



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

**TESE**

**Desempenho de cultivares de feijoeiro comum  
sob adubação orgânica e convencional**

**Rodolfo Condé Fernandes**

**Seropédica, RJ**

**2016**



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

**Desempenho de cultivares de feijoeiro comum sob adubação orgânica e  
convencional**

**RODOLFO CONDÉ FERNANDES**

*Sob a Orientação do Professor*

**Adelson Paulo de Araújo**

*e Co-orientação do Pesquisador*

**José Guilherme Marinho Guerra**

Tese submetida como requisito parcial  
para obtenção do grau de **Doutor em**  
**Ciências**, no curso de Pós-Graduação em  
Fitotecnia, Área de concentração:  
Produção Vegetal.

Seropédica, RJ

Julho de 2016

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada  
com os dados fornecidos pelo autor

F363d

Fernandes, Rodolfo Condé, 1985-  
Desempenho de cultivares de feijoeiro comum sob  
adubação orgânica e convencional / Rodolfo Condé  
Fernandes. - 2016.  
98 f.

Orientador: Adelson Paulo de Araújo.  
Coorientador: José Guilherme Marinho Guerra.  
Tese (Doutorado). -- Universidade Federal Rural do  
Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em  
Fitotecnia, 2016.

1. Phaseolus vulgaris. 2. Inoculação. 3. Tempo de  
cozimento. 4. Agricultura familiar. I. Araújo,  
Adelson Paulo de, 1963-, orient. II. Guerra, José  
Guilherme Marinho, 1958-, coorient. III Universidade  
Federal Rural do Rio de Janeiro. Programa de Pós  
Graduação em Fitotecnia. IV. Título.

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

**RODOLFO CONDÉ FERNANDES**

Tese submetida ao Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, área de concentração Produção Vegetal, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em Ciências, em Fitotecnia.

TESE aprovada em 28/07/2016

---

Adelson Paulo de Araújo, Dr. UFRRJ (Orientador)

---

Raul de Lucena Duarte Ribeiro, Dr. UFRRJ

---

Higino Marcus Lopes, Dr. UFRRJ

---

Ednaldo da Silva Araújo, Dr. Embrapa Agrobiologia

---

Rosângela Stralotto, Dra. Embrapa Solos

*Aos meus avós Nicolino Apolinário (in memoriam) e Maria Pires de Oliveira  
Apolinário,  
pela educação e acolhimento em todos os momentos,  
à minha mãe Maria Vilzenir Condé,  
por ser a principal responsável por minhas conquistas,  
aos demais familiares e amigos*

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus pela saúde e vida, e por iluminar e abençoar o meu caminho nos momentos de dificuldade e por me proporcionar muitas alegrias.

À minha mãe, pela criação, educação e valentia nos momentos mais difíceis de nossas vidas. De você, deverei para sempre o respeito, a gratidão e o afeto. Obrigado por tudo.

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

À Gleica, pelo amor, companheirismo, ajuda constante e conselhos que foram essenciais nessa caminhada. Obrigado por existir na minha vida!

Ao Professor e orientador Adelson, pela força e dedicação com que conduz todos seus alunos e orientados, e pela paciência e grandes ensinamentos durante todo o meu período de pós-graduação, muito obrigado.

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

Ao meu amigo Emerson Dalla pela amizade sincera e apoio incondicional.

A todos os funcionários e bolsistas da Embrapa Agrobiologia, em especial ao Rosinaldo, Ilzo, Hernani, Alderi, Eugênio, Paulo, Luciano, Edilson, José Pedro, Fredson, Edvaldo, Josias, Oséias, Silvio, Samuel (in memoriam), Ubirajara, Mara, Silvio Santos, Bárbara, Rafael, Laíz, Letícia, Valéria e Lúcia Helena, pelo auxílio na coleta do experimento, apoio e parceria.

À UFRRJ e aos professores e funcionários do Curso de Pós Graduação em Fitotecnia, pela formação, capacitação, ensinamentos prestados e pela contribuição no meu desenvolvimento como cidadão.

Aos produtores rurais do município de Cachoeiras de Macacu - RJ, Senhor Roberto Mamoru e Dona Lilian Vasconcelos, pela receptividade e por terem disponibilizado as áreas para implantação dos experimentos.

A todos que contribuíram durante a implantação, condução e colheita dos experimentos, em especial aos amigos Josimar e Savinho pela amizade e ajuda constante, vocês foram fundamentais!

À pesquisadora Rosirez Deliza, ao analista José Carlos e a todos os bolsistas do laboratório de análise sensorial da Embrapa Agroindústria de Alimentos, pela receptividade, apoio e liberação do laboratório para análises tecnológicas dos grãos.

A CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Instituto Federal de Roraima, que me liberou das atividades de ensino para dar continuidade ao doutorado e a todos os colegas de trabalho, muito obrigado.

Aos membros da banca, Raul de Lucena, Higino Marcus, Ednaldo da Silva e Rosângela Stralio, por terem aceitado o convite e pelas sugestões.

Aos moradores e amigos do alojamento da Embrapa Agrobiologia, pelos vários momentos bons ali vividos.

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

**Eu sou parte de uma equipe. Então, quando venço, não sou eu apenas quem vence.  
De certa forma termino o trabalho de um grupo enorme de pessoas!**

**Ayrton Senna**

## **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. cursou 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, concluindo-o em julho de 2012. Em dezembro de 2012 ingressou no curso de Doutorado em Fitotecnia da UFRRJ, e em maio de 2014 efetivou-se como professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal de Roraima, Campus Novo Paraíso.

## RESUMO GERAL

FERNANDES, Rodolfo Condé. **Desempenho de cultivares de feijoeiro comum sob adubação orgânica e convencional**. Seropédica-RJ, UFRRJ, 2016. XXp. (Tese, Doutorado em Fitotecnia).

Em cultivares de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) a inoculação de sementes associada à aplicação de adubos orgânicos pode ser uma alternativa para a substituição dos adubos nitrogenados, principalmente para agricultores familiares. O objetivo deste trabalho foi avaliar, em condições de campo, os efeitos de diferentes tipos de adubação na nodulação, crescimento, produção de grãos e análise tecnológica de grãos, em diferentes cultivares de feijoeiro comum. Foram conduzidos dois experimentos na Embrapa Agrobiologia, em Seropédica – RJ, durante abril e julho de 2013 e abril e agosto de 2014, em esquema fatorial 4x4 em parcelas subdivididas com 4 repetições, entre 4 cultivares e 4 tratamentos de adubação: testemunha sem adubação, adubação química e duas doses de adubação orgânica com esterco bovino no sulco de plantio e torta de mamona em cobertura. As sementes foram inoculadas com estirpes comerciais de rizóbio, e efetuaram-se amostragens de biomassa na floração e avaliação da produção de grãos na maturação. Com o objetivo de determinar a influência da adubação sobre características tecnológicas dos grãos, instalou-se um terceiro experimento a campo entre setembro a dezembro de 2015, com 6 cultivares de feijoeiro, sob adubação química ou orgânica. Nos experimentos de 2013 e 2014, as cultivares de feijoeiro apresentaram boa produção de nódulos e de biomassa, com destaque para o tratamento com a menor dose de adubação orgânica. A produção de grãos das quatro cultivares não diferiu entre os tratamentos de adubação, que foram superiores à testemunha sem adubação. A produção média de grãos das cultivares foi de 201 e 248 g m<sup>-2</sup> em 2013 e 2014, respectivamente. A adubação orgânica associada à inoculação proporcionou rendimentos de grãos satisfatórios e semelhantes aos obtidos pela adubação química. As adubações orgânicas proporcionaram conteúdos de N, P, K e Mg nos grãos similares à adubação química. No experimento de 2015, a porcentagem de absorção de água nos grãos e o tempo de cozimento foram menores quando os grãos foram provenientes da adubação orgânica para a maioria das cultivares. Com a proposta de inserir diferentes cultivares de feijoeiro comum e difundir a técnica de inoculação de sementes, foram instalados dois experimentos em duas propriedades de agricultores familiares em Cachoeiras de Macacu – RJ, entre abril e julho de 2014. No sítio Dois Irmãos foram

avaliadas 5 cultivares de feijoeiro e dois tratamentos de adubação (química praticada pelo agricultor e orgânica), e no sítio Santa Mônica avaliaram-se 6 cultivares de feijoeiro, sem adubação. As sementes foram inoculadas com estirpes comerciais de rizóbio. Todas as cultivares avaliadas apresentaram bom desempenho para os diferentes tipos de manejo, com rendimento médio acima de 200 g m<sup>-2</sup>.

**Palavras-chave:** *Phaseolus vulgaris*, Inoculação, Tempo de cozimento, Agricultura familiar.

## GENERAL ABSTRACT

FERNANDES, Rodolfo Condé. **Growth, nodulation , productivity and technological analysis of grains of common bean cultivars under organic and conventional fertilization.** Seropédica-RJ, UFRRJ, 2016. XXp. (Thesis , PhD in Plant Science).

In common bean (*Phaseolus vulgaris* L.), inoculation associated with the application of organic fertilizers can be an alternative to the replacement of nitrogen fertilizers, especially for family farmers. The objective of this study was to evaluate, under field conditions, the effects of different types of fertilizers on nodulation, growth, grain yield and grain technological analysis of different common bean cultivars. Two experiments were conducted at Embrapa Agrobiologia, Seropédica - RJ, during April and July 2013 and April and August 2014. A 4x4 factorial split plot design with 4 replications was applied, using 4 bean cultivars and 4 fertilization treatments: control without fertilization, chemical fertilizer and two levels of organic manure with cattle manure at planting and castor seed meal top dressed. The seeds were inoculated with commercial rhizobia strains. Biomass samples were taken at flowering and grain yield evaluated at grain maturity. In order to determine the influence of fertilization on grain technological characteristics, a field experiment was carried out from September to December 2015 with 6 bean cultivars with chemical or organic fertilization. The cultivars showed good production of nodules and biomass, especially in the treatment that received the lowest dose of organic fertilizer. Grain yield of the 4 cultivars did not differ between the fertilization treatments, which were superior to the non-fertilized control. The average grain yield was 201 and 248 g m<sup>-2</sup> in 2013 and 2014, respectively. Organic fertilizer associated with seed inoculation provided satisfactory grain yield which was similar to that obtained by the chemical fertilizer treatment. The contents of N, P, K and Mg in grains provided by organic fertilizer was similar to that of chemical fertilizer. In the 2015 experiment, the percentage of water absorption in grains and baking time was lower in beans that received chemical fertilizers for most cultivars. With the proposal to insert different cultivars of common bean and spread the seed inoculation technique, two experiments were installed in two properties of family farmers in Cachoeiras de Macacu – RJ, between April and July 2014. At the Dois Irmãos site 5 bean cultivars and two fertilizer treatments (chemical fertilizer at the farmers' applied rate and organic fertilizer) were evaluated, while at the Santa Monica site, 6 bean cultivars were

evaluated without fertilization. Seeds were inoculated with commercial rhizobia strains. All cultivars showed good performance in the different types of management with average grain yields above 200 g m<sup>-2</sup>.

**Keywords:** *Phaseolus vulgaris* L., Inoculation, Cooking Time, Family Agriculture.

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Área plantada e rendimento de grãos de feijão no Brasil, no período compreendido entre os anos de 2000 a 2015 (CONAB, 2015b). .....	5
<b>Figura 2.</b> Observações semanais para precipitação acumulada (mm), temperatura máxima média (°C) e temperatura mínima média (°C) no campo experimental da Embrapa Agrobiologia, no período de a) abril a julho de 2013; e b) abril a agosto de 2014; (Estação Ecologia Agrícola, Seropédica - RJ). .....	25
<b>Figura 3.</b> Preparação das sementes para plantio com inoculação das mesmas no campo: (A) adição de inoculante turfoso em recipiente plástico contendo as sementes; (B) despeje da solução açucarada para melhor recobrimento da semente (C); agitação para homogeneização da mistura entre semente e inoculante; (D) secagem das sementes a sombra. ....	29
<b>Figura 4.</b> Visão geral do experimento de 2013 aos 38 dias após o plantio, no campo experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica - RJ. ....	30
<b>Figura 5.</b> Esquema das parcelas experimentais, indicando os locais de amostragem de biomassa na floração (F), assim como as áreas nas linhas centrais para avaliação dos componentes de produção (1 m <sup>2</sup> ) e rendimento de grãos (2 m <sup>2</sup> ). ....	31
<b>Figura 6.</b> Penetrômetro de Burr utilizado para determinar o tempo de cozimento. ....	33
<b>Figura 7.</b> Tempo de cozimento dos grãos de 6 cultivares de feijoeiro comum submetidas aos tratamentos adubação química e adubação orgânica, em ensaio experimental em Seropédica – RJ no ano de 2015. Em que letras maiúsculas devem ser analisadas dentro de cada cultivar e letras minúsculas entre todos os cultivares estudados. ....	53
<b>Figura 8.</b> Observações semanais para precipitação acumulada (mm), temperatura máxima média (°C) e temperatura mínima média (°C) no período de abril a julho de 2014 em Cachoeiras de Macacu – RJ (INMET, 2014). ....	62
<b>Figura 9.</b> Escolha das sementes das cultivares de feijoeiro pelo agricultor Senhor Roberto Mamoru, proprietário do “Sítio Dois Irmãos” em Cachoeiras de Macacu - RJ. ....	63
<b>Figura 10.</b> Momento da inoculação das sementes com o agricultor Roberto Mamoru (cultivar Kaboon). ....	64
<b>Figura 11.</b> Croqui da área experimental dos experimentos de 2013 e 2014, em esquema de parcelas subdivididas 4x4 entre 4 cultivares (Aporé, Constanza, Manteigão, Valente);	

e 4 tipos de adubação: testemunha sem adubação (TT), adubação química (MN), adubação orgânica dose 1 (G1) e adubação orgânica dose 2 (G2))..... 91

**Figura 12.** Croqui da área experimental conduzida em blocos ao acaso, em esquema parcelas subdivididas 5x2 (5 cultivares: Kaboon, Valente, Constanza, Manteigão e Radiante; e 2 tipos de adubação: química (MN) e Orgânica (G)) (Sítio dois Irmãos)... 92

**Figura 13.** Croqui da área experimental conduzida em blocos ao acaso, com a casualização dos tratamentos representado pela avaliação das 6 cultivares (Valente, Constanza, Radiante, Bolinha, Pitanga e Jalo Precoce (Sítio Santa Mônica)). ..... 92

**Figura 14.** Croqui da área experimental conduzida em blocos ao acaso, com a casualização dos tratamentos representado pela avaliação das 6 cultivares (Valente, Constanza, Radiante, Bolinha, Pitanga e Jalo Precoce (Sítio Santa Mônica)). ..... 93

