.174, p.51-82, 1995.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. Benefits of inoculation of the common bean (*Phaseolus vulgaris*) crop with efficient and competitive *Rhizobium* strains. *Biology and Fertility of Soils*, v.39, p.88-93, 2003.

IBD (INSTITUTO BIODINÂMICO). Material para consulta disponível no endereço eletrônico <<http://www.ibd.com.br/pt/ServicosCertificacoes.aspx>>. Acesso em: 01 de março de 2012.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Censo agropecuário 2006. Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. p.1-777, 2009.

KELLY, J.D.; KOLKMAN, J.M.; SCHNEIDER, K. Breeding for yield in dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Euphytica*, v.102, p.343-356, 1998.

KUBOTA, F.Y.; NETO, A.C.A.; ARAÚJO, A.P.; TEIXEIRA, M.G. Crescimento e acumulação de nitrogênio de plantas de feijoeiro originadas de sementes com alto teor de molibdênio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, p.1635-1641, 2008.

LEI N^o 10.831, DE 23 DE DEZEMBRO DE 2003. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/2003/L10.831.htm

LIMA, L.L.; CHAABAN, A. NIM (*Azadirachta indica* A. Juss): Uma alternativa para minimizar impactos ambientais. Porto Velho: Facimed, 2005. 11p. (Trabalho de conclusão de curso de Pós-graduação em Educação e Gestão Ambiental).

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.

MARTINEZ, S.S. O nim, *Azadirachta indica*: um inseticida natural. Londrina: IAPAR, 1999. 5p. (Comunicado Técnico, 21).

MENTEN, J.O.M.; MORAES, M.H.D.; NOVENBRE, A.D.L.C.; ITO, M.A. Qualidade de sementes de feijão no Brasil. In: CASTRO, J.L.; ITO, M.F. (Coords.). DIA DE CAMPO DE FEIJÃO, 21. 2006, Capão Bonito. Anais... Campinas: IAC, 2006. p.37-44. (Documentos IAC, n.76)

MERCANTE, F.M.; STRALIOTTO, R.; DUQUE, F.F.; FRANCO, A.A. A inoculação do feijoeiro comum com Rizóbio. Seropédica: Embrapa CNPBS, 1992. (Comunicado Técnico, 10). 8p.

MELÃO, I.B. Desenvolvimento Rural Sustentável a Partir da Agroecologia e da Agricultura Orgânica: O Caso do Paraná. Curitiba: IPARDES, 2010. (Nota técnica, 8). 27p.

MELO, L.C.; MOREIRA, J.A.A.; DIDONET, A.D.; MATA, W.M.; FARIA, L.C.; DEL PELOSO, M.J. Genótipos de feijoeiro comum em sistema de produção orgânico. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2007, 2p. (Comunicado Técnico, 141).

NASCENTE, A.S.; FARIA, L.C.; DEL PELOSO, M.J.; MELO, L.C.; COSTA, J.G.C.; RAVA, C.A. Cultivares de feijoeiro comum da Embrapa indicadas para o Estado do Paraná. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 4p. (Comunicado Técnico, 128).

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

PADOVAN, M.P.; LEONEL, L.A.K.; CESAR, M.N.Z.; OTSUBO, A.A.; OLIVEIRA, F.L.; MARIANI, M.A.; CAVICHIONI, I. Potencial da cultura do feijoeiro, submetido a manejo orgânico, na região de Dourados-MS. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 2. Porto Alegre, 2004. Porto Alegre: EMATER-RS, 2004. Edição Eletrônica (CD ROM).

RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B. Cultivares. In: VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T.J.P.; BORÉM, A. (Eds.). Feijão. 2 ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. p.415-436.

RIBEIRO, F.E.; DEL PELOSO, M.J. (Eds.). Recomendações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. Santo Antônio de Goiás, 2011. 64p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 89).

ROSOLEM, C.A.; MARUBAYASHI, O.M. Seja doutor do seu feijoeiro. Informações Agrônomicas, Piracicaba: Potafós, v.68, p. 1-16, 1994. (Encarte)

SENAI/DN. Elementos de apoio para as boas práticas agrícolas e o sistema APPCC. Série qualidade e segurança de alimentos, convênio CNI, SENAI, SEBRAE, EMBRAPA. 21. Ed., Brasília, DF, 2004. 200p.