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Resultados da análise química (0 a 20 cm de profundidade) dos solos em duas áreas distintas, nos anos de 2013 e 2014, em Seropédica - RJ.....	26
<b>Tabela 2.</b> Características principais das cultivares de feijoeiro avaliadas; as datas de floração e o ciclo foram registradas em outro experimento conduzido em sistema orgânico de produção em Seropédica – RJ em 2012.....	27
<b>Tabela 3.</b> Características das cultivares utilizadas para análise tecnológica dos grãos.	28
<b>Tabela 4.</b> Número de nódulos e massa seca de nódulos de 4 cultivares de feijoeiro comum no estágio de floração, submetidas aos tratamentos testemunha sem adubação (TT), adubação química (MN), adubação orgânica dose 1 (G1) e adubação orgânica dose 2 (G2), em experimentos de campo em Seropédica – RJ nos anos de 2013 e 2014.....	36
<b>Tabela 5.</b> Massa seca de raízes e massa seca de parte aérea de 4 cultivares de feijoeiro comum no estágio de floração, submetidas aos tratamentos testemunha sem adubação (TT), adubação química (MN), adubação orgânica dose 1 (G1) e adubação orgânica dose 2 (G2), em experimentos de campo em Seropédica – RJ nos anos de 2013 e 2014.....	39
<b>Tabela 6.</b> Número de plantas, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de 1 grão, produção de grãos e índice de colheita de 4 cultivares de feijoeiro comum, submetidas aos tratamentos testemunha sem adubação (TT), adubação química (MN), adubação orgânica dose 1 (G1) e adubação orgânica dose 2 (G2), em experimentos de campo em Seropédica – RJ nos anos de 2013 e 2014.....	45
<b>Tabela 7.</b> Teor e conteúdo de nitrogênio, fósforo e potássio em grãos de 4 cultivares de feijoeiro comum, submetidas aos tratamentos testemunha sem adubação (TT), adubação química (MN), adubação orgânica dose 1 (G1) e adubação orgânica dose 2 (G2), em experimento de campo em Seropédica – RJ no ano de 2013..	50
<b>Tabela 8.</b> Teor e conteúdo de cálcio e magnésio em grãos de 4 cultivares de feijoeiro comum, submetidas aos tratamentos testemunha sem adubação (TT), adubação química (MN), adubação orgânica dose 1 (G1) e adubação orgânica dose 2 (G2), em experimento de campo em Seropédica – RJ no ano de 2013. ....	51
<b>Tabela 9.</b> Teor e conteúdo de nitrogênio, fósforo e potássio em grãos de 4 cultivares de feijoeiro comum, submetidas aos tratamentos testemunha sem adubação (TT), adubação	

química (MN), adubação orgânica dose 1 (G1) e adubação orgânica dose 2 (G2), em experimento de campo em Seropédica – RJ no ano de 2014. ....	52
<b>Tabela 10.</b> Teor e conteúdo de cálcio e magnésio em grãos de 4 cultivares de feijoeiro comum, submetidas aos tratamentos testemunha sem adubação (TT), adubação química (MN), adubação orgânica dose 1 (G1) e adubação orgânica dose 2 (G2), em experimento de campo em Seropédica – RJ no ano de 2014. ....	53
<b>Tabela 11.</b> Absorção de água dos grãos de 6 cultivares de feijoeiro comum submetidas aos tratamentos adubação química e adubação orgânica, em ensaio experimental em Seropédica – RJ no ano de 2015.....	52
<b>Tabela 12.</b> Resultados da análise química de amostra (0 a 20 cm de profundidade) do solo utilizado dos experimentos em Cachoeiras de Macacu .....	63
<b>Tabela 13.</b> Características principais das cultivares avaliadas; as datas de floração e o ciclo foram registradas em outro experimento conduzido em sistema orgânico de produção em Seropédica – RJ em 2012 .....	64
<b>Tabela 14.</b> Número de plantas, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de um grão e produção de grãos de 5 cultivares de feijoeiro avaliados sob adubação orgânica e química no Sítio Dois Irmãos, em Cachoeiras de Macacu – RJ, 2014. ....	68
<b>Tabela 15.</b> Número de plantas, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de um grão e produção de grãos de 6 cultivares de feijoeiro avaliadas no Sítio Santa Mônica, em Cachoeiras de Macacu – RJ, 2014 .....	70
<b>Tabela 16.</b> Análise de variância (valores de quadrado médio) dos dados de número de nódulos e massa de nódulos de 4 cultivares de feijoeiro comum, submetidas aos tratamentos testemunha sem adubação (TT), adubação química (MN), adubação orgânica dose 1 (G1) e adubação orgânica dose 2 (G2), em experimento de campo em Seropédica – RJ no ano de 2013.....	93
<b>Tabela 17.</b> Análise de variância (valores de quadrado médio) de número de nódulos e massa de nódulos de 4 cultivares de feijoeiro comum, submetidas aos tratamentos testemunha sem adubação (TT), adubação química (MN), adubação orgânica dose 1 (G1) e adubação orgânica dose 2 (G2), em experimento de campo em Seropédica – RJ no ano de 2014.....	94
<b>Tabela 18.</b> Análise de variância (valores de quadrado médio) dos dados massa de raízes e massa de parte aérea de 4 cultivares de feijoeiro comum, submetidas aos tratamentos	

testemunha sem adubação (TT), adubação química (MN), adubação orgânica dose 1 (G1) e adubação orgânica dose 2 (G2), em experimento de campo em Seropédica – RJ no ano de 2013.....	94
<b>Tabela 19.</b> Análise de variância (valores de quadrado médio) dos dados de massa de raízes e massa de parte aérea de 4 cultivares de feijoeiro comum, submetidas aos tratamentos testemunha sem adubação (TT), adubação química (MN), adubação orgânica dose 1 (G1) e adubação orgânica dose 2 (G2), em experimento de campo em Seropédica – RJ no ano de 2014.....	94
<b>Tabela 20.</b> Análise de variância (valores de quadrado médio) dos dados de número de plantas, número de vagens por planta, número de grãos por vagem de 4 cultivares de feijoeiro comum, submetidas aos tratamentos testemunha sem adubação (TT), adubação química (MN), adubação orgânica dose 1 (G1) e adubação orgânica dose 2 (G2), em experimento de campo em Seropédica – RJ no ano de 2013. ....	95
<b>Tabela 21.</b> Análise de variância (valores de quadrado médio) dos dados de massa de 1 grão, produção de grãos e índice de colheita de 4 cultivares de feijoeiro comum, submetidas aos tratamentos testemunha sem adubação (TT), adubação química (MN), adubação orgânica dose 1 (G1) e adubação orgânica dose 2 (G2), em experimento de campo em Seropédica – RJ no ano de 2013. ....	95
<b>Tabela 22.</b> Análise de variância (valores de quadrado médio) dos dados de número de plantas, número de vagens por planta, número de grãos por vagem de 4 cultivares de feijoeiro comum, submetidas aos tratamentos testemunha sem adubação (TT), adubação química (MN), adubação orgânica dose 1 (G1) e adubação orgânica dose 2 (G2), em experimento de campo em Seropédica – RJ no ano de 2014. ....	95
<b>Tabela 23.</b> Análise de variância (valores de quadrado médio) dos dados de número de massa de 1 grão, produção de grãos e índice de colheita de 4 cultivares de feijoeiro comum, submetidas aos tratamentos testemunha sem adubação (TT), adubação química (MN), adubação orgânica dose 1 (G1) e adubação orgânica dose 2 (G2), em experimento de campo em Seropédica – RJ no ano de 2014. ....	96
<b>Tabela 24.</b> Análise de variância (valores de quadrado médio) dos dados referentes ao teor dos nutrientes Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) nos grãos, de 4 cultivares de feijoeiro comum, submetidas aos tratamentos testemunha sem adubação (TT), adubação química (MN), adubação orgânica dose 1	

(G1) e adubação orgânica dose 2 (G2), em experimento de campo em Seropédica – RJ no ano de 2013.....	96
<b>Tabela 25.</b> Análise de variância (valores de quadrado médio) dos dados referentes ao conteúdo dos nutrientes Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) nos grãos, de 4 cultivares de feijoeiro comum, submetidas aos tratamentos testemunha sem adubação (TT), adubação química (MN), adubação orgânica dose 1 (G1) e adubação orgânica dose 2 (G2), em experimento de campo em Seropédica – RJ no ano de 2013.....	96
<b>Tabela 26.</b> Análise de variância (valores de quadrado médio) dos dados referentes ao teor dos nutrientes Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) nos grãos, de 4 cultivares de feijoeiro comum, submetidas aos tratamentos testemunha sem adubação (TT), adubação química (MN), adubação orgânica dose 1 (G1) e adubação orgânica dose 2 (G2), em experimento de campo em Seropédica – RJ no ano de 2014.....	97
<b>Tabela 27.</b> Análise de variância (valores de quadrado médio) dos dados referentes ao conteúdo dos nutrientes Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) nos grãos, de 4 cultivares de feijoeiro comum, submetidas aos tratamentos testemunha sem adubação (TT), adubação química (MN), adubação orgânica dose 1 (G1) e adubação orgânica dose 2 (G2), em experimento de campo em Seropédica – RJ no ano de 2014.....	97
<b>Tabela 28.</b> Análise de variância (valores de quadrado médio) dos dados referentes ao tempo de cozimento dos grãos e absorção de água dos grãos, de 6 cultivares de feijoeiro comum submetidas aos tratamentos adubação química e adubação orgânica em ensaio experimental em Seropédica – RJ no ano de 2015.....	97
<b>Tabela 29.</b> Tempo de cozimento e absorção de água dos grãos de 6 cultivares de feijoeiro comum submetidas aos tratamentos adubação química e adubação orgânica, em ensaio de campo em Seropédica – RJ no ano de 2015. ....	98
<b>Tabela 30.</b> Análise de variância (valores de quadrado médio) dos dados de número de plantas, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de 1 grão e produção de grãos de plantas de feijoeiro 5 cultivares avaliados sob adubação orgânica e química no Sítio Dois Irmãos, em Cachoeiras de Macacu – RJ no ano 2014.....	98
<b>Tabela 31.</b> Análise de variância (valores de quadrado médio) dos dados de número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de grão e produção de grãos de	

plantas de feijoeiro 6 cultivares avaliados no Sítio Santa Mônica, em Cachoeiras de Macacu – RJ no ano 2014. .... 98

## SUMARIO

<b>1. INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	1
1.1. <b>Objetivos</b> .....	3
1.2. <b>Hipóteses</b> .....	3
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	3
3.1. <b>A importância da cultura do feijoeiro</b> .....	3
3.2. <b>Fixação biológica de nitrogênio em feijoeiro</b> .....	6
3.3. <b>Manejo das adubações nitrogenadas no feijoeiro e sua interação com a fixação biológica de nitrogênio</b> .....	9
3.4. <b>Qualidade tecnológica e nutricional dos grãos</b> .....	14
<b>3. CAPÍTULO I: CRESCIMENTO, PRODUÇÃO E ANÁLISE TECNOLÓGICA DE GRÃOS DE CULTIVARES DE FEJJOEIRO COMUM SOB ADUBAÇÃO ORGÂNICA E CONVENCIONAL</b> .....	18
<b>RESUMO</b> .....	18
<b>ABSTRACT</b> .....	20
3.1. <b>INTRODUÇÃO</b> .....	22
3.2. <b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	24
3.2.1. <b>Caracterização da área experimental</b> .....	24
3.2.2. <b>Delineamento experimental e tratamentos</b> .....	26
3.2.3. <b>Implantação e condução dos experimentos</b> .....	28
3.2.4. <b>Determinações</b> .....	30
3.2.4.1. <b>Produção de biomassa e nodulação</b> .....	30
3.2.4.2. <b>Produção de grãos</b> .....	31
3.2.4.3. <b>Teores e conteúdos de nutrientes</b> .....	31
3.2.4.4. <b>Análise tecnológica dos grãos</b> .....	32
3.2.5. <b>Análise estatística</b> .....	33
3.3. <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	34
3.3.1. <b>Nodulação e produção de biomassa</b> .....	34
3.3.2. <b>Produção de grãos</b> .....	40
3.3.3. <b>Teores e conteúdos de nutrientes nos grãos</b> .....	47
3.3.4. <b>Análise tecnológica dos grãos</b> .....	52

<b>3.4. CONCLUSÕES</b> .....	54
<b>4. CAPÍTULO II – AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE FEIJOEIRO EM PARCERIA COM AGRICULTORES FAMILIARES DA REGIÃO DE CACHOEIRAS DE MACACU – RJ</b> .....	56
<b>RESUMO</b> .....	56
<b>ABSTRACT</b> .....	58
<b>4.1. INTRODUÇÃO</b> .....	59
<b>4.2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	61
<b>4.2.1. Caracterização da área experimental</b> .....	61
<b>4.2.2. Delineamento experimental, implantação e manejo dos experimentos</b> .....	63
<b>4.2.2.1. Sítio Dois Irmãos</b> .....	65
<b>4.2.2.2. Sítio Santa Mônica</b> .....	65
<b>4.2.3. Determinações e análise estatística</b> .....	66
<b>4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	66
<b>4.3.1. Sítio Dois Irmãos</b> .....	66
<b>4.3.2. Sítio Santa Mônica</b> .....	69
<b>4.4. CONCLUSÕES</b> .....	71
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	71
<b>6. CONCLUSÕES GERAIS</b> .....	72
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	74
<b>8. ANEXOS</b> .....	91

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Os grãos de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) constituem uma das principais fontes de proteína na alimentação humana em vários países da América Latina e da África Oriental e do Sul, sendo que um terço do total é produzido em propriedades com área inferior a 10 ha e que se estendem em uma ampla diversidade de ambientes e com distintos níveis tecnológicos (BROUGHTON et al., 2003).

No cenário mundial o Brasil se destaca na produção e no consumo de feijão, sendo um dos três maiores produtores (FAO, 2015). A produção brasileira referente à safra 2014/2015 foi de 3,2 milhões de toneladas, em uma área plantada de 3,03 milhões de hectares, resultando em uma produtividade média de 1050 kg ha<sup>-1</sup>, com uma queda de 5% em relação à safra do ano anterior (CONAB, 2015a).

Segundo o Censo Agropecuário de 2006 do IBGE (2009), 62% da quantidade produzida de feijão é proveniente da agricultura familiar, o que confirma sua aptidão para produção em pequena escala. Agricultores familiares do Brasil têm alcançado uma produtividade média entre 650 a 850 kg ha<sup>-1</sup> para o feijoeiro comum (EMBRAPA, 2009), considerado baixo rendimento para o potencial da cultura. Este aspecto está associado ao baixo nível técnico empregado pelos produtores e pelo cultivo do feijoeiro em solos de baixa fertilidade (MERCANTE et al., 1999; PELEGRIN et al., 2009).

Dentre as principais fontes de N para a cultura do feijoeiro, destaca-se a decomposição da matéria orgânica do solo, a fixação biológica de N<sub>2</sub> atmosférico (FBN), através da simbiose com bactérias, e o emprego dos adubos nitrogenados. Entretanto, considera-se que, além do custo econômico, o uso de adubos nitrogenados proporciona um custo ecológico suplementar (PELEGRIN et al., 2009). De acordo com Stralio et al. (2002), a FBN pode ser uma alternativa em detrimento ao uso de adubos nitrogenados, não somente econômica mas, também, ecologicamente sustentável.

A inoculação com bactérias do grupo dos rizóbios é uma alternativa que pode substituir, ainda que parcialmente, a adubação nitrogenada, resultando em benefícios ao pequeno produtor (FUSTEC et al., 2010). Porém, apesar de ser uma técnica difundida pela pesquisa ainda é pouco utilizada pelos agricultores. Contudo, 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 química pela simbiose (HUNGRIA et al., 2003).

Desse modo, instituições de pesquisa vêm buscando alternativas que proporcionem, além da substituição de insumos, a utilização de técnicas compatíveis com a preservação dos recursos ambientais (DIDONET et al., 2009), como a utilização de cultivares adaptadas a diversos ambientes, a fertilização do solo através da adubação orgânica e o uso de inoculantes (VENTURINI et al., 2003; VENTURINI et al., 2005; VIEIRA et al.; 2005; CARVALHO et al., 2007; FERNANDES et al., 2015). Além disso, a utilização de adubos orgânicos promove a melhoria das características químicas, físicas e biológicas nos solos (SOUZA et al., 2005), diminuindo a dependência de adubos minerais e contribuindo com sustentabilidade ambiental.

Avaliações realizadas quanto o desempenho de cultivares de feijoeiro comum, em sistemas orgânicos de produção, contemplando genótipos com diferentes tipos de grãos e de fenologia, demonstraram boa capacidade produtiva nesse tipo de manejo (CARVALHO & WANDERLEY, 2007; FERNANDES et al., 2015).

Dessa forma, estudos específicos quanto à avaliação de cultivares adaptadas e responsivas ao manejo orgânico associadas à inoculação em diferentes ambientes de cultivo são de extrema importância, bem como entender os efeitos relacionados às respostas fisiológicas da simbiose quando a planta é exposta a adubação química ou orgânica, com objetivo de se buscar um equilíbrio entre a adição de N e a FBN, e, conseqüentemente, aumento de produtividade da cultura.

Além dos aspectos relacionados à planta deve se considerar aspectos associados à aceitação comercial de uma cultivar de feijão, tanto do ponto de vista nutricional como de aparência e capacidade de cozimento dos grãos. Os consumidores são regionalmente exigentes quanto à cor e o tipo de grão, além da qualidade culinária (DEL & MELO, 2005). Vários caracteres culinários são importantes para aceitação comercial de uma cultivar de feijão, dentre as quais se destaca a boa capacidade de cozimento (CARBONEL et al., 2003), pois o cozimento rápido é de interesse dos consumidores que dispõem de pouco tempo para o preparo das refeições (RIBEIRO et al., 2007), além de significar economia de energia e de capital (RODRIGUES et al., 2005). Desse modo, estudos das propriedades dos grãos de feijão tornam-se uma ferramenta adicional na seleção de cultivares para plantio.

## 1.1. Objetivos

Os resultados da tese são apresentados em dois capítulos. O primeiro capítulo teve por objetivo avaliar, em condições de campo, os efeitos de diferentes tipos de adubação na nodulação, crescimento, produção de grãos e análise tecnológica de grãos, em diferentes cultivares de feijoeiro comum. No segundo capítulo o objetivo foi avaliar, em condições de campo, a produção de diferentes cultivares de feijoeiro e a utilização técnicas de manejo de baixo custo em propriedades de agricultores familiares da região de Cachoeiras de Macacu – RJ.

## 1.2. Hipóteses

- A produtividade de cultivares de feijoeiro comum com inoculação das sementes e da adubação orgânica no plantio, é agronomicamente equivalente à obtida a partir do cultivo convencional.

- A utilização de adubos orgânicos, no plantio do feijoeiro, favorece a simbiose com bactérias diazotróficas, mantendo o potencial de fixação biológica de nitrogênio na cultura.

- O uso da inoculação das sementes e da adubação orgânica no plantio promove aumento na produtividade de grãos da cultura.

- A inclusão de diferentes cultivares de feijoeiro para agricultores familiares, em processos de transição agroecológica, proporciona incrementos no rendimento de grãos da cultura.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. A importância da cultura do feijoeiro

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) teve seu centro de origem no Novo Mundo, e atualmente é encontrado em todos continentes, sendo explorado por vários povos de diferentes hábitos alimentares e em diferentes sistemas de produção. Os gêneros *Phaseolus* e *Vigna* são os mais cultivados, com produção diversificada quanto ao tamanho e cores dos grãos (YOKOYAMA et al., 1996).

O *Phaseolus vulgaris* é a espécie mais cultivada do gênero, dentre elas *P. coccineus*, *P. acutifolius*, *P. lunatus* (YOKOYAMA et al., 1996), e que abrange a maior área de plantio e produção no Brasil. Todavia, destaca-se também o gênero *Vigna*

(caupi), conhecido como feijão-de-corda, feijão-massacar, feijão-fradinho, entre outros, que por questões edafoclimáticas, seu cultivo predomina na região Norte e Nordeste, regiões menos propícias ao cultivo do feijão comum (BORÉM & CARNEIRO, 2006).

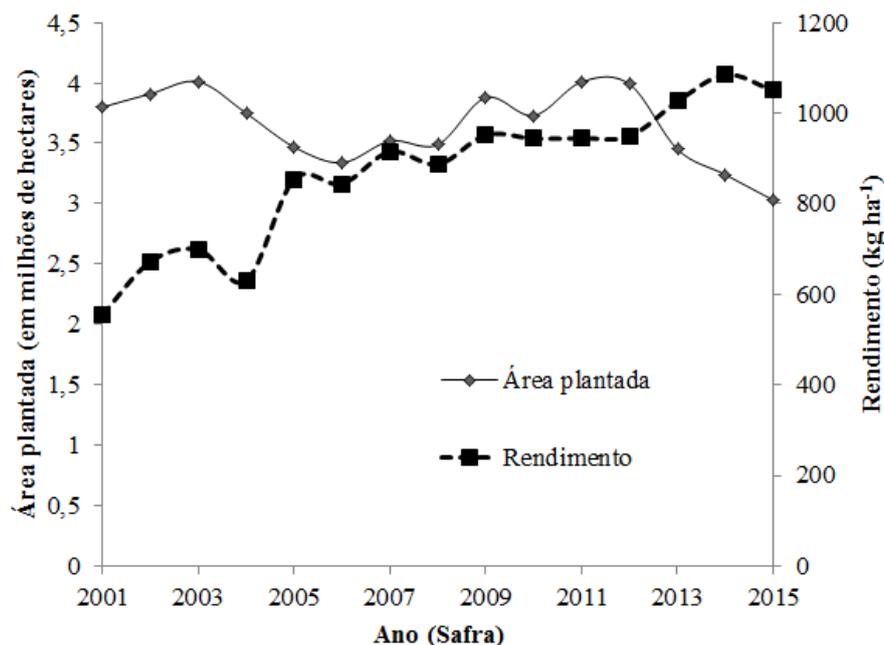
A importância econômica e social da cultura do feijão para o Brasil é indiscutível. Os grãos de feijão constituem alimento básico na dieta alimentar da população brasileira e de grande parte da América Latina, sendo prato quase obrigatório dos residentes rurais e urbanos (YOKOYAMA et al., 1996), considerado excelente fonte de proteínas, principalmente em alguns países onde a fonte de proteína animal representa alto custo e não é suficiente para atender toda a demanda, além de uma considerável porção de carboidratos e acentuada quantidade de ferro (BORÉM & CARNEIRO, 2006). De 10 brasileiros, sete consomem feijão diariamente, sendo que o consumo do produto, em média, por pessoa chega a 19 quilos de feijão por ano (MAPA, 2015).

Há uma enorme diversidade para as cores, tipos e qualidade culinária dos grãos de feijão, sendo que a preferência da população pelos diversos padrões comerciais de feijão é uma peculiaridade de cada região (BORÉM & CARNEIRO, 2006), tanto que o consumo nacional compõe-se de 20% de tipo de grão preto, consumido principalmente nos estados do Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul; 60% de grão tipo cores (destaque para o tipo carioca) consumidos predominantemente nos estados do centro-sul; e 20% de caupi, consumidos em sua maioria nas regiões nordeste e norte (CONAB, 2015b).

Além do papel relevante na alimentação do brasileiro, o feijão é um dos produtos agrícolas de maior importância econômico-social, devido principalmente à mão-de-obra empregada durante o ciclo da cultura e por ser cultivado em ampla magnitude no território nacional (BORÉM & CARNEIRO, 2006), contribuindo para a regularidade do abastecimento.

No Brasil o plantio de feijão está distribuído em três safras ao longo do ano, proporcionando constante oferta do produto: a primeira safra ou safra das “águas”, 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”, que abrange todos os estados brasileiros, cultivada entre os meses de março a junho; e a terceira safra, ou de “inverno”, concentrada nas regiões Centro Oeste e Sudeste, sendo o cultivo realizado de maio até setembro (CONAB, 2015b).

Apesar de uma redução de área plantada, a produtividade média do feijoeiro no Brasil tem aumentado gradativamente nos últimos 15 anos, passando de 668 kg ha<sup>-1</sup> em 2000 para 1.050 kg ha<sup>-1</sup> em 2015 (figura 1). Esse aumento de produtividade ocorreu em função do desenvolvimento e adoção de tecnologias, como introdução de novas cultivares e utilização de novas técnicas de manejo da cultura (FERREIRA et al., 2013).



**Figura 1.** Área plantada e rendimento de grãos de feijão no Brasil, no período compreendido entre os anos de 2000 a 2015 (CONAB, 2015b).

Considerando as três safras, a estimativa da produção nacional de feijão comum e feijão caupi (*Vigna unguiculata*), segundo o décimo segundo levantamento da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) registrado na safra 2014/2015, Goiás, São Paulo e o Distrito Federal são os maiores produtores de feijão, com produtividades de 2395 kg ha<sup>-1</sup>, 2355 kg ha<sup>-1</sup>, 2077 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente. Outros oito Estados (AM, MT, MS, MG, SP, PR, SC, RS) também apresentam rendimentos que superam os 1000 kg ha<sup>-1</sup>. Já o estado do Rio de Janeiro, obteve rendimento de 895 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2015a). Valor muito abaixo para o potencial da cultura, já que nos últimos anos se constata, comercialmente, patamares de produtividade entre 3500 e 4000 kg ha<sup>-1</sup> de grãos, e o potencial da cultura é ainda maior (FARINELLI & LEMOS, 2010).

O baixo rendimento médio brasileiro reflete a condição econômica da maioria dos produtores que não dispõem de recursos suficientes para investir em insumos e avanços, e pelo cultivo em solos com reduzidos teores de matéria orgânica e fertilidade natural, especialmente deficientes em nitrogênio (MERCANTE et al., 1999; PELEGRIN et al.; 2009), além da utilização de genótipos pouco adaptados às condições de ambiente (BORÉM & CARNEIRO, 2006).

De acordo com Didonet et al. (2009), grande parte da produção de feijão é proveniente da agricultura familiar, o que contribui para o baixo rendimento, já que a produção nesse segmento está bastante ligada à subsistência, motivo pelo qual o objetivo dos agricultores nem sempre é aumentar a produtividade e sim produzir para o sustento da família. Além disso, os altos custos dos insumos contribuem indiretamente para o abandono de práticas de manejo da cultura (TSUTSUMI et al., 2012).

Neste contexto, alternativas como a redução dos custos de produção, a agregação de valor ao produto produzido, a substituição de insumos e a utilização de técnicas compatíveis com a preservação dos recursos disponíveis podem ser utilizadas não somente para se produzir feijão, mas também para manejar de forma sustentável a unidade produtiva, em um contexto local e regional (DIDONET et al., 2009).

## **2.2. Fixação biológica de nitrogênio em feijoeiro**

O feijoeiro é uma leguminosa com alto teor de nitrogênio (N) nos grãos e demais tecidos da planta. Por essa razão, esse é o nutriente extraído em maior quantidade e exportado pela planta (FONSECA et al., 2013). A obtenção de N pela cultura dá-se principalmente através da decomposição da matéria orgânica, da fixação biológica de  $N_2$  atmosférico (FBN) e mediante o emprego dos adubos nitrogenados (HUNGRIA et al., 1997; MERCANTE et al., 1999).

Após a fotossíntese, a fixação biológica de nitrogênio (FBN) é um dos processos biológicos mais importantes, sendo a mais significativa rota para introdução do N da atmosfera nos ecossistemas (MERCANTE et al., 1992). A exemplo de outras leguminosas, o feijoeiro possui a capacidade de realizar a FBN, através da simbiose com bactérias do grupo dos rizóbios (FERREIRA et al., 2000). Entretanto, para a planta o processo de FBN é muito caro, pois além da energia necessária para a redução do  $N_2$  é necessário o fornecimento de esqueletos de carbono para a bactéria fixadora, resultando num gasto extra de energia metabólica (TAÍZ & ZIEGER, 2004).

A FBN tem importância fundamental por ser uma alternativa sustentável para a fertilização do solo. Com a exploração desta tecnologia por produtores de soja no Brasil, estima-se uma economia de fertilizantes nitrogenados em três bilhões de dólares anuais (HUNGRIA et al., 2003). De acordo com Alves et al. (2003), o programa de melhoramento genético e de seleção de cultivares de soja para diferentes regiões do Brasil ocorreu para a seleção de plantas que tivessem forte dependência da FBN, em detrimento adubação nitrogenada, permitindo que a seleção de cultivares de soja ocorresse concomitantemente à seleção de estirpes de rizóbio eficientes, capazes de proporcionar produtividades elevadas. Acrescentam os autores, que por essa razão a soja plantada hoje no Brasil não recebe adubação nitrogenada e o nitrogênio é provido totalmente da FBN. Contudo ao contrário da soja, no feijoeiro, a FBN, isoladamente, não é capaz de suprir a necessidade de N da cultura (MATOSO & KUSDRA, 2014).

Os estudos com FBN no feijoeiro comum, no Brasil, tiveram início na década de 1960 (DOBEREINER & RUSCHEL, 1961; FRANCO & DOBEREINER, 1967 apud FERREIRA et al., 2013). Muitos trabalhos conduzidos no país indicavam pequenas respostas à inoculação com o rizóbio em condições de campo, que, desde este tempo, vem sendo associadas a vários fatores, como: variabilidade de resposta de diferentes cultivares a inoculação (DOBEREINER & RUSCHEL, 1961; PERES et al., 1994); acidez dos solos, as elevadas temperaturas e o déficit hídrico (HUNGRIA & VARGAS, 2000); ciclo curto da cultura (BARRADAS et al., 1989); competição entre as estirpes nativas do solo (URQUIAGA et al., 2005); deficiência de molibdênio, alta disponibilidade de nitrogênio e senescência precoce dos nódulos (MERCANTE et al., 1992), dentre outros. A combinação de todos esses fatores resulta no fato, de que, no feijoeiro comum, a inoculação com bactérias fixadoras de N<sub>2</sub> nem sempre é suficiente para fornecer todo o N exigido pela cultura (ALCÂNTARA et al., 2009).

O inoculante é um produto que contém microrganismos com ação benéfica para o desenvolvimento das plantas, desenvolvido e produzido de acordo com protocolos estabelecidos pela Rede de Laboratórios para a Recomendação, Padronização e Difusão de Tecnologia de Inoculantes Microbianos de Interesse Agrícola - RELARE. No Brasil, o inoculante comercial para o feijoeiro é produzido com uma espécie de rizóbio adaptada aos solos tropicais (STRALIOTTO et al., 2003), em que as estirpes autorizadas e recomendadas para a fabricação de inoculante são as das espécies de *Rhizobium tropici* CIAT 899 (= BR 322 = Semia 4077) e a de *Rhizobium freirei* PRF 81

(= BR 520 = SEMIA 4080) (DALL'AGNOL et al., 2013), das quais ambas constam na lista oficial de inoculantes comerciais no Brasil para a cultura do feijoeiro (MAPA, 2015).

Durante a fabricação de inoculantes, a seleção de estirpes de rizóbio deve- levar em consideração, além da eficiência das estirpes em fixar o N<sub>2</sub>, a sua capacidade de competir com as estirpes nativas do solo, sendo este fator um dos mais limitantes e que contribui bastante para o insucesso da inoculação em condições de campo (MATOSO & KUSDRA, 2014). Todavia, além da constante busca por identificação e isolamento de novas estirpes, é fundamental a avaliação de linhagens de feijoeiro comum que possam oferecer maiores índices de obtenção de N atmosférico a partir da inoculação.

Para Vargas et al. (2004), apesar da inoculação com bactérias fixadoras nem sempre ser suficiente para fornecer todo o N requerido pela cultura, vários resultados indicam que o feijão pode beneficiar-se consideravelmente do processo biológico, principalmente porque os inoculantes, na maioria das vezes, possuem estirpes mais eficientes que as nativas.

De acordo com Pelegrin et al. (2009), apesar do feijoeiro comum se beneficiar da FBN, a inoculação com estirpes de rizóbio ainda não apresenta resultados consistentes que permitam a recomendação clara dessa técnica para substituição total do fertilizante nitrogenado nas condições de cultivo no Brasil. Entretanto, nos últimos anos grandes avanços estão sendo obtidos por meio de pesquisas com a seleção, identificação e inoculação de novas estirpes de *Rhizobium tropici*, geneticamente estáveis e adaptadas às condições edafoclimáticas. Pesquisas essas, que tem permitido a substituição, ainda que parcial, do N fertilizante usado na cultura, garantindo produtividades acima de 2.500 kg ha<sup>-1</sup> (FERREIRA et al., 2013).

Outras tecnologias também têm alcançado resultados satisfatórios em relação à FBN no feijoeiro: por meio do enriquecimento de sementes com teores de fósforo (P) (ARAÚJO et al., 2002); a compatibilidade de rizóbio com fungicidas no tratamento de sementes (MERCANTE et al., 2010); uso e fabricação de novos inoculantes, uso de bioinsumos (aditivos) para incrementos da nodulação, além da co-inoculação de microrganismos multifuncionais, como bactérias promotoras do crescimento vegetal (FERREIRA et al., 2013); seleção de linhagens com capacidade de produção de grãos sob inoculação superior à condição sob adubação nitrogenada (FERREIRA et al., 2010; KNUPP et al., 2011; OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2011; DIAS et al., 2013).

Dentre as tecnologias acima citadas, a pesquisa científica relata que o manejo adequado da adubação nitrogenada representa um dos principais entraves da cultura do feijoeiro comum relacionada à FBN, o que tem dificultado a substituição da adubação química pela simbiose (HUNGRIA et al., 2003; SANTOS et al., 2003; PELEGRIN et al., 2009).

### **2.3. Manejo das adubações nitrogenadas no feijoeiro e sua interação com a fixação biológica de nitrogênio**

Quando utilizada a adubação nitrogenada, o N é absorvido do solo pelas plantas nas formas de amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) e, preferencialmente, de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ). O N orgânico ocorre no solo na forma de proteínas, aminoácidos livres, açúcares aminados e outros complexos, qualificados como compostos não identificados e incluídos como resultados de: reação do amônio com a lignina, polimerização de quinonas e compostos nitrogenados, condensação de açúcares e aminas (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006).

A taxa de assimilação depende da energia necessária para os processos de absorção e da expressão das enzimas abrangidas no processo. Quando as plantas dependem principalmente de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) para absorção de N, a nitrato redutase (NR) realiza a primeira etapa de assimilação, em seguida o nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) formado é reduzido a amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) e o mesmo é incorporado a esqueletos de carbono (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006). Estas etapas são coordenadas dependendo das exigências de N da planta, disponibilidade de fotoassimilados e condições ambientais (HUNGRIA & KASCHUK, 2014).

O nitrogênio mineral influencia na interação rizóbio-leguminosa, como por exemplo, no controle da produção de flavonóides pela planta e na adesão da bactéria à raiz, além de influenciar o processo de infecção, desenvolvimento nodular e atividade da nitrogenase (STREETER, 1988 apud MERCANTE & FRANCO, 2000). As plantas de feijoeiro após a adubação nitrogenada preferem o N combinado e não nodulam, ou param a FBN se já estão noduladas (MERCANTE et al., 1992). Para Hungria et al. (1997), a redução no número de nódulos após a aplicação de N mineral está relacionada às modificações das condições da rizosfera antes da infecção, sendo demonstrado que o  $\text{NO}_3^-$  altera a composição da parede celular da raiz ou reduz a aderência bacteriana e invasão de pelos radiculares. De acordo com Malik et al. (1987), o  $\text{NH}_4^+$  também é conhecido por inibir potencialmente a formação de nódulos, um efeito exercido logo

após a inoculação, através da inibição da divisão das células corticais na infecção inicial, assim como a formação do cordão de infecção.