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

SOARES, D.M.; THUNG, M.; AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J. Estimativa de custo de produção de feijão: coeficientes técnicos, custos, rendimentos e rentabilidade. In: Congresso nacional de pesquisa em feijão, 8., 2005, Goiânia. Anais... Goiânia: Embrapa, 2005. p.881-883.

SOUZA, E.D.; CARNEIRO, M.A.C.; PAULINO, H.B. Atributos físicos de um Neossolo Quartzarênico e um Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de manejo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.40, p.1135-1139, 2005.

SOUZA, R.B.; ALCÂNTARA, F.A. Adubação no sistema orgânico de produção de hortaliças. Brasília, 2008. 8p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 65).

VIEIRA, C.; JUNIOR PAULA, T.J.; BORÉM, A. Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas. 2 ed. Viçosa: Atual, 2008. 600p.

VENTURINI, S.F.; ANTONIOLLI, Z.I.; GIRACCA, E.M.N.; VENTURINI, F.; GIRALDI, C.M. Uso de vermicomposto na cultura do feijoeiro. Revista Brasileira Agrociência, v.9, p. 45-48, 2003.

YOKOYAMA, L.P. Cultivo do feijoeiro comum. Sistemas de Produção, 2 ISSN 1679-8869 Versão eletrônica (Jan/2003). Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acessado em 01/02/2011.

ZIMMERMANN, M.J.O.; CARNEIRO, J.E.S.; DEL PELOSO, M.J.; COSTA, J.G.C.; RAVA, C.A.; SARTORATO, A.; PEREIRA, P.A.A. Melhoramento genético e cultivares. In: Cultura do feijoeiro comum no Brasil. ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J. de O. (Eds). Piracicaba: POTAFOS, 1996. p.223-273.

ZIMMERMANN, M.J.O.; TEIXEIRA, M.G. Origem e evolução. In: Cultura do feijoeiro comum no Brasil. ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. (Eds). Piracicaba: POTAFOS, 1996. p.57-70.

WESTERMANN, D.T., TERÁN, H., MUÑOS-PERA, A.G., SINGH, S.P. Plant and seed nutrient uptake in common bean in seven organic and conventional production systems. Canadian Journal of Plant Science, v.91, p.1089-1099, 2011.

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

8. ANEXOS

Tabela 7. Valores diários de temperatura média; umidade relativa máxima, mínima e média e precipitação pluviométrica no período de condução do experimento (Estação Ecologia Agrícola, Seropédica-RJ).

Data	Temperatura		Umidade (%)			Chuva (mm)
	Média (°C)	Máx.	Mín.	Méd.		
02/05/2011	24,37	83,92	78,96	81,44	3,40	
03/05/2011	21,54	88,21	84,00	86,10	2,40	
04/05/2011	21,48	88,13	84,63	86,38	0,00	
05/05/2011	22,84	88,25	83,88	86,06	0,00	
06/05/2011	24,73	81,88	74,75	78,31	0,00	
07/05/2011	22,15	87,04	81,00	84,02	0,00	
08/05/2011	22,63	83,63	77,75	80,69	0,00	
09/05/2011	22,73	84,08	78,92	81,50	0,00	
10/05/2011	21,75	95,50	92,38	93,94	25,80	
11/05/2011	23,14	87,17	82,75	84,96	0,00	
12/05/2011	22,56	88,38	83,67	86,02	0,00	
13/05/2011	21,97	90,38	85,63	88,00	1,60	
14/05/2011	20,50	92,21	88,25	90,23	2,20	
15/05/2011	21,32	86,83	81,67	84,25	1,20	
16/05/2011	20,97	90,25	84,25	87,25	3,20	
17/05/2011	18,31	92,88	86,63	89,75	13,80	
18/05/2011	18,19	90,04	85,13	87,58	8,00	
19/05/2011	18,98	90,71	86,29	88,50	0,00	
20/05/2011	20,53	86,79	81,50	84,15	0,20	
21/05/2011	20,24	86,71	81,92	84,31	0,00	
22/05/2011	20,61	82,54	75,83	79,19	0,00	
23/05/2011	21,28	77,88	71,58	74,73	0,00	
24/05/2011	21,69	76,13	68,58	72,35	0,00	
25/05/2011	20,79	84,13	78,75	81,44	0,20	
26/05/2011	22,83	72,17	64,79	68,48	0,00	
27/05/2011	20,46	94,46	91,25	92,85	2,40	
28/05/2011	18,87	89,96	85,50	87,73	1,00	
29/05/2011	18,38	84,96	79,54	82,25	0,00	
30/05/2011	18,33	83,71	77,67	80,69	0,00	
31/05/2011	18,29	87,17	82,83	85,00	0,00	
01/06/2011	18,26	88,04	83,67	85,85	0,00	
02/06/2011	18,23	90,13	86,79	88,46	0,00	
03/06/2011	18,18	88,54	84,25	86,40	0,00	
04/06/2011	18,11	90,58	85,63	88,10	3,60	
05/06/2011	17,98	86,42	77,96	82,19	0,00	
06/06/2011	17,85	82,21	77,08	79,65	0,40	
07/06/2011	17,72	71,63	67,42	69,52	0,00	
08/06/2011	17,60	81,04	73,04	77,04	12,20	