Em trabalho analisando o efeito do nitrato sobre a nodulação da soja, Deninson & Harter (1995) relataram que a adição de adubos nitrogenados tem efeito adverso na FBN devido à diminuição de disponibilidade de oxigênio na respiração nodular. Os autores ainda ressaltam que o suprimento de nitrogênio causa inibição da nitrogenase devido ao decréscimo da permeabilidade da membrana do nódulo ao oxigênio e pela redução da afinidade da leghemoglobina pelo oxigênio.

Dusha et al. (1989) observaram que em *Rhizobium meliloti* e *Bradyrhizobium japonicum* o efeito inibitório do N mineral na nodulação estava relacionado com a inibição da expressão dos genes nodABC do rizóbio. Por outro lado, resultados experimentais obtidos por Mercante et al. (1995) demonstraram que a presença de N mineral no momento da indução não inibiu a expressão dos genes nodABC de estirpes de *Rhizobium tropici*, *R. etli* e *R. leguminosarum* bv. phaseoli, embora a nodulação nos dois cultivares de feijoeiro avaliados neste trabalho tenha sido inibida, mesmo em níveis baixos de N adicionados. Para Mercante & Franco (2000), os mecanismos específicos pelos quais o N mineral limita a nodulação ainda não são bem conhecidos.

Ademais, existem outros fatores que podem afetar o processo de nodulação, como características próprias da planta, alta susceptibilidade a estresses ambientais, o ataque de pragas e doenças; características das estirpes do rizóbio, como baixa capacidade competitiva e deficiência no processo de FBN (HUNGRIA et al., 2003), promiscuidade com relação ao rizóbio, uma vez que uma grande diversidade de espécies pode formar associações menos eficientes (STRALIOTTO & TEIXEIRA, 2000).

Tendo em vista que a disponibilidade de nitrogênio é um fator limitante à produtividade agrícola, há um aumento cada vez maior na utilização de fertilizantes pelo homem (GALLOWAY, 1998; DIXON & KAHN, 2004). Conseqüentemente, nos últimos 60 anos, a atividade humana está acelerando a taxa de fixação do nitrogênio, através da produção industrial de fertilizantes nitrogenados e da combustão de combustíveis fósseis, o que tem causado muitos impactos ao meio ambiente, principalmente pela alta emissão de gases de efeito estufa.

O conhecimento do início do processo de nodulação e, conseqüentemente, da FBN torna-se importante, uma vez que no feijoeiro foi constatada, em trabalho realizado com plântulas noduladas, a ocorrência de um período de “fome de nitrogênio” onde as

reservas dos cotilédones terminam antes que o nitrogênio dos nódulos seja transportado em quantidades adequadas. Este período ocorre geralmente até 15 a 20 dias após emergência, podendo ocorrer deficiência de N, decorrente do assincronismo entre o esgotamento de N dos cotilédones e a atividade do nódulo (HUNGRIA et al., 1991).

No Brasil, as recomendações de adubação incluem aplicação de até 20 kg ha<sup>-1</sup> de N na época da sementeira, e uma dose suplementar de 40 kg ha<sup>-1</sup> de N durante o crescimento vegetativo, dependendo do tipo de solo, do estado de nutrientes do solo e do histórico de cultivo (VIEIRA, 2006). Hungria et al. (2003), estudando a interferência da adubação com N em diferentes estirpes de rizóbios no feijoeiro comum, constataram que a adição de fertilizante nitrogenado na forma de uréia resultou em ganho de produção quando foi realizada a inoculação e adubação com 15 kg ha<sup>-1</sup> de N na sementeira e 30 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura no pré-florescimento, indicando que pequenas doses de N na sementeira podem proporcionar um efeito sinérgico na FBN. Porém quando foram aplicados 30 kg ha<sup>-1</sup> de N na sementeira ocorreu redução no número, massa de nódulos e teor de ureídeos, indicando inibição da FBN pela adubação com N.

A aplicação de doses excessivas de adubos nitrogenados, além de aumentar o custo econômico (PELEGRIN et al., 2009), pode promover sérios riscos ao meio ambiente, enquanto que a sua utilização em quantidade insuficiente pode limitar o potencial produtivo, mesmo que outros fatores de produção sejam otimizados (SANTOS et al., 2003). Além disso, excessiva disponibilidade de N mineral pode limitar a capacidade de FBN (FERREIRA et al., 2000).

Em um experimento, em casa de vegetação, testando os efeitos da inoculação, nitrogênio (uréia) e matéria orgânica (bagaço de cana e composto orgânico) em duas cultivares de feijoeiro comum, Ruschel & Saito (1977) observaram que o N mineral em excesso causa uma diminuição da eficiência simbiótica, porém quando em pequenas quantidades aplicadas permite um aumento no crescimento dos nódulos e maior FBN. Foi observado também que a matéria orgânica proporcionou melhores condições para o estabelecimento da bactéria no solo.

Pelegrin et al. (2009), em Latossolo na região de Dourados – MS, estudaram a resposta da cultura do feijoeiro à inoculação com rizóbio e o parcelamento da adubação nitrogenada em diferentes doses (0, 20, 40, 80, 160 kg ha<sup>-1</sup> de N via uréia) quanto aos aspectos de nodulação de plantas, produtividade de grãos e viabilidade econômica. Os

autores constataram uma tendência de diminuição da nodulação conforme o aumento da dose de N aplicada. Verificou-se que a inoculação, em conjunto com a adubação com 20 kg ha<sup>-1</sup> de N na semeadura, possibilitou a obtenção de rendimento de grãos à aplicação de até 160 kg ha<sup>-1</sup> de N. Barros (2013) relatou que a adubação com 20 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio, junto com a inoculação, não inibe a nodulação da cultura do feijoeiro, acrescentando maior massa seca de parte aérea, e que a inoculação no plantio pode substituir a adubação nitrogenada com 20 kg ha<sup>-1</sup> de N na semeadura junto a uma adubação de cobertura com 40 kg ha<sup>-1</sup> de N, sem perda de produtividade.

Os resultados disponíveis evidenciam a grande variabilidade das respostas do feijoeiro à inoculação. Contudo, essa tecnologia contribui com o suprimento de N para a planta. Cabe ressaltar que, além da redução da aplicação dos adubos nitrogenados, a FBN é uma tecnologia amplamente acessível e aplicável, além de ser benéfica para pequenos e grandes agricultores, com baixo ou alto nível de adoção de tecnologia (HUNGRIA et al., 2013).

De acordo com Stralio et al. (2002) a inoculação do feijoeiro pode resultar em níveis de produtividade entre 1500 e 2000 kg ha<sup>-1</sup>, e a suplementação com adubo nitrogenado na época do florescimento permite que este patamar supere os 3000 kg ha<sup>-1</sup>. Entretanto, os autores ressaltam que os adubos nitrogenados têm alto custo e variável frequência de resposta, onde as suas perdas por lixiviação de nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) e escoamento superficial são estimadas em torno de 50% das quantidades aplicadas.

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<sup>-1</sup>. No entanto, o que se observa é que estas populações nativas de rizóbio são geralmente ineficientes no processo de FBN e não substituem a necessidade de inoculação das sementes. Nessas condições, os efeitos da combinação inoculação e adubação orgânica poderiam trazer melhorias, garantido produções ainda maiores.

Venturini et al. (2003) apontam uma estratégia, por meio da associação entre a adubação orgânica e química, como forma de melhorar as condições estabelecidas no processo de FBN e redução da aplicação de adubos nitrogenados. Em estudos com uso de vermicomposto na cultura do feijoeiro, Venturini et al. (2003) observaram que a

utilização de vermicomposto favoreceu a nodulação, e a inoculação com rizóbio promoveu aumento no número de nódulos por planta, enquanto que a aplicação de nitrogênio em cobertura afetou negativamente a nodulação das plantas. Quanto ao rendimento de grãos, os autores observaram que a forma de adubação (vermicomposto, adubo químico ou o uso associado) não apresentou variação no rendimento de grãos, levando à conclusão que o vermicomposto pode ser recomendado como forma de substituir, total ou parcialmente, a adubação química.

Estes resultados corroboram com Galbiatti et al. (2011), que encontraram benefícios no uso da adubação orgânica (biofertilizante de origem bovina) em feijoeiro inoculado, onde a interação biofertilizante x adubação química foi significativa para a produtividade de grãos. Da mesma forma, Vieira et al. (2005), em um experimento realizado em casa de vegetação, com estirpes nativas de rizóbio, observaram que o lodo de esgoto teve um efeito benéfico na nodulação do feijoeiro.

A utilização de adubos orgânicos e resíduos com altos teores de matéria orgânica promove a melhoria das características químicas, físicas e biológicas nos solos, além do fornecimento de nutrientes às plantas, aumentando a fertilidade do solo e o estabelecimento adequado da microbiota (SOUZA et al., 2005). Ademais, de acordo com Oliveira et al. (1996), o uso da adubação orgânica promove a retenção de água via efeito condicionador de solo, controlando assim a temperatura e oferecendo aos microrganismos do solo melhores condições de sobrevivência, seja através da criação de um microclima favorável, seja pela sua influência direta no fornecimento de energia.

Com a proposta de indicar cultivares de feijoeiro comum, Carvalho & Vanderley (2007), em experimento em sistema orgânico onde as sementes foram inoculadas, obtiveram rendimento médio variando entre 1897 e 2602 kg ha<sup>-1</sup> e entre 1019 kg ha<sup>-1</sup> e 2015 kg ha<sup>-1</sup>, nos períodos de inverno e das águas, respectivamente. Os autores concluíram que existe a possibilidade de se produzir feijão, com produtividades semelhantes às obtidas no sistema convencional, utilizando apenas a adubação orgânica.

De acordo com os dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA 2012), no Brasil são gerados cerca de 1,7 bilhões de toneladas de resíduos orgânicos por ano, provenientes da avicultura, suinocultura e bovinocultura. A enorme quantidade de resíduos orgânicos pode ajudar a suprir as necessidades de fertilizantes químicos, devido a crescente demanda da agricultura em todo mundo. É preciso gerar novas

tecnologias na utilização dos mesmos, pois se sabe que o uso dos fertilizantes orgânicos promove efeitos na atividade fisiológica das plantas (ZANDONADI et al., 2013).

#### **2.4. Qualidade tecnológica e nutricional dos grãos**

Entre as culturas de grãos, o feijoeiro é a que exhibe o mais alto nível de variabilidade quanto à cor, tamanho e forma do grão, sendo que estas características intervêm na preferência por determinadas cultivares (CARNEIRO et al., 2005).

Na cultura do feijoeiro comum é de suma importância a obtenção de informações técnicas, visando não somente o acréscimo do potencial produtivo, mas sua associação com as características nutricionais e tecnológicas do grão, com destaque para o teor proteico, tempo para cozimento e capacidade de absorção de água (CARBONELL et al., 2003; DALLA CORTE et al., 2003; LEMOS et al., 2004; RODRIGUES et al., 2005). Tais características favorecem a utilização e o consumo, tanto “in natura” quanto industrializado dos grãos, promovendo a competitividade da cadeia produtiva do feijoeiro no agronegócio nacional (FARINELLI & LEMOS, 2010).

Um dos parâmetros mais críticos da cultura do feijão é a colheita, que deve ser efetuada logo após a maturidade fisiológica (SOUZA et al., 2005). Ou seja, a antecipação ou a permanência por tempo excessivo no campo podem comprometer a qualidade inicial dos grãos e, conseqüentemente, o valor de mercado, já que esses parâmetros são fundamentais para a aceitação do produto pelos consumidores (SOUZA et al., 2005). Além disso, após a colheita, a respiração e outros processos metabólicos de grãos continuam ativos, ocasionando, na maioria das vezes, perdas significativas de qualidade.

A qualidade tecnológica e nutricional do feijão é determinada, em parte, pelo genótipo e influenciada pelas condições do ambiente de cultivo durante o desenvolvimento da planta e dos grãos, sendo afetada principalmente por fatores climáticos, como altas temperaturas no período de enchimento dos grãos, contudo também pode sofrer alguma alteração por práticas de cultivo, beneficiamento pós-colheita e condições de armazenamento (DALLA CORTE et al., 2003).

Os principais atributos que determinam a qualidade de um produto podem ser revelados pela análise sensorial, que tem como finalidade medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos, que são percebidas pelos órgãos da visão,

olfato, tato, audição e gustação, antes e após o cozimento, contribuindo para assegurar a liderança do produto no mercado por meio da qualidade obtida (FREITAS, 2016).

A qualidade dos grãos de feijão pode ser julgada de três maneiras sob o aspecto tecnológico: comercial, culinária e nutritiva. Por qualidade comercial se entende a aparência do grão, ou seja, cor, brilho, forma e tamanho. Entre as características culinárias desejáveis pelos consumidores estão a rápida hidratação, baixo tempo de cozimento, produção de um caldo espesso, bom sabor e textura, grãos moderadamente rachados, tegumento delgado e boa estabilidade de cor (MESQUITA et al., 2007).

Para uma cultivar de feijão ser bem aceita, ela deve atender inicialmente as exigências dos consumidores, dentre elas a qualidade tecnológica, incluindo conservação pós-colheita e composição química, sendo as principais características físicas e químicas desejadas pelos consumidores: rápida absorção de água antes e após o cozimento, menor tempo de cozimento, percentagem de sólidos solúveis no caldo, cor do tegumento e do caldo, alto teor de minerais, proteínas e vitaminas (BASSINELO, 2003).

De acordo com Carbonel et al. (2003), no procedimento de registro, e muitas vezes de proteção, de uma nova cultivar de feijão, certas exigências de mercado têm de ser atendidas e, entre elas, tão importantes quanto a produtividade e resistência a doenças, está a qualidade tecnológica do grão comercializado, característica determinada pelo genótipo e influenciada pelas condições do ambiente de cultivo durante o desenvolvimento da planta, pelo qual se destaca a boa capacidade de cozimento dos grãos (CARBONEL et al., 2003). Ademais, a avaliação do tempo de cozimento é exigida para a inscrição de nova cultivar de feijão junto ao Serviço Nacional de Proteção de Cultivares, do Ministério da Agricultura e Produção Agropecuária (BRASIL, 2001).

Além das características associadas ao cozimento rápido, a capacidade de absorção de água pelos grãos é um importante indicativo de cultivares para qualidade de grãos (RODRIGUES et al., 2005). De acordo com Ribeiro et al. (2007), a alta absorção de água pelos grãos e tempo de cozimento reduzido são determinantes para aceitação de uma cultivar de feijão. Entretanto, o teste de absorção de grãos, apesar de ser rápido e de fácil mensuração, nem sempre possui boa correlação com o tempo de cozimento (CARBONEL et al., 2003; RODRIGUES et al., 2005). Dessa forma, pode-se inferir que cultivares com maior capacidade de absorção de água, necessariamente não terão

facilidade de cozimento. Portanto, a utilização do teste de absorção de água, como indicativo do tempo de cozimento, deve ser melhor avaliado, haja vista as respostas conflitantes na literatura (CARBONELL et al., 2003; DALLA CORTE et al., 2003; LEMOS et al., 2004).

Vários trabalhos vêm demonstrando resultados importantes sobre as características tecnológicas e nutricionais de grãos de feijão em diferentes ambientes (CARBONELL et al., 2003), entretanto poucos trabalhos exploram a qualidade tecnológica dos grãos obtidos quando submetidos a diferentes adubações. Ribeiro et al. (2007) utilizando doses de N em cobertura, juntamente com distintas condições e tempos de armazenamento, verificaram a existência da interação genótipo x ambientes para a absorção de água e o tempo para cozimento dos grãos da cultivar TPS Nobre.

De acordo com Teixeira (2000), o fornecimento adequado e equilibrado de nutrientes para o feijoeiro, pelo uso de adubos minerais, contribui não só para aumentar a produtividade, como também com o valor nutricional do grão. Em relação aos nutrientes minerais, os grãos de feijão são ricos, principalmente, em potássio (25-30% do conteúdo total de minerais), fósforo (cerca de 0,4%), ferro (cerca de 0,007%) cálcio, zinco e magnésio (LAJOLO et al., 1996). Willians (2002) fazendo uma revisão bibliográfica dos trabalhos que compararam os teores de nutrientes entre o sistema convencional e orgânico, concluiu que ainda são muito poucos os estudos de qualidade nutricional em relação ao manejo orgânico.

O uso da adubação equilibrada permite fornecer nutrientes que não se encontram em quantidades suficientes no solo, promovendo maior produtividade e melhor qualidade organoléptica e nutricional. Entretanto, pouco se conhece a respeito do comportamento desses caracteres, sob adubação orgânica, frente aos diferentes tipos de manejo. Um dos poucos trabalhos realizados nessa linha de manejo, foi o de Silva et al. (2006), que verificaram aumento no teor de proteína bruta, tempo para cozimento e tempo para a máxima hidratação dos grãos da cultivar Pérola, em plantio direto, mediante as doses de N aplicadas em cobertura (0, 30, 60 e 120 kg ha<sup>-1</sup>). Dessa forma, estudos nesse sentido, principalmente envolvendo cultivares em uso pelos produtores sob adubação orgânica, são altamente desejáveis e necessários de modo que a melhoria não se restrinja apenas a produtividade, como também ao valor nutricional do feijoeiro.



### **3. CAPÍTULO I: CRESCIMENTO, PRODUÇÃO E ANÁLISE TECNOLÓGICA DE GRÃOS DE CULTIVARES DE FEIJOEIRO COMUM SOB ADUBAÇÃO ORGÂNICA E CONVENCIONAL**

#### **RESUMO**

FERNANDES, Rodolfo Condé. **Crescimento, produção e análise tecnológica de grãos de cultivares de feijoeiro comum sob adubação orgânica e convencional.** 2016.p. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2016.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento, produção e a análise tecnológica de grãos de cultivares de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*), sob adubação orgânica e convencional. Dois experimentos foram realizados em campo na Embrapa Agrobiologia, em Seropédica – RJ, entre abril e julho de 2013 e abril e agosto de 2014, em delineamento em blocos ao acaso, em esquema fatorial 4x4 em parcelas subdivididas (4 cultivares e 4 tipos de adubação) com quatro repetições, as adubações dispostas nas parcelas e as cultivares nas subparcelas. Foram utilizadas as cultivares Aporé, Constanza, Manteigão e Valente. Os tratamentos de adubação foram testemunha absoluta, adubação química e duas doses de adubação orgânica com esterco bovino no sulco de plantio e torta de mamona em cobertura. As subparcelas foram constituídas por 4 linhas de 4 m espaçadas de 0,5 m, empregando-se 12 sementes por metro linear. As sementes foram inoculadas com inoculante comercial contendo rizóbio para feijoeiro com turfa como meio de inoculação. Efetuaram-se duas amostragens, uma de biomassa e nodulação na floração e outra na maturação dos grãos de cada cultivar para avaliação do rendimento e componentes de produção. No mesmo campo experimental, com o objetivo de se determinar a influência do manejo sobre a qualidade tecnológica dos grãos, instalou-se um ensaio a campo, entre setembro e dezembro de 2015, para produzir grãos de 6 cultivares comerciais de feijoeiro comum, sob 2 tipos de adubação, química e orgânica. Comparando-se as médias da nodulação quanto ao tipo de adubação. Nos dois anos, a menor dose de adubação orgânica apresentou valores superiores de nodulação que a maior dose orgânica e, por sua vez os tratamentos testemunha e adubação química não diferiram entre si e apresentaram os menores valores para o número e massa de nódulos. Nos dois anos, as cultivares Aporé e Valente apresentaram valores superiores de número de vagens por planta, número de grãos por vagem e índice de colheita que as demais. Entretanto não houve diferenças das cultivares para a

produção de grãos os dois anos avaliados. A adubação orgânica associada à inoculação nos dois anos proporcionou rendimentos variando de 209,9 a 262,4 g m<sup>-2</sup>, considerados satisfatórios e semelhantes aos obtidos pela adubação química, mostrando-se uma tecnologia promissora. As adubações orgânicas proporcionaram conteúdos de N, P, K e Mg nos grãos similares ao tratamento com adubação química. No experimento de 2015, a porcentagem de absorção de água nos grãos e o tempo de cozimento foram menores quando os grãos foram provenientes da adubação orgânica para a maioria das cultivares.

**Palavras-chave:** *Phaseolus vulgaris*, Inoculante, Nutrientes nos grãos, Tempo de cozimento.

## ABSTRACT

FERNANDES, Rodolfo Condé. **Growth, nodulation, production and technological analysis of grains of common bean cultivars under organic and conventional fertilization.** 2016.p. Thesis (PhD in Plant Science). Institute of Agronomy, Plant Science Department of the Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2016.

The objective of this study was to evaluate the growth, nodulation, production and technological analysis of grains of common bean cultivars under organic and conventional fertilization. Two field experiments were conducted at the research site of Embrapa Agrobiologia, Seropédica - RJ, during April and July 2013 and April and August 2014. A 4x4 factorial split plot design (4 bean cultivars and 4 fertilization) with four replications was used, the fertilizations in the plots and cultivars in the subplots. The cultivars were Aporé, Constanza, Manteigão e Valente. The fertilizer treatments were: absolute control, chemical fertilizer and two levels of cattle manure applied at planting and castor seed meal applied at top dressed. The subplots were 4 lines of 4 m spaced by 0.5 m, using 12 seeds per meter. The seeds were inoculated with rhizobium commercial inoculant for bean with peat as a means of inoculation. Plants were sampled at two growth stages, for biomass and nodulation at flowering, and for grain yield and yield components at maturity of each cultivar. In order to determine the influence of fertilization on the cooking time and grain water absorption, a field experiment was carried out When? with 6 bean cultivars with chemical or organic fertilization. In both years, the lower dose of organic fertilizer had higher nodulation than higher organic dose and the control treatment and chemical fertilizer did not differ between themselves and had the lowest values for number and mass of nodules. In both years, cultivars Aporé and Valente showed higher number of pods per plant, number of seeds per pod and harvest index than the other cultivars. However, there were no differences between cultivars for grain yield in the two years. Organic fertilization associated with inoculation in the two years provided yields ranging from 209.9 to 262.4 g m<sup>-2</sup>, considered satisfactory and similar to those obtained by chemical fertilizer, arising as a promising technology. The organic fertilization provided N, P, K and Mg contents in grains similar to treatment with chemical fertilization. At experiment of 2015, the percentage of water absorption in grains and baking time was higher in beans that received chemical fertilizers for most cultivars.

**Key words:** *Phaseolus vulgaris*, Inoculant, Nutrients in grain, Cooking time, Water absorption in grains.

### 3.1. INTRODUÇÃO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é um alimento de grande importância na dieta dos brasileiros, sendo consumido tanto pela população de renda mais elevada quanto de menor nível socioeconômico (YOKOYAMA et al., 1996). O consumo de feijão tem como destaque o fornecimento amplo de proteínas, importante principalmente para as populações de renda menos favorecidas (BROUGHTON et al., 2003), e que juntamente com o arroz constituem a base alimentar do brasileiro. Essa importância alimentar deve-se, especialmente, ao menor custo de sua proteína em relação aos produtos de origem animal (MESQUITA et al., 2007).

Aproximadamente 70% do total de feijão produzido no Brasil é proveniente da agricultura familiar em plantios realizados principalmente durante a época “das águas” e “da seca”, com baixa produtividade (DEL & MELO, 2005). Segundo Broughton et al. (2003), cerca de um terço do total de feijão é cultivado em propriedades com área inferior a 10 ha, e que se estendem em uma ampla diversidade de ambientes e com distintos níveis tecnológicos. Boa parte desses agricultores é de baixo poder aquisitivo e possuem baixo uso de insumos, como fertilização dos solos, devido ao alto custo dos fertilizantes.

Dentre os principais fatores limitantes que ocasionam as baixas produtividades médias de feijoeiro no Brasil, destacam-se aqueles relacionados ao baixo nível técnico empregado pelos produtores e ao cultivo em solos de baixa fertilidade, especificamente pobres em nitrogênio (MERCANTE et al., 1999; PELEGRIN et al.; 2009). Dentro do contexto de agricultura com baixo uso de insumos, ressalta-se a importância do desenvolvimento de tecnologias menos onerosas, capazes de proporcionar aumento nos níveis de produtividade desta leguminosa essencial e de grande importância (GRANGE et al., 2007).

O nitrogênio é o macronutriente absorvido em maior quantidade pela cultura do feijoeiro e sua disponibilidade tem interferência significativa na produtividade (SILVA et al., 2000). Por isso, o manejo correto da adubação nitrogenada representa um dos principais entraves para a cultura do feijoeiro, visto que a aplicação em quantidade insuficiente pode reduzir o seu potencial produtivo, mesmo que outros fatores de produção estejam otimizados; já a sua utilização em doses excessivas, além de onerar o

custo de produção (PELEGRIN et al., 2009), pode promover riscos ao ambiente (SANTOS et al., 2003).

A exemplo de outras leguminosas, o feijoeiro comum se associa simbioticamente a bactérias do grupo rizóbio, capazes de fixar nitrogênio atmosférico e fornece-lo à planta, processo conhecido como fixação biológica de nitrogênio (FBN). A FBN é considerada uma alternativa econômica e ecologicamente sustentável no suprimento de N na agricultura, uma vez que contribui com a redução tanto dos custos econômicos, decorrentes da utilização de adubos nitrogenados, quanto com a contaminação de aquíferos, lagos e rios causados pela lixiviação desses fertilizantes (STRALIOTTO et al., 2002). Esse aspecto pode vir a ser estimulado através da técnica de inoculação com bactérias específicas para a cultura (CASSINI & FRANCO, 2006). 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 nitrogenada pela simbiose (HUNGRIA et al., 2003).

Segundo Ferreira et al. (2000), o aumento excessivo da disponibilidade de N mineral pode limitar a capacidade de fixação de N através da simbiose com rizóbio. No entanto, em pequenas quantidades permite um aumento no crescimento dos nódulos e maior FBN (RUSCHEL & SAITO, 1977), já que as bactérias nessas condições mantêm sua atividade. Como a demanda por nitrogênio pela planta, especificamente, no início de seu desenvolvimento é baixa (OLIVEIRA et al., 1996), a adubação orgânica no plantio, aliada à inoculação, é uma metodologia que deve ser explorada, devido à liberação lenta dos nutrientes (PEREIRA et al., 2015).

As respostas relacionadas aos aspectos fisiológicos da FBN e o uso de fertilizantes nitrogenados são bastante controversos, e no caso das adubações orgânicas são ainda incipientes. Assim, a ampliação do entendimento envolvido entre a FBN em feijoeiro e, principalmente, ao uso de adubações orgânicas é de grande valia para o sucesso da inoculação. Sendo assim, é de suma importância tanto para pesquisadores como para produtores, a compreensão dos efeitos relacionados às respostas da simbiose quando a planta é exposta à adubação química ou orgânica, com objetivo de se buscar um equilíbrio entre a adição de N e a FBN, e conseqüentemente aumento de produtividade da cultura.

Além dos aspectos relacionados à planta, deve se considerar vários caracteres importantes para a aceitação comercial de uma cultivar de feijão, tanto do ponto de vista

nutricional como de aparência e boa capacidade de cozimento dos grãos. Os consumidores são regionalmente exigentes quanto à cor e o tipo de grão, além da qualidade culinária (DEL & MELO, 2005), que são fundamentais para a escolha de cultivares a serem selecionadas para plantio. Desse modo estudos das alterações pós-colheita tornam-se uma ferramenta adicional na seleção de cultivares.

Os programas de melhoramento genético do feijoeiro visam obter variedades que apresentem alta produtividade, aliada a resistência à doenças, com produção de sementes possuindo forma, tamanho, cor e brilho aceitáveis no mercado (MESQUITA et al., 2007). Ademais, os grãos devem possuir, ainda, boa qualidade sob o aspecto tecnológico, que envolve as características comerciais, culinárias e nutritivas.

Várias características culinárias são importantes para aceitação comercial de uma cultivar de feijão, com ênfase para a boa capacidade de cozimento entre as principais (CARBONEL et al., 2003), pois o cozimento rápido é conveniente para o consumidor que desfruta de pouco tempo para o preparo das refeições (RIBEIRO et al., 2007; GANASCINI et al., 2014), além de significar economia de energia e de capital (RODRIGUES et al., 2005). Com relação aos componentes tecnológicos, especialmente quanto ao tempo para cozimento e a capacidade de absorção de água pelos grãos, verifica-se que são escassos os trabalhos científicos relacionando-se a influência de manejos de solo e o uso de fertilizantes, seja orgânicos ou minerais.

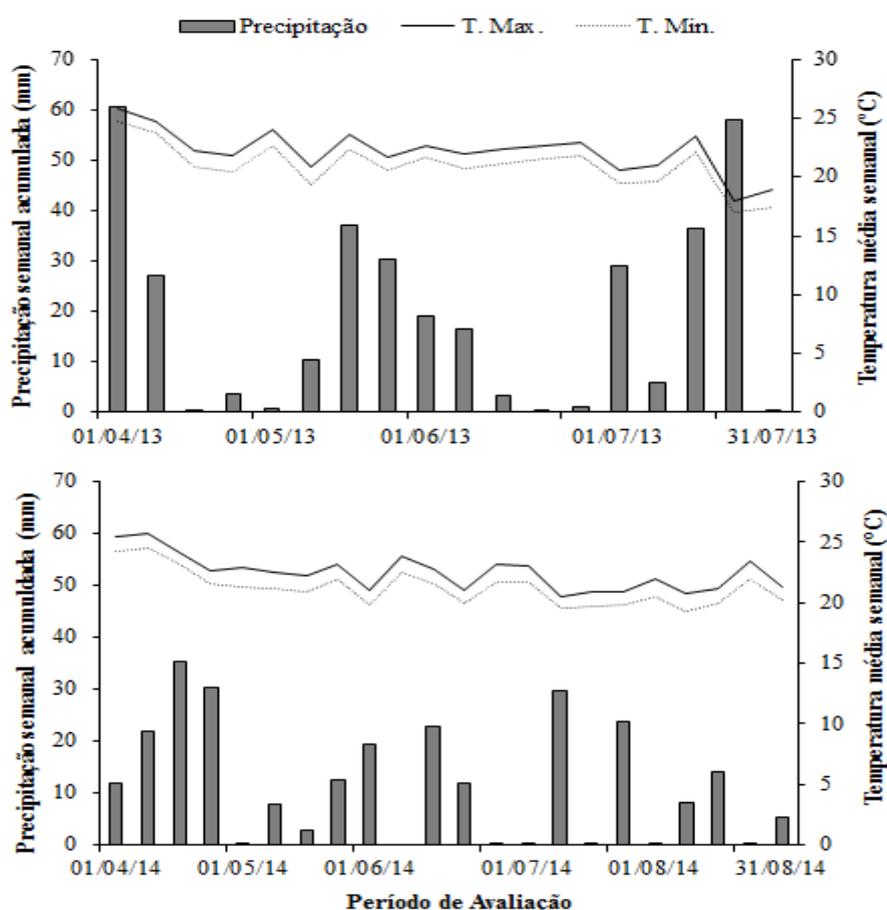
Nesse contexto, há necessidade contínua de estudos quanto à avaliação de cultivares de feijoeiro adaptadas e responsivas a adubação orgânica, química e à inoculação, assim como o efeito desses diferentes tipos de manejo na qualidade nutricional e tecnológica dos grãos. O objetivo deste estudo foi avaliar, em condições de campo, os efeitos de diferentes tipos de adubação, na nodulação, crescimento, produção e análise tecnológica de grãos, em diferentes cultivares de feijoeiro comum.

## **3.2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.2.1. Caracterização da área experimental**

Foram conduzidos dois experimentos, o primeiro durante abril e julho de 2013 e o segundo entre abril e agosto de 2014, no campo experimental da Embrapa Agrobiologia (Terraço), em Seropédica – RJ, em áreas distintas. O campo experimental da Embrapa Agrobiologia situa-se nos paralelos 22° 49' e 22° 45' de latitude Sul e os

meridianos 43° 23' e 43° 42' de longitude Oeste, com altitude média de 41 metros, na baixada Fluminense. O clima da região é do tipo Aw, segundo Köppen-Geiger, com inverno moderadamente frio e verão quente, com precipitação pluvial média anual de 1.280 mm, e temperatura média anual de 22,5 °C. As condições de precipitação semanal acumulada e temperaturas médias semanais registradas, pela Estação Ecologia Agrícola, em Seropédica, RJ, durante o período dos experimentos estão apresentadas na figura 2.



**Figura 2.** Observações semanais para precipitação acumulada (mm), temperatura máxima média (°C) e temperatura mínima média (°C) no campo experimental da Embrapa Agrobiologia, no período de a) abril a julho de 2013; e b) abril a agosto de 2014; (Estação Ecologia Agrícola, Seropédica - RJ).

Embora localizados em áreas distintas, ambos os experimentos foram realizados em Argissolo Vermelho Amarelo, em áreas encontravam-se sob pousio (vegetação espontânea). Previamente à instalação dos experimentos, foram coletadas amostras de solo, na camada de 0 a 20 cm, sendo a análise química realizada pelo Laboratório de Análises de Solos da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro

(PESAGRO-RIO), de acordo com EMBRAPA (1997), cujos resultados estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Resultados da análise química (0 a 20 cm de profundidade) dos solos em duas áreas distintas, nos anos de 2013 e 2014, em Seropédica - RJ.