Data	Temperatura		Umidade (%)		Chuva (mm)
	Média (°C)	Máx.	Mín.	Méd.	
09/06/2011	17,53	91,46	86,71	89,08	10,60
10/06/2011	17,50	83,29	76,83	80,06	0,00
11/06/2011	17,49	89,08	84,88	86,98	0,40
12/06/2011	17,50	85,42	80,00	82,71	0,00
13/06/2011	17,56	80,83	75,21	78,02	0,20
14/06/2011	17,65	88,42	83,88	86,15	0,20
15/06/2011	17,75	89,04	84,17	86,60	1,40
16/06/2011	17,84	82,96	76,83	79,90	0,00
17/06/2011	17,93	82,50	75,17	78,83	0,00
18/06/2011	20,81	76,71	70,38	73,54	0,00
19/06/2011	18,98	82,33	76,29	79,31	0,00
20/06/2011	21,24	82,75	77,46	80,10	0,20
21/06/2011	23,26	76,13	70,29	73,21	0,00
22/06/2011	19,95	90,54	86,50	88,52	0,00
23/06/2011	20,65	93,79	90,79	92,29	0,00
24/06/2011	21,33	86,96	82,00	84,48	0,00
25/06/2011	20,21	89,00	84,79	86,90	0,20
26/06/2011	22,08	82,75	77,38	80,06	0,20
27/06/2011	18,14	94,54	91,08	92,81	9,40
28/06/2011	16,52	89,96	85,50	87,73	0,00
29/06/2011	17,78	82,67	79,13	80,90	0,20
30/06/2011	22,70	74,17	69,46	71,81	0,00
01/07/2011	22,47	78,92	73,50	76,21	0,00
02/07/2011	23,36	87,29	83,00	85,15	0,00
03/07/2011	19,98	92,58	89,00	90,79	0,00
04/07/2011	17,56	93,13	90,17	91,65	2,00
05/07/2011	16,21	91,71	88,96	90,33	0,00
06/07/2011	15,99	86,58	82,53	84,55	0,00
07/07/2011	16,56	95,00	92,67	93,83	2,00
08/07/2011	16,47	87,38	82,83	85,10	0,00
09/07/2011	14,76	86,71	81,63	84,17	0,20
10/07/2011	19,29	74,83	69,42	72,13	0,00
11/07/2011	23,04	62,42	56,50	59,46	0,00
12/07/2011	19,53	86,50	80,08	83,29	0,20
13/07/2011	21,69	70,50	62,42	66,46	0,00
14/07/2011	22,37	66,00	61,67	63,83	0,00
15/07/2011	20,18	85,88	79,79	82,83	0,20
16/07/2011	21,09	75,42	69,54	72,48	0,20
17/07/2011	24,56	61,46	56,54	59,00	0,00
18/07/2011	20,89	87,67	83,67	85,67	0,00
19/07/2011	21,22	88,00	85,04	86,52	0,00