Ano	Textura expedita	pH (em água)	Al	Ca	Mg	P	K
			-----cmolc	dm <sup>-3</sup>	-----	--mg	dm <sup>-3</sup> --
2013	Média	5,5	0,0	3,5	2,2	13	74
2014	Média	5,4	0,0	2,5	1,7	3,4	38

Para análise tecnológica dos grãos, foi realizado um ensaio a campo no campo experimental da Embrapa Agrobiologia entre setembro e dezembro de 2015, cujo objetivo foi produzir grãos para a referida análise. O solo da área utilizada foi classificado como Argissolo Vermelho Amarelo, sendo que a cultura do milho (*Zea mays*) antecedeu a implantação do ensaio. Previamente à instalação do experimento, foram coletadas amostras de solo na camada de 0 a 20 cm, e apresentou os atributos químicos a seguir descritos: pH em água de 4,5; Al, 0,2 cmolc dm<sup>-3</sup>; Ca, 1,6 cmolc dm<sup>-3</sup>; Mg, 0,6 cmolc dm<sup>-3</sup>; P, 15 mg dm<sup>-3</sup>; e K, 52 mg dm<sup>-3</sup>.

### 3.2.2. Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas 4x4, com quatro repetições, de maneira que os tipos de adubação dispostos nas parcelas e as diferentes cultivares nas subparcelas. Cada subparcela dispôs uma área de 8 m<sup>2</sup>, constituída por 4 linhas de 4 m de comprimento, espaçadas entre si por 0,5 m, conforme o croqui (Figura 11 em anexo).

As cultivares testadas foram escolhidas, de forma a diversificar os tipos de grãos, com base na capacidade responsiva sob as condições do ambiente onde os experimentos seriam instalados, em que as mesmas foram testadas em sistema de produção orgânico (FERNANDES et al., 2015).

As cultivares de feijoeiro escolhidas foram a Aporé, Constanza, Manteigão e Valente, e suas características estão descritas na Tabela 2.

**Tabela 2.** Características principais das cultivares de feijoeiro avaliadas; as datas de floração e o ciclo foram registradas em outro experimento conduzido em sistema orgânico de produção em Seropédica – RJ em 2012

Cultivar	Tipo de grão	Arquitetura	Peso de 100 grãos (g)	Floração (dias após emergência)	Ciclo (dias após emergência)
Aporé	Carioca	Prostado	28,4	42	88
Constanza	Vermelho	Ereto	54,7	36	89
Manteigão	Manteigão	Semi-ereto	45,6	36	84
BRS Valente	Preto	Ereto	23,2	46	91

Fonte: Fernandes, 2012.

Foram utilizados 4 tipos de adubação, constituídos de adubações química e orgânica, além da testemunha:

- a) TT - Testemunha sem adubação;
- b) MN - Adubação química, com P e K seguindo as recomendações para a cultura do feijão de acordo com o Manual de Calagem e Adubação do Estado do Rio de Janeiro (FREIRE et al., 2013). Em 2013: com 500 kg ha<sup>-1</sup> de NPK na formulação 04-14-08 e em cobertura com 50 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de uréia em cobertura (30 dias após o plantio); Em 2014: com 650 kg ha<sup>-1</sup> de NPK na formulação 04-14-08 e em cobertura com 50 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de uréia em cobertura (30 dias após o plantio);
- c) G1 - Adubação orgânica com 2 L de esterco bovino (1,45% de N total) por metro linear de sulco, cerca 6 Mg ha<sup>-1</sup>, com uma estimativa de 89 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio. Aos 30 dias após o plantio foram aplicados em cobertura 60 g de torta de mamona (4,60% de N total) por metro linear, cerca de 1 Mg ha<sup>-1</sup>, com uma estimativa de 47 kg ha<sup>-1</sup> de N aplicado;
- d) G2 - Adubação orgânica com 3 L de esterco bovino (1,45% de N total) por metro linear de sulco, cerca 9 Mg ha<sup>-1</sup>, com uma estimativa de 133,5 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio. Aos 30 dias após o plantio foram aplicados em cobertura 90 g de torta de mamona (4,60% de N total) por metro linear, cerca de 1,5 Mg ha<sup>-1</sup>, com uma estimativa de 70,5 kg ha<sup>-1</sup> de N aplicado;

Em ambos os tratamentos sob adubação orgânica, o esterco bovino foi proveniente da Fazendinha Agroecológica do km 47, de um sistema de criação orgânico, em que primeiramente o mesmo foi devidamente compostado.

Para o ensaio experimental de 2015, cada parcela dispôs uma área de 10 m<sup>2</sup>, constituída por 5 linhas de plantio, de 4 m de comprimento, espaçadas entre si por 0,5 m, sendo consideradas como área útil as 3 fileiras centrais desprezando-se 0,50 m de

cada uma das extremidades. Cada parcela foi espaçada 4 m entre si. Foram produzidos grãos de 6 cultivares de feijoeiro comum (Tabela 3) sobre 2 tipos de adubação (química e orgânica), totalizando 12 tratamentos.

**Tabela 3.** Características das cultivares utilizadas para análise tecnológica dos grãos.

Cultivar	Tipo de grão
Radiante	Rajado
Kaboon	Branco
Aporé	Carioca
Jalo precoce	Jalo
Constanza	Vermelho
Ouro Negro	Preto

A adubação química constituiu-se da aplicação de P e K, seguindo as recomendações para a cultura do feijão, de acordo com o Manual de Calagem e Adubação do Estado do Rio de Janeiro (FREIRE et al., 2013), sendo aplicados 650 kg ha<sup>-1</sup> de NPK na formulação 04-14-08 e 36 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de uréia em cobertura (30 dias após o plantio). A adubação orgânica foi realizada por meio da aplicação de 2 L de esterco bovino (1,45% de N total) por metro linear de sulco, cerca 6 Mg ha<sup>-1</sup>, com uma estimativa de 89 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio. Aos 30 dias após o plantio foram aplicados, em cobertura, 60 g de torta de mamona (4,60% de N total) por metro linear, cerca de 1 Mg ha<sup>-1</sup>, com uma estimativa de 47 kg ha<sup>-1</sup> de N aplicado.

### 3.2.3. Implantação e condução dos experimentos

Devido aos baixos valores de Al<sup>+3</sup> trocável e adequados valores de Ca + Mg, observados na análise de solo das áreas, optou-se por não realizar aplicação de calcário. Desta forma, aproximadamente uma semana antes da implantação dos experimentos, efetuou-se uma aração e uma gradagem com objetivo de diminuir a incidência de plantas daninhas. Próximo ao dia da semeadura foram realizados uma segunda aração, gradagem, destorroamento através da enxada rotativa, sulcamento e marcação de toda área, com a distribuição dos tratamentos.

Os fertilizantes orgânicos e químicos foram colocados no fundo do sulco, e incorporados com uso de enxadas antes da semeadura. Em cobertura, estes foram distribuídos ao lado das linhas de plantio.

A semeadura foi realizada manualmente, empregando-se 12 sementes por metro linear. As sementes foram inoculadas imediatamente antes da semeadura, com

inoculante para feijoeiro, contendo as estirpes SEMIA 4077 (*R. tropici*), SEMIA 4080 (*R. freirei*) e SEMIA 4088 (*R. leucaenae*), na proporção de 500 g de turfa (109 células g<sup>-1</sup> de turfa) para 50 kg de sementes. As sementes de cada parcela foram inoculadas separadamente, misturando-se as sementes e o inoculante em recipientes plásticos, agitando-se até completo recobrimento das mesmas, com posterior secagem à sombra (Figura 3). No ensaio experimental de 2015, a semeadura foi realizada da mesma forma dos experimentos de 2013 e 2014, entretanto as sementes não foram inoculadas.



**Figura 3.** Preparação das sementes para plantio com inoculação das mesmas no campo: (A) adição de inoculante turfoso em recipiente plástico contendo as sementes; (B) despeje da solução açucarada para melhor recobrimento da semente (C); agitação para homogeneização da mistura entre semente e inoculante; (D) secagem das sementes a sombra.

Durante a condução dos experimentos e do ensaio experimental, toda a área foi irrigada por aspersão sempre que necessário, de acordo com as condições climáticas e umidade do solo. Para o controle de plantas daninhas foram realizadas duas capinas manuais, uma aos 15 e outra aos 30 dias após o plantio, não sendo realizada a aplicação de produtos químicos ou biológicos para o controle de pragas ou doenças.

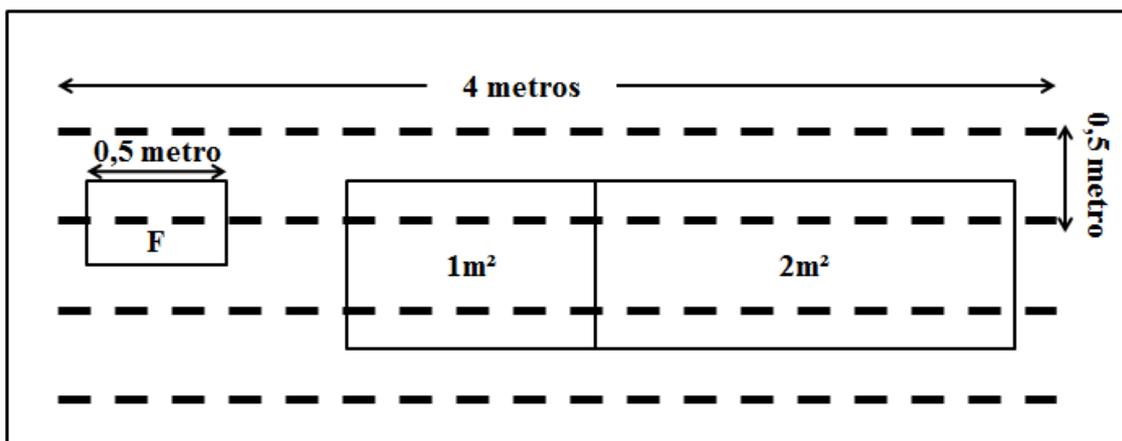


**Figura 4.** Visão geral do experimento de 2013 aos 38 dias após o plantio, no campo experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica - RJ.

### **3.2.4. Determinações**

#### **3.2.4.1. Produção de biomassa e nodulação**

Foi efetuada uma amostragem de biomassa e nodulação, quando da plena floração de cada cultivar (quando 50% das plantas apresentavam, pelo menos, uma flor aberta), no estágio fenológico R6. Foram amostradas as plantas presentes em 0,5 m linear da 2ª linha de cada parcela (Figura 5), 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.



**Figura 5.** Esquema das parcelas experimentais, indicando os locais de amostragem de biomassa na floração (F), assim como as áreas nas linhas centrais para avaliação dos componentes de produção (1 m<sup>2</sup>) e rendimento de grãos (2 m<sup>2</sup>).

#### 3.2.4.2. Produção de grãos

Na maturação dos grãos de cada cultivar, foi delimitada uma área de 1 m<sup>2</sup> nas duas linhas centrais de cada parcela. As plantas foram arrancadas e acondicionadas em sacos de algodão até completar a secagem. Nas mesmas linhas centrais, foi delimitada uma área de 2 m<sup>2</sup> (Figura 5), de onde as plantas foram arrancadas e também acondicionadas em sacos de algodão até completar a secagem.

Nas plantas da área de 1 m<sup>2</sup> foram obtidos o número de plantas e o número de vagens, em sequência as vagens foram trilhadas manualmente e os grãos pesados. Foram retiradas amostras de 100 grãos por parcela, as quais foram pesadas antes e depois de secagem em estufa com circulação forçada de ar a 105 °C por 48 horas; e então padronizadas para 13% de umidade. Com base nesses dados foi determinado o número de vagens por planta, o número de grãos por vagem, massa de 1 grão e o índice de colheita (razão entre a massa dos grãos e a massa total de parte aérea). Nas plantas colhidas na área de 2 m<sup>2</sup> de cada parcela, as vagens foram trilhadas manualmente e os grãos foram pesados, que somados ao peso dos grãos da área de 1 m<sup>2</sup>, forneceram o rendimento de grãos de cada parcela.

#### 3.2.4.3. Teores e conteúdos de nutrientes

A parte aérea seca amostrada na floração foi processada em moinho e analisada para determinação do teor de N pelo método semimicro Kjeldhal (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.

Os 100 grãos amostrados foram moídos, sendo determinados os teores de N, P, K, Ca e Mg no Laboratório de Análises de Solo e Plantas da Embrapa Agrobiologia (NOGUEIRA & SOUZA, 2005). As amostras dos grãos foram submetidas à digestão nitroperclórica, em triplicata, para as análises de P, K, Ca e Mg. O teor de P foi determinado por colorimetria do azul de molibdato e os teores de K por fotometria de chama. Para Ca e Mg, seus teores foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica. Para a leitura do N total, fez-se o uso do método semimicro Kjeldahl.

#### **3.2.4.4. Análise tecnológica dos grãos**

Determinou-se o tempo de cozimento de grãos e a capacidade de absorção de água dos grãos. Para realização dessa análise, no estado de maturação fisiológica dos grãos de cada cultivar, foram arrancadas as plantas presentes na área útil de cada parcela e acondicionadas em sacos de algodão até completar a secagem. Após a secagem as vagens foram trilhadas manualmente e os grãos pesados e armazenados em câmara fria por três meses (aproximadamente 10 °C e UR 45%) até o momento das análises. Após esse período, foram retiradas amostras de aproximadamente 400 g de grãos em perfeito estado de cada cultivar, e encaminhadas para o teste de cozimento no laboratório de Análise Sensorial e Instrumental da Embrapa Agroindústria de Alimentos, em Guaratiba – RJ.

Para determinação do tempo de cozimento foram avaliados um tratamento de cada vez, utilizando-se 25 grãos por parcela, enquanto que para a capacidade de absorção de água dos grãos, utilizou-se 100 grãos por parcela, e ambos usaram 4 repetições por tratamento.

O tempo de cozimento foi avaliado utilizado o penetrômetro de Burr, conforme a metodologia descrita por Burr & Morris (1968). Cada amostra de grãos foi mantida em um béquer contendo 250 mL de água destilada durante 12 horas. Após esse período, os grãos foram colocados nos orifícios do aparelho onde sustentaram o peso dos pinos. O penetrômetro possui 25 orifícios, pelos quais são introduzidos os grãos, e 25 pinos, que possuem agulhas grossas em suas extremidades de maneira a promover a perfuração dos grãos frente a condições propícias (Figura 6).



**Figura 6.** Penetrômetro de Burr utilizado para determinar o tempo de cozimento.

O aparelho foi colocado em uma panela contendo água em ebulição e mantido aquecido por meio da chama de um fogão, com temperatura constante de 90°C. À medida que ocorria o cozimento, as agulhas atravessavam os grãos. O tempo decorrido entre a penetração do primeiro pino até o instante em que o 13º grão é penetrado constitui o tempo de cozimento do feijão.

Para análise da capacidade de absorção de água dos grãos (HARD SHELL), as amostras foram mantidas em um béquer contendo 250 mL de água destilada durante 8 horas conforme a metodologia descrita por Garruti (1981). Após esse período, foram separados os grãos enrugados dos lisos. Os grãos que não absorveram água ficaram enrugados devido à casca dura, já os que ficaram lisos, representaram os que absorveram água. Foi quantificado, por meio da contagem manual, o número de grãos lisos para determinar a porcentagem.

### **3.2.5. Análise estatística**

Os dados obtidos em cada experimento de campo foram submetidos à análise de variância, em delineamento em blocos ao acaso, esquema de parcelas subdivididas,

sendo as adubações dispostas nas parcelas e as cultivares nas subparcelas. Quando detectada significância entre tratamentos, a comparação entre as médias foi feita pelo teste de Duncan a 5% de significância.

Para análise tecnológica dos grãos, os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x6. Quando detectada significância entre tratamentos, a comparação entre as médias foi feita pelo teste de Duncan a 5% de significância.

### **3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.3.1. Nodulação e produção de biomassa**

Na análise de variância verificou-se efeito das adubações para o número de nódulos no experimento realizado em 2013, e efeito significativo das adubações para o experimento de 2014 em relação ao número e massa de nódulos (Tabelas 16 e 17 em anexo). Todavia, não se observou efeito das cultivares para o número e massa de nódulos em ambos os anos (Tabelas 16 e 17 em anexo).

Embora os tratamentos com adubação química e com a maior dose de adubação orgânica tenham apresentado expressiva nodulação (número de nódulos e massa de nódulos) nos dois anos avaliados, a maior nodulação foi encontrada nos tratamentos que receberam a menor dose de adubação orgânica (G1), nos dois anos (Tabela 4). Esses resultados podem estar associados ao fato de que a adubação orgânica promove a liberação de nutrientes mais lentamente no solo e em menores quantidades para as plantas, fornecer matéria orgânica, além de melhorar as características físicas do solo, como por exemplo o decréscimo da densidade do solo. Um solo com boa densidade significa um solo com boa aeração, e permite que as raízes se desenvolvam bem e absorvam água e oxigênio com mais facilidade, o que de certa forma pode favorecer o processo de FBN.

Para Stralio et al. (2003), solos com maiores teores de matéria orgânica podem beneficiar a planta do feijoeiro sem reduzir a sua capacidade de fixação, todavia a liberação de N nesse caso é lenta. Segundo Oliveira et al. (1996), a matéria orgânica além de ser fonte de nutrientes ao se decompor, ajuda a formar uma série de compostos orgânicos que retém os nutrientes por maior período de tempo, além de controlar a temperatura do solo, oferecendo aos microrganismos do solo condições propícias para

sua sobrevivência, através da criação de um microclima favorável. Fato esse que pode ter contribuído para o bom desempenho das cultivares, quanto à nodulação, quando submetidas a adubação orgânica.

Venturini et al. (2003) observaram que a utilização de vermicomposto na cultura do feijoeiro favoreceu a nodulação, e a inoculação com rizóbio promoveu aumento no número de nódulos por planta, enquanto que a aplicação de N mineral em cobertura reduziu a nodulação. De acordo com Hungria et al. (1985), a fertilização via adubação nitrogenada deve ser feita com cautela, pois o N em excesso pode limitar o processo da nodulação do feijoeiro.

A nodulação no tratamento onde foi realizada apenas inoculação das sementes (testemunha sem adubação) foi intensa, porém este tratamento apresentou os menores resultados de nodulação para todas as cultivares avaliadas em 2013. Entretanto, em 2014, a nodulação inferior aconteceu no tratamento com adubação química (Tabela 4). Mercante et al. (1992) relatam que as plantas de feijoeiro em condições de alta disponibilidade de N, proveniente de adubos químicos, preferem o N mineral e não nodulam ou param a FBN se já estão noduladas.

Não houve diferença estatística entre as quatro cultivares avaliadas, quanto à nodulação (Tabela 4). O número de nódulos por planta apresentado pelas cultivares, é considerado satisfatório, ficando acima do considerado como indicativo para uma boa nodulação, que é superior a 20 nódulos por planta (STRALIOTTO, 2002).

Fernandes et al. (2015), estudando 16 cultivares de feijoeiro comum inoculadas sob cultivo orgânico, verificaram que a nodulação foi intensa e as mesmas diferiram entre si para massa seca de nódulos, com destaque para as cultivares Valente e Aporé, que apresentaram os menores valores para massa seca de nódulos.

Os resultados indicam uma tendência de que a fertilização do solo via adubação orgânica é capaz de proporcionar o desenvolvimento das plantas do feijoeiro inoculadas com rizóbio, estimulando o processo de nodulação de forma superior que a aplicação de N mineral.

**Tabela 4.** Número de nódulos e massa seca de nódulos de 4 cultivares de feijoeiro comum no estágio de floração, submetidas aos tratamentos testemunha sem adubação (TT), adubação química (MN), adubação orgânica dose 1 (G1) e adubação orgânica dose 2 (G2), em experimentos de campo em Seropédica – RJ nos anos de 2013 e 2014

Cultivar	TT	MN	G1	G2	Média	TT	MN	G1	G2	Média
2013					2014					
Número de nódulos (por planta)										
Constanza	12	25	39	24	25	55	5	79	59	49
Manteigão	17	20	44	39	30	37	27	97	45	51
Valente	25	19	32	23	25	27	9	52	34	30
Aporé	17	35	24	19	24	26	27	50	36	35
Média	18 C	25 BC	35 A	26 B		36 BC	17 C	69 A	43 B	
Massa seca de nódulos (mg planta <sup>-1</sup> )										
Constanza	17	26	47	20	27	76	1	76	41	49
Manteigão	28	33	47	52	40	60	6	88	41	49
Valente	45	29	70	45	47	55	2	73	28	39
Aporé	31	53	71	31	47	55	17	77	44	48
Média	30	35	59	37		62 B	7 D	78 A	39 C	

Médias seguidas da mesma letra ou desprovidas de letras, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem pelo teste Duncan a 5%.

A análise de variância referente à massa de raízes e de parte aérea indicou para o experimento realizado no ano de 2013, diferenças entre as adubações e cultivares, e interação significativa entre as mesmas (Tabela 18 em anexo). No experimento de 2014, ocorreu efeito das adubações para massa de raízes, e para cultivares, foram observadas diferenças para a massa de raízes e de parte aérea (Tabela 19 em anexo).

A produção de biomassa de raiz apresentou diferenças significativas entre as adubações nos dois anos experimentais e entre cultivares em 2014 (Tabela 5). Os maiores valores de massa de raízes foram observados no tratamento que recebeu adubação química, sem diferenças estatísticas entre os demais tratamentos. As cultivares Constanza e Valente apresentaram os maiores valores de massa de raízes, e a cultivar Aporé apresentou os menores valores em 2014 (Tabela 5).

No ano de 2013, o tratamento com adubação química apresentou valores superiores de biomassa de parte aérea para todas as cultivares (Tabela 5), já o tratamento apenas inoculado apresentou os menores valores. Isto demonstra que a capacidade de fornecimento de N para a produção de biomassa, pela adubação química, não foi comparável aos tratamentos com adubações orgânicas.

As cultivares Valente e Aporé não apresentaram diferenças na produção de biomassa de parte aérea em nenhum dos tratamentos testados, se mantendo constantes nos diferentes tipos de manejo, enquanto que as cultivares Constanza e Manteigão apresentaram menor produção para o tratamento que recebeu a maior dose de adubação orgânica em 2013 (Tabela 5). Em 2014, as cultivares Valente e Aporé se mantiveram com a maior produção de biomassa de parte aérea, já a cultivar Constanza foi inferior às demais cultivares (Tabela 5).

Em geral, as respostas do feijoeiro às adubações têm sido bastante variáveis quanto à produção de parte aérea. Têm sido observados efeitos positivos das plantas de feijoeiro inoculadas que proporcionaram desenvolvimento de parte aérea semelhante às aquelas que receberam adubação nitrogenada (SOARES et al., 2006), porém existem resultados em que a massa de parte aérea não diferiu entre os tratamentos que receberam inoculação e a testemunha não inoculada e não adubada (FERREIRA et al., 2000; PELEGRIN et al., 2009).

Os tratamentos com adubação orgânica apresentaram incremento significativo na massa de parte aérea das plantas, e embora tenham sido inferiores ao tratamento com adubação química, verificou-se a tendência em aumento da biomassa de parte aérea,

principalmente para o cultivo realizado em 2014 (Tabela 5). 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 para todos tratamentos estudados. A massa de parte aérea tem extrema importância na escolha de cultivares, pois a mesma pode ser usada como variável para programas de melhoramento genético, visando aumentar o rendimento do feijoeiro (GRAHAM & VANCE, 2003).

**Tabela 5.** Massa seca de raízes e massa seca de parte aérea de 4 cultivares de feijoeiro comum no estágio de floração, submetidas aos tratamentos testemunha sem adubação (TT), adubação química (MN), adubação orgânica dose 1 (G1) e adubação orgânica dose 2 (G2), em experimentos de campo em Seropédica – RJ nos anos de 2013 e 2014.

Cultivar	2013					2014				
	TT	MN	G1	G2	Média	TT	MN	G1	G2	Média
	Massa de raízes (g m <sup>-2</sup> )									
Constanza	45	57	50	53	51 a	45	57	50	53	51 a
Manteigão	45	52	45	41	46 b	45	52	45	41	46 b
Valente	45	58	46	49	49 a	45	58	46	49	49 a
Aporé	42	43	41	43	42 c	38	43	41	43	41 c
Média	44 B	52 A	45 B	46 B		43 B	52 A	45 B	46 B	
	Massa de parte aérea (g m <sup>-2</sup> )									
Constanza	216 Ba	327 Aa	265 Ba	253 Bbc	265	114	169	153	138	144 c
Manteigão	235 Ba	289 Aa	217 Ba	213 Bc	238	132	189	135	139	149 bc
Valente	227 Ca	335 Aa	253 BCa	286 ABab	275	149	204	205	177	184 a
Aporé	275 Ca	283 ABa	249 BCa	332 Aa	284	163	226	164	155	177 ab
Média	238	308	246	271		140 B	197 A	164 AB	152 AB	

Médias seguidas da mesma letra ou desprovidas de letras, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem pelo teste Duncan a 5%.

### 3.3.2. Produção de grãos

A análise de variância dos dados referentes à produção de grãos e aos componentes de produção para o ano de 2013 indicou efeito da adubação para o número de vagens por planta, produção de grãos e índice de colheita (Tabela 20 e 21 em anexo), enquanto que para as cultivares constatou-se efeito no número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de 1 grão e índice de colheita (Tabela 20 e 21 em anexo). Para o experimento realizado em 2014, a análise de variância demonstrou efeito para adubação sobre o número de plantas, número de vagens por planta e produção de grãos (Tabela 22 e 23 em anexo), e para as cultivares constatou-se efeito sobre o número de plantas, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de 1 grão e índice de colheita (Tabela 22 e 23 em anexo).

Em 2013, o número de plantas ao final do ciclo foi similar entre os 4 tipos de adubação e as 4 cultivares testadas (Tabela 6), com média geral de 23,1 plantas m<sup>-2</sup>, indicando que os diferentes tipos de adubações avaliados não afetaram o *stand* final do cultivo. Entretanto, para o ano de 2014, o número de plantas diferiu significativamente para as adubações e cultivares (Tabela 6). Todavia, as adubações afetaram de forma diferenciada o número de plantas, onde o tratamento testemunha e os que receberam adubação orgânica, apresentaram-se sem diferenças estatísticas e com valores superiores ao tratamento que recebeu adubação química (18,6 plantas m<sup>-2</sup>), indicando que a adubação química afetou negativamente o *stand* final do cultivo (Tabela 6). De acordo com Rodrigues et al. (2002), a adubação nitrogenada quando aplicada na forma de uréia no plantio, dependendo das quantidades, podem ocasionar problemas na germinação ou emergência do feijoeiro em razão do aumento da concentração salina nas proximidades das sementes.

Com relação ao comportamento das cultivares, em 2014, as cultivares Constanza, Manteigão e Valente apresentaram-se com número de plantas superior a cultivar Aporé (Tabela 6). Considerando que não foi realizado desbaste para padronização do *stand* inicial, essas diferenças podem estar relacionadas a pequenas variações no poder germinativo das sementes empregadas, mesmo com o cuidado tomado de se utilizar sementes comerciais com germinação superior a 80%.

De acordo com Costa & Zimmermann et al. (1988), a produtividade do feijoeiro é uma junção do número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de grãos, tais componentes podem diminuir ou aumentar de acordo com as condições de cultivo podendo ocorrer compensações entre os componentes da produtividade. Para Ribeiro et al. (2014), é importante a avaliação de cultivares em diferentes tipos de manejo e ambientes de cultivo, com objetivo de seleção das melhores adaptadas, todavia esses caracteres podem variar ano após ano.

Para o número de vagens por planta, verificou-se os menores valores no tratamento testemunha sem adubação em 2013, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos, que não diferiram entre si (Tabela 6). Em 2014, o tratamento que recebeu adubação química atingiu valores superiores aos demais, em que os mesmos não apresentaram diferenças estatísticas entre si (Tabela 6). Esses resultados demonstram que as adubações orgânicas tiveram grande influência neste componente de produção, colaborando para produção semelhante aos tratamentos com adubação química, especificamente no ano de 2013.

A adubação nitrogenada tem grande influência neste componente de produção, pois quando a planta é mal nutrida, cresce menos, produzindo menos vagens, o que atesta o efeito benéfico do N aplicado em cobertura para a cultura do feijão, pois os acréscimos no número de vagens por planta podem ser devido à maior altura das plantas e/ou à maior emissão de ramos reprodutivos.

Entre as cultivares, observaram-se diferenças estatísticas no número de vagens por planta para ambos os anos (Tabela 6). Em 2013, destaque para a cultivar Valente que apresentou maior número de vagens por planta, seguida pela cultivar Aporé, que por sua vez foi superior a Constanza e por sua vez a Manteigão que apresentou os menores valores para este componente (Tabela 6). Para o ano de 2014, a cultivar que apresentou os maiores valores para este componente foi a Aporé, já a Manteigão se manteve com a menor produção de vagens por planta. Carvalho & Vanderley (2007), em sistema orgânico de produção, constataram uma produção de 6,0 vagens por planta para cultivar Aporé, valor este abaixo do encontrado no presente trabalho, que foi de 7,0 e 11,0 na média dos anos de 2013 e 2014 respectivamente (Tabela 6).

De acordo com Carbonell et al. (2008), o conhecimento dos caracteres agronômicos, como o número de vagens por planta, são de extrema importância na avaliação do comportamento de cultivares quanto a diversidade de ambientes e manejo;

além disso, os valores mais elevados para este componente estão diretamente relacionados à produtividades mais elevadas, sendo considerado um importante caráter genotípico em programas de melhoramento que visam a obtenção de cultivares mais produtivas.

Quanto ao componente número de grãos por vagem, notou-se diferenças entre as cultivares, e o comportamento se manteve em ambos os anos, com destaque para as cultivares Valente e Aporé, que apresentaram os maiores valores, seguido pela cultivar Manteigão e por sua vez Constanza, que obtiveram valores inferiores para este componente (Tabela 6). Assim como verificado por Fernandes et al. (2015). De acordo com Costa & Zimmermann (1988), o número de grãos por vagem tem grande relevância na seleção de cultivares e sua produção varia de 4 a 10 grãos em feijoeiro comum. Entretanto, é um componente marcado pela alta herdabilidade genética, com pouca influência do ambiente de cultivo e especificamente ligado à característica da cultivar, apresentando em geral ausência de resposta a variações de diferentes tipos de manejo (FERREIRA et al., 2000; SORATO et al., 2010), corroborando com os resultados encontrados no presente trabalho.

Em função das cultivares adotadas neste estudo apresentarem características diferentes, principalmente em relação ao tipo de grão, a massa de 1 grão foi um componente que apresentou grandes diferenças estatísticas entre as cultivares, no entanto as adubações realizadas não diferiram quanto a esse atributo em ambos os anos (Tabela 6). Os maiores valores foram obtidos, tanto em 2013 quanto em 2014, pela cultivar Constanza, seguida pela Manteigão, que por sua vez foi superior a Aporé, que foi superior à cultivar Valente. Kurek et al. (2001) afirmam que o incremento no rendimento de grãos é uma relação inversamente proporcional entre massa dos grãos e número de grãos por vagem, pois, quanto menor o número de vagens por planta, maior é a disponibilidade de fotoassimilados produzidos pela planta para o enchimento dos grãos. Os autores afirmam que a magnitude dessas correlações varia com a diversidade genética do germoplasma avaliado.

Entre as adubações, a produção de grãos variou de 155,7 a 222,0 g m<sup>-2</sup> em 2013, e 210 a 263,7 g m<sup>-2</sup> em 2014 (Tabela 6). A maior produção de grãos foi verificada, em média, tanto para o tratamento que recebeu adubação química quanto para os dois que receberam adubação orgânica, semelhantes entre si e superiores em relação à testemunha em ambos os anos experimentais (Tabela 6). Estes resultados comprovam

que o uso de adubação orgânica no feijoeiro permite obter produtividades semelhantes ou superiores ao cultivo utilizando-se adubação química. Todas as cultivares avaliadas apresentaram valores, em média, de produção de grãos acima de 195,8 g m<sup>-2</sup>, contudo não houve diferença entre as mesmas para ambos os anos (Tabela 6).

Constatou-se um aumento da produção média de grãos e número de vagens por planta entre os anos de 2013 e 2014 (Tabela 6). Essa maior produção em 2014 pode ser atribuída à melhor distribuição de chuvas, especialmente no primeiro mês de cultivo (Figura 2), o que pode ter favorecido o desenvolvimento da cultura, em razão da grande exigência do feijoeiro principalmente nas etapas mais críticas de germinação/emergência e floração (ANDRADE et al., 2006).

Em sistema orgânico de produção, Fernandes et al. (2015) constataram uma redução de produtividade entre dois anos consecutivos de plantio de cultivares de feijoeiro em Seropédica, RJ. Os autores atribuíram essa redução na produção ao excesso de precipitação ocorrido no ano posterior, pois o feijoeiro em condições de excesso de água tem seu desenvolvimento limitado.

Desta maneira, o feijoeiro requer uma quantidade de água no solo que seja suficiente para o seu desenvolvimento e manutenção, sobretudo nas etapas mais fundamentais. Entretanto, 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 (ANDRADE et al., 2006). 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).

Para o índice de colheita, que representa a produção de grãos em relação à matéria seca total de parte aérea da planta, os tratamentos submetidos à adubação química obtiveram os menores valores em relação aos demais tratamentos, em que os mesmos não diferiram entre si para o ano de 2013 (Tabela 6). Todavia, em 2014 não ocorreu diferença com relação ao tipo de adubação (Tabela 6).

Entre as cultivares, o índice de colheita variou de 564 a 624 mg g<sup>-1</sup> em 2013, e 481 a 560 mg g<sup>-1</sup> em 2014 (Tabela 6), variação menor em relação aos outros componentes de produção, como observado por Araújo & Teixeira (2012), reforçando que este é um caráter com pequena variabilidade em feijoeiro (ARAÚJO & TEIXEIRA, 2003). Entretanto, tal variação foi suficiente para conferir diferenças estatísticas entre as cultivares, sendo verificado comportamento idêntico em ambos os anos experimentais,

onde a cultivar Aporé apresentou os maiores valores, seguida da Valente e Constanza, que por sua vez não diferiram entre si e foram superiores à cultivar Manteigão (Tabela 6).