Data	Temperatura	Umidade (%)			Chuva (mm)
	Média (°C)	Máx.	Mín.	Méd.	
20/07/2011	23,09	80,75	75,92	78,33	0,00
21/07/2011	25,89	60,17	54,88	57,52	0,00
22/07/2011	21,52	86,88	79,83	83,35	0,00
23/07/2011	19,22	95,13	92,42	93,77	10,20
24/07/2011	19,61	84,71	79,00	81,85	0,00
25/07/2011	19,10	79,63	73,13	76,38	0,00
26/07/2011	19,96	74,75	69,88	72,31	0,00
27/07/2011	22,69	67,92	62,63	65,27	0,00
28/07/2011	21,27	79,96	74,38	77,17	0,00
29/07/2011	23,73	60,88	54,92	57,90	0,00
30/07/2011	23,96	65,38	59,50	62,44	0,00
31/07/2011	22,00	81,58	76,50	79,04	0,00
01/08/2011	20,64	89,71	84,92	87,31	0,00
02/08/2011	23,36	81,54	75,63	78,58	0,00
03/08/2011	21,12	82,75	76,00	79,38	0,60
04/08/2011	17,26	77,17	70,33	73,75	4,60
05/08/2011	16,21	79,04	74,00	76,52	0,00
06/08/2011	20,98	73,33	67,17	70,25	0,00
07/08/2011	22,28	83,50	76,75	80,13	0,00
08/08/2011	22,69	82,63	76,67	79,65	0,20

Tabela 8. Valores de quadrado médio da análise de variância dos dados de caracteres associados à produção de biomassa e nodulação, no estágio de floração.

Fonte de variação	GL	Massa de parte aérea	Massa de raiz	Massa de nódulos	Número de nódulos	Raiz/parte aérea	Massa de um nódulo
Repetição	3	3726,167	7,833	1746,807	511,708	895,057	227410,604*
Cultivar	15	2768,083	34,467**	2142,391	3575,883*	2964,291*	69050,596**
Erro	45	1729,556	13,833	1220,518	1203,608	658,013	64730,971
CV (%)		29,85	23,43	47,58	33,34	19,19	34,96

*, **,*** Significativo aos níveis de 5, 1 e 0,1 % pelo teste *F*.

Tabela 9. Valores de quadrado médio da análise de variância dos dados referentes ao teor e conteúdo de N na parte aérea, no estágio de floração de cada cultivar.

Fonte de variação	GL	Teor de N na parte aérea	Conteúdo de N na parte aérea
Repetição	3	2695,625	56644,833
Cultivar	15	4002,000	55282,467
Erro	45	3120,247	36599,744
CV (%)		14,20	35,01

Tabela 10. Valores de caracteres associados à produção de biomassa e nodulação, de 16 cultivares de feijoeiro.

Cultivar	Massa de parte aérea (g m ⁻²)	Massa de raiz (g m ⁻²)	Massa de nódulos (mg pl ⁻¹)	Número de nódulos (pl ⁻¹)	Raiz:parte aérea (mg g ⁻¹)	Massa de um nódulo (µg)
Kaboon	130	15	73	106	133	684
Ouro Negro	132	12	87	115	109	757
Constanza	136	16	52	118	135	421
Radiante	106	12	84	125	134	690
Aporé	200	14	47	58	76	845
Jalo Precoce	122	18	79	123	162	674
Marfim	133	15	73	116	128	662
Pitanga	159	18	45	66	122	686
Vereda	170	20	133	164	141	806
Pontal	146	13	68	75	102	949
Bolinha	107	12	60	93	130	600
Manteigão	108	16	82	127	178	632
Valente	125	19	46	65	166	709
Estilo	142	20	84	102	155	882
Campeiro	177	16	62	76	106	910
Supremo	137	20	103	139	164	740
Média	139	16	73	104	134	728
DMS 5% Duncan	71	6	60	60	44	438

Tabela 11. Valores referentes ao teor e conteúdo de N das 16 cultivares de feijoeiro, nos estádios de floração.

Cultivar	Teor de N na parte aérea (mg g ⁻¹)	Conteúdo de N na parte aérea (g m ⁻²)
Kaboon	39,8	5,16
Ouro Negro	46,1	6,15
Constanza	34,1	4,71
Radiante	38,4	3,99
Aporé	38,5	7,70
Jalo Precoce	41,7	5,05
Marfim	40,6	5,33
Pitanga	42,0	6,63
Vereda	40,0	7,09
Pontal	37,2	5,29
Bolinha	36,1	3,76
Manteigão	40,3	4,25
Valente	33,7	4,20
Estilo	42,2	5,82
Campeiro	37,9	6,91
Supremo	41,0	5,40
Média	39,4	5,47
DMS 5% Duncan	9,6	3,29

Tabela 12. Valores de quadrado médio da análise de variância dos dados de caracteres associados à produção de biomassa e nodulação.