O efeito significativo entre cultivares para o índice de colheita aponta para uma seleção para este atributo. Portanto a seleção por cultivares com maiores índices de colheita pode resultar em uma forma eficiente de se aumentar o rendimento de grãos (ARAÚJO & TEIXEIRA, 2012).

Independente do tipo de adubação, seja orgânica ou química, a baixa produtividade do feijoeiro comum está relacionada, principalmente, a utilização das mesmas cultivares em anos sucessivos, ocorrendo uma degeneração genética e diminuição da capacidade produtiva a cada cultivo. Tal fato intensifica a importância de estudos sobre novas cultivares adaptadas aos sistemas de manejo de diferentes regiões, de forma a obter melhores respostas em termos de componentes de produção e produtividade.

**Tabela 6.** Número de plantas, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de 1 grão, produção de grãos e índice de colheita de 4 cultivares de feijoeiro comum, submetidas aos tratamentos testemunha sem adubação (TT), adubação química (MN), adubação orgânica dose 1 (G1) e adubação orgânica dose 2 (G2), em experimentos de campo em Seropédica – RJ nos anos de 2013 e 2014.

Cultivar	TT	MN	G1	G2	Média	TT	MN	G1	G2	Média
2013					2014					
Número de plantas (por m <sup>2</sup> )										
Constanza	22,0	23,8	24,3	23,8	23,4	22,0	18,5	26,0	28,3	23,7 a
Manteigão	23,0	25,3	21,8	24,5	23,6	25,3	19,3	26,0	23,8	23,6 a
Valente	22,0	21,8	24,3	21,5	22,4	24,0	22,0	26,0	24,8	24,2 a
Aporé	22,0	23,8	23,5	23,0	23,1	19,8	14,5	22,8	19,2	19,1 b
Média	22,3	23,6	23,4	23,2		22,8 A	18,6 B	25,2 A	24,0 A	
Número de vagens por planta										
Constanza	4,7	6,3	6,1	6,1	5,8 c	6,4	9,4	6,6	6,1	7,1 c
Manteigão	4,8	4,3	5,1	5,8	5,0 d	4,9	7,7	4,9	5,4	5,7 d
Valente	6,3	9,9	8,3	9,0	8,4 a	8,1	10,2	9,9	9,8	9,5 b
Aporé	5,5	7,2	7,5	7,7	7,0 b	9,0	14,7	9,7	10,6	11,0 a
Média	5,3 B	6,9 A	6,7 A	7,1 A		7,1 B	10,5 A	7,7 B	7,9 B	
Número de grãos por vagem										
Constanza	2,4	2,7	2,5	2,5	2,5 c	2,7	2,8	2,6	2,7	2,7 c
Manteigão	3,7	3,9	3,6	3,3	3,6 b	3,9	4	3,6	4	3,9 b
Valente	4,4	4,6	4,3	4,4	4,4 a	4,7	4,3	4,2	4,1	4,3 a
Aporé	4,6	4,6	4,4	4,4	4,5 a	3,9	4,7	4,5	4,5	4,4 a
Média	3,8	3,9	3,7	3,6		3,8	3,9	3,7	3,8	

**Continua**

**Tabela 6 (continuação)**

Cultivar	2013					2014				
	TT	MN	G1	G2	Média	TT	MN	G1	G2	Média
	Massa de 1 grão (mg)									
Constanza	574	562	611	618	591 a	596	578	582	608	591 a
Manteigão	417	463	482	487	462 b	435	446	510	471	465 b
Valente	233	251	258	257	249 d	245	255	270	272	261 d
Aporé	281	281	285	288	284 c	285	283	286	285	284 c
Média	376	389	409	412		390	391	412	409	
	Produção de grãos (g m <sup>2</sup> )									
Constanza	142,4	221,5	223,0	217,7	201,1	224,0	278	256,3	269,7	257,0
Manteigão	179,4	189,9	186,1	227,8	195,8	204,3	252,1	227,8	234,3	229,6
Valente	144,7	238,1	216,0	218,1	204,2	222,5	245,9	288,7	266,3	255,8
Aporé	156,4	216,6	214,3	224,4	202,9	189,6	278,8	277	253,4	249,7
Média	155,7 B	216,5 A	209,9 A	222,0 A		210,1 B	263,7 A	262,4 A	255,9 A	
	Índice de colheita (mg g <sup>-1</sup> )									
Constanza	613	574	634	598	605 b	543	525	510	473	513 b
Manteigão	569	543	569	575	564 c	472	502	480	469	481 c
Valente	590	582	611	604	597 b	521	489	515	505	507 b
Aporé	618	608	642	630	624 a	544	569	583	545	560 a
Média	597 A	577 B	614 A	602 A		520	521	522	498	

Médias seguidas da mesma letra ou desprovidas de letras, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem pelo teste Duncan a 5%.

### 3.3.3. Teores e conteúdos de nutrientes nos grãos

Foi possível observar na análise de variância, para o ano de 2013, o efeito significativo da adubação para os teores de N no grão, já com relação às cultivares o efeito foi para os teores de K e Mg (Tabela 24 em anexo). Quanto ao conteúdo de nutrientes, constatou-se efeito da adubação sobre os conteúdos de N, K e Mg nos grãos, e das cultivares sobre o conteúdo de Mg (Tabela 25 em anexo).

Para o experimento em 2014, o efeito da adubação foi verificado para os teores de N, K e Ca, já quanto as cultivares o efeito foi sobre os teores de P, K, Ca e Mg, bem como observou-se interação significativa entre adubação e cultivares para o teor de P e Mg (Tabela 26 em anexo). Em relação ao conteúdo de nutrientes, o efeito da adubação ocorreu para N, P, K e Mg, enquanto para as cultivares o efeito foi observado sobre os nutrientes de P, K, Ca e Mg (Tabela 27 em anexo).

Os resultados, tanto para o ano de 2013 quanto para 2014, indicaram a presença de alta variabilidade genética para K, P, Ca e Mg nos grãos provenientes das cultivares estudadas sobre os dois tipos de adubação. A extração de nutrientes pelos grãos seguiu a ordem  $N > K > P > Mg > Ca$  em ambos os anos, corroborando com Andrade et al. (2004) em praticamente todos os nutrientes. Segundo o autor, a exigência nutricional do feijoeiro de maneira geral é a seguinte: N, P, K, Ca, Mg e a ordem de exportação pelos grãos: N, K, P, Ca e Mg.

Quando comparadas as adubações, observou-se que os teores médios de N foram maiores para os tratamentos que receberam adubação química e adubação orgânica nas duas doses, sem diferença estatística, todavia os mesmos obtiveram teores de N superiores ao tratamento testemunha para ambos os anos (Tabela 7 e 9). Quanto ao conteúdo de N no grão, verificou-se o mesmo comportamento relacionado aos teores (Tabela 7 e 9). Estudando em condições de campo o efeito de 3 tipos de adubações em 3 cultivares de feijoeiro comum, Andrade et al. (2004) observaram que a porcentagem de N no grão obteve um acréscimo à medida que aumentaram as doses de N aplicadas, possivelmente proporcionando a translocação desse elemento das folhas para os grãos.

A quantidade de N acumulada no grão revelou a eficiência da FBN no feijoeiro fertilizado através adubação orgânica, como mostra os dados de incorporação de N aos grãos, sem diferenças significativas para os tratamentos que tiveram suplementação de N via adubação química.

Para os conteúdos de K e Mg de 2013, e P e K de 2014, foram observados os mesmos resultados encontrados para o conteúdo de N, ou seja, maior conteúdo dos nutrientes nos tratamentos com adubação química e adubação orgânica nas duas doses quando comparados ao tratamento testemunha (Tabela 7, 8, 9). Em 2014, os teores de K nos grãos no tratamento com dose maior de adubação orgânica foi superior ao tratamento que recebeu adubação química e que por sua vez foi superior ao tratamento testemunha, entretanto não se observou diferenças para os teores de K entre as adubações orgânicas (Tabela 9).

Os resultados no presente trabalho demonstram que a adubação orgânica proporcionou o acúmulo de N, P, K e Mg nos grãos em quantidades semelhantes quando adubado via fertilizante químico, refletindo a importância do estudo. Uma vez que a adubação via fertilizante orgânico, além de causar menor impacto ao meio ambiente, pode auxiliar na identificação de cultivares com qualidade nutricional superior aos cultivados no sistema convencional, visando a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica.

Na interação significativa entre adubação e cultivar para os teores de P no grão, as cultivares Constanza e Valente apresentaram maiores valores quando fertilizadas via adubação orgânica, diferindo estatisticamente das demais (Tabela 10). Entretanto as cultivares Manteigão e Aporé não apresentaram diferenças estatísticas quando submetidas aos 4 tipos de manejo em 2014 (Tabela 10).

No ano de 2014, a adubação orgânica em maior dose e o tratamento testemunha, proporcionaram valores superiores para os teores de Mg nos grãos nas cultivares Constanza, Manteigão e Valente (Tabela 10), já para o conteúdo de Mg nos grãos, nos dois anos, a cultivar Aporé apresentou-se com valores superiores às demais (Tabela 8 e 10).

Quando avaliados os resultados individuais da cultivar por tipo de adubação em 2013 e 2014, os teores de K das cultivares Valente e Aporé foram superiores e diferiram estatisticamente das demais (Tabela 7 e 9).

Em geral, os resultados foram iguais entre os tratamentos que receberam adubação química e orgânica, ou seja, a adubação química apesar de disponibilizar o nutriente prontamente para a absorção das plantas, não causou efeito quando translocado para os grãos.

O conhecimento da variabilidade genética para as características relacionadas aos teores e conteúdos de nutrientes, bem como o comportamento desses caracteres frente às variações de manejo, são fundamentais. Mesmo tendo em vista essa ampla variação já encontrada e caracterizada para composição nutricional pouco ainda se conhece a respeito do comportamento das cultivares em sistema de adubação orgânica.

**Tabela 7.** Teor e conteúdo de nitrogênio, fósforo e potássio em grãos de 4 cultivares de feijoeiro comum, submetidas aos tratamentos testemunha sem adubação (TT), adubação química (MN), adubação orgânica dose 1 (G1) e adubação orgânica dose 2 (G2), em experimento de campo em Seropédica – RJ no ano de 2013..

Cultivar	Testemunha	Adubação química	Adubação orgânica 1	Adubação orgânica 2	Média	Testemunha	Adubação química	Adubação orgânica 1	Adubação orgânica 2	Média
Teor de N (mg g <sup>-1</sup> )					Conteúdo de N (g m <sup>-2</sup> )					
Constanza	31,6	36,1	33,2	34,3	33,8 a	4,39	7,94	7,72	7,11	6,79
Manteigão	32,4	33,6	33,9	33,9	33,4 a	5,29	6,78	6,39	7,59	6,51
Valente	31,8	38,4	35,4	36,3	35,5 a	4,73	8,73	7,66	6,98	7,03
Aporé	34,4	35,4	34,4	33,6	34,4 a	4,96	7,6	7,09	7,52	6,79
Média	32,5 B	35,8 A	34,2 AB	34,5 AB		4,84 B	7,76 A	7,22 A	7,30 A	
Teor de P (mg g <sup>-1</sup> )					Conteúdo de P (g m <sup>-2</sup> )					
Constanza	4,22	4,45	4,54	4,80	4,50	0,61	0,89	0,93	0,96	0,85
Manteigão	4,65	4,43	4,71	4,49	4,57	0,8	0,76	0,75	1,02	0,83
Valente	4,69	4,77	5,18	5,38	5,00	0,61	0,95	0,98	1,05	0,90
Aporé	4,24	4,46	4,52	4,54	4,44	0,69	0,85	0,92	0,92	0,84
Média	4,45	4,52	4,74	4,80		0,68	0,86	0,89	0,99	
Teor de K (mg g <sup>-1</sup> )					Conteúdo de K (g m <sup>-2</sup> )					
Constanza	13,9	14,4	14,6	14,9	14,5 b	2,02	3,03	3,17	3,61	2,96 a
Manteigão	14,2	14,6	14,6	14,4	14,4 b	2,32	2,4	2,41	3,34	2,62 a
Valente	15,3	15,5	16,3	16,9	16,0 a	1,91	3,21	3,04	3,19	2,84 a
Aporé	15,6	15,8	17	17,2	16,4 a	2,34	3,24	3,2	3,37	3,03 a
Média	14,7	15,1	15,6	15,8		2,15 B	2,97 A	2,95 A	3,38 A	

Médias seguidas da mesma letra ou desprovidas de letras, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem pelo teste Duncan a 5%.

**Tabela 8.** Teor e conteúdo de cálcio e magnésio em grãos de 4 cultivares de feijoeiro comum, submetidas aos tratamentos testemunha sem adubação (TT), adubação química (MN), adubação orgânica dose 1 (G1) e adubação orgânica dose 2 (G2), em experimento de campo em Seropédica – RJ no ano de 2013.

Cultivar	Testemunha	Adubação química	Adubação orgânica 1	Adubação orgânica 2	Média	Testemunha	Adubação química	Adubação orgânica 1	Adubação orgânica 2	Média
Teor de Ca (mg g <sup>-1</sup> )					Conteúdo de Ca (g m <sup>-2</sup> )					
Constanza	1,89	1,42	1,31	1,06	1,42	0,26	0,32	0,35	0,45	0,35
Manteigão	1,14	0,88	0,88	0,98	0,97	0,32	0,18	0,3	0,42	0,30
Valente	1,24	1	0,82	0,81	0,97	0,24	0,36	0,36	0,26	0,31
Aporé	1,56	1,07	1,11	1,11	1,21	0,24	0,4	0,38	0,31	0,33
Média	1,46	1,09	1,03	0,99		0,27	0,31	0,35	0,36	
Teor de Mg (mg g <sup>-1</sup> )					Conteúdo de Mg (g m <sup>-2</sup> )					
Constanza	1,75	1,89	1,80	1,78	1,81 b	0,19	0,3	0,32	0,28	0,27 b
Manteigão	1,74	1,70	1,76	1,92	1,78 b	0,22	0,26	0,28	0,28	0,26 b
Valente	1,77	1,96	1,84	1,84	1,85 b	0,22	0,34	0,32	0,35	0,31 b
Aporé	2,15	2,42	2,34	2,21	2,28 a	0,31	0,48	0,44	0,49	0,43 a
Média	1,85	1,99	1,94	1,94		0,24 B	0,34 A	0,34 A	0,35 A	

Médias seguidas da mesma letra ou desprovidas de letras, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem pelo teste Duncan a 5%.

**Tabela 9.** Teor e conteúdo de nitrogênio, fósforo e potássio em grãos de 4 cultivares de feijoeiro comum, submetidas aos tratamentos testemunha sem adubação (TT), adubação química (MN), adubação orgânica dose 1 (G1) e adubação orgânica dose 2 (G2), em experimento de campo em Seropédica – RJ no ano de 2014.

Cultivar	Testemunha	Adubação química	Adubação orgânica 1	Adubação orgânica 2	Média	Testemunha	Adubação química	Adubação orgânica 1	Adubação orgânica 2	Média
Teor de N (mg g <sup>-1</sup> )					Conteúdo de N (g m <sup>-2</sup> )					
Constanza	31,6	36,1	33,2	34,3	33,8 a	7,13	10,03	8,47	9,25	8,72
Manteigão	32,4	33,6	33,9	33,9	33,4 a	6,62	8,39	7,69	7,94	7,66
Valente	31,8	38,4	35,4	36,3	35,5 a	7,18	9,46	10,17	9,67	9,12
Aporé	34,4	35,4	34,4	33,6	34,4 a	6,6	9,89	9,52	8,51	8,63
Média	32,5 B	35,8 A	34,2 AB	34,5 AB		6,88 B	9,44 A	8,96 A	8,84 A	
Teor de P (mg g <sup>-1</sup> )					Conteúdo de P (g m <sup>-2</sup> )					
Constanza	4,22 Bb	4,45 Ba	4,54 ABb	4,80 Ab	4,50	0,95	1,23	1,16	1,3	1,16 ab
Manteigão	4,65 Aa	4,43 Aa	4,71 Ab	4,49 Ab	4,57	0,95	1,11	1,06	1,05	1,04 b
Valente	4,69 Ba	4,77 Ba	5,18 Aa	5,38 Aa	5,00	1,06	1,17	1,49	1,42	1,28 a
Aporé	4,24 Ab	4,46 Aa	4,52 Ab	4,54 Ab	4,44	0,8	1,25	1,28	1,15	1,12 b
Média	4,45	4,52	4,74	4,80		0,94 B	1,19 A	1,25 A	1,23 A	
Teor de K (mg g <sup>-1</sup> )					Conteúdo de K (g m <sup>-2</sup> )