Fonte de variação	GL	Massa de parte aérea	Massa de raiz	Massa de nódulos	Número de nódulos	Raiz:parte aérea	Massa de um nódulo
Repetição	1	10767,781	3,781	612,500	528,125	1624,500*	17813,281
Cultivar	15	2041,298	36,131*	1562,925*	2280,925	603,833**	64411,865
Erro	15	2969,648	15,315	643,167	1039,325	123,700	63228,348
CV (%)		19,43	17,97	48,36	45,77	13,30	34,24

*, **, *** Significativo aos níveis de 5, 1 e 0,1 % pelo teste *F*.

Tabela 13. Resumo da análise de variância dos dados referentes ao teor e conteúdo de N na parte aérea (valores de quadrado médio), nos estádios de enchimento de vagens (14 dias após a floração).

Fonte de variação	GL	Teor de N na parte aérea	Conteúdo de N na parte aérea
Repetição	1	25425,125*	633656,531*
Cultivar	15	7741,933	78404,398
Erro	15	4662,658	92116,798
CV (%)		20,11	31,76

Tabela 14. Valores de caracteres associados à produção de biomassa e nodulação, de 16 cultivares de feijoeiro, nos estádios de enchimento de vagens (14 dias após a floração).

Cultivar	Massa de parte aérea (g m ⁻²)	Massa de raiz (g m ⁻²)	Massa de nódulos (mg pl ⁻¹)	Número de nódulos (pl ⁻¹)	Raiz:parte aérea (mg g ⁻¹)	Massa de um nódulo (µg)
Kaboon	313	21	49	57	72	867
Ouro Negro	259	18	111	106	79	1044
Constanza	284	27	55	71	99	786
Radiante	280	15	53	53	63	1063
Aporé	264	20	14	21	77	724
Jalo Precoce	288	21	85	92	80	921
Marfim	329	30	39	68	96	566
Pitanga	287	23	22	33	83	655
Vereda	318	24	44	82	81	508
Pontal	310	21	24	42	67	566
Bolinha	286	17	27	29	62	643
Manteigão	244	16	32	42	66	613
Valente	212	22	69	96	107	806
Estilo	305	24	99	128	86	825
Campeiro	279	25	57	81	100	700
Supremo	234	28	63	130	124	466
Média	280	22	52	70	83	734
DMS 5% Duncan	134	10	62	79	27	619

Tabela 15. Valores referentes ao teor e conteúdo de nitrogênio das 16 cultivares de feijoeiro, nos estádios de enchimento das vagens (14 dias após a floração).

Cultivar	Teor de N na parte aérea (mg g ⁻¹)	Conteúdo de N na parte aérea (g m ⁻²)
Kaboon	24,8	7,72
Ouro Negro	34,9	8,77
Constanza	25,9	7,43
Radiante	40,6	11,21
Aporé	36,0	9,49
Jalo Precoce	41,4	12,45
Marfim	32,2	10,48
Pitanga	26,6	7,59
Vereda	37,5	12,09
Pontal	37,4	11,63
Bolinha	44,1	12,64
Manteigão	30,9	7,59
Valente	38,5	8,20
Estilo	31,0	10,10
Campeiro	24,3	6,82
Supremo	37,4	8,75
Média	34,0	9,55
DMS 5% Duncan	16,8	7,47

Tabela 16. Valores de quadrado médio da análise de variância dos dados de caracteres associados à produção de grãos e componentes de produção, no estádio de maturação de grãos.

Fonte de variação	GL	Número de plantas	Número de vagens por planta	Número de grãos por vagem	Massa de 1 grão	Produção de grãos m ²	Produção de grãos 3m ²
Repetição	3	15,563	431,083	63,438	767,188	4820,557	5738,375*
Cultivar	15	15,029	697,017**	347,929**	54689,696	3598,882	3647,900*
Erro	45	8,774	235,806	30,338	479,188	2380,468	1037,875
CV (%)		13,92	18,63	13,55	6,53	23,98	16,80

*, **, *** Significativo aos níveis de 5, 1 e 0,1 % pelo teste *F*.

Tabela 17. Resumo da análise de variância dos dados referentes a massa de caule, massa de vagem, índice de colheita e descarte (valores de quadrado médio), coletados nos estádio de maturação de grãos de cada cultivar.

Fonte de variação	GL	Massa de caule	Massa de vagem	Índice de colheita	Descarte
Repetição	1	366,875*	114,167	641,391	43226
Cultivar	15	455,567***	260,800*	3891,207***	357257***
Erro	15	120,353	127,122	609,268	93221
CV (%)		15,18	20,18	4,25	106,08

*, **, *** Significativo aos níveis de 5, 1 e 0,1 % pelo teste *F*.

Tabela 18. Resumo da análise de variância dos dados referentes ao teor e conteúdo de nitrogênio, no caule, vagem e grão (valores de quadrado médio), coletados nos estádio de maturação de grãos de cada cultivar.

Fonte de variação	GL	Teor de N no caule	Teor de N na vagem	Teor de N no grão
Repetição	1	145,557	426,729	787,229
Cultivar	15	213,199	430,263*	1991,763*
Erro	15	122,413	192,663	960,340
CV (%)		15,03	17,02	8,29

*, **, Significativo aos níveis de 5, 1 e 0,1 % pelo teste *F*.

Tabela 19. Resumo da análise de variância dos dados referentes ao conteúdo de nitrogênio no grão e índice de colheita.

Fonte de variação	GL	Conteúdo de N no grão	Índice de colheita de N
Repetição	1	44266,188*	74,563
Cultivar	15	20445,529	532,663**
Erro	15	15579,276	195,196
CV (%)		19,11	1,61

*, **, Significativo aos níveis de 5, 1 e 0,1 % pelo teste *F*.

Tabela 20. Caracteres associados aos componentes de produção, índice de colheita e descarte das 16 cultivares de feijoeiro.

Cultivar	Número de vagens por planta	Número de grãos por vagem	Massa de 1 grão (mg)	Produção de grãos m ² (g m ⁻²)	Produção de grãos 3m ² (g m ⁻²)	Índice de colheita (mg g ⁻¹)	Descarte (%)
Kaboon	7,4	3,0	513	185	153	558	3,44
Ouro Negro	9,4	3,9	263	184	160	594	2,40
Constanza	6,3	2,5	553	194	188	568	12,02
Radiante	7,8	3,2	472	220	233	597	2,39
Aporé	10,6	5,3	277	271	258	662	1,94
Jalo Precoce	7,1	2,8	434	173	167	557	3,65
Marfim	9,2	4,2	238	208	182	577	3,47
Pitanga	9,8	4,0	215	187	156	549	2,13
Vereda	8,5	4,9	260	221	211	557	1,48
Pontal	8,5	5,3	257	259	215	633	0,33
Bolinha	7,4	3,5	395	190	212	574	1,86
Manteigão	5,5	3,9	481	191	179	569	7,29
Valente	9,1	4,2	237	173	174	564	0,00
Estilo	8,6	3,9	272	189	187	567	0,32
Campeiro	8,9	5,4	265	235	222	605	2,20
Supremo	8,1	5,1	236	177	172	556	1,14
Média	8,2	4,1	335	203	192	580	2,88
DMS 5% Duncan	2,6	0,9	37	84	55	42	5,25

Tabela 21. Teor e conteúdo de nitrogênio no grão e na palhada, das 16 cultivares de feijoeiro.

Cultivar	Teor de N nos grãos (mg g ⁻¹)	Conteúdo de N na palhada (g N m ⁻²)	Conteúdo de N nos grãos (g N m ⁻²)	Índice de colheita de N (mg g ⁻¹)
Kaboon	37,5	0,97	6,07	863
Ouro Negro	38,7	0,95	6,13	863
Constanza	38,0	0,97	6,41	869
Radiante	34,6	1,00	6,62	869
Aporé	31,3	0,88	7,23	893
Jalo Precoce	40,3	0,98	6,09	860
Marfim	36,7	1,02	6,61	866
Pitanga	38,5	1,05	6,23	855
Vereda	40,2	1,23	7,58	861
Pontal	37,8	1,08	8,18	884
Bolinha	37,0	0,88	6,09	874
Manteigão	37,6	0,89	6,24	875
Valente	38,4	0,96	5,70	856
Estilo	35,2	0,99	5,83	855
Campeiro	37,4	1,04	7,51	878
Supremo	39,2	0,79	6,02	885
Média	37,4	0,98	6,53	869
DMS 5% Duncan	5,3	0,32	2,14	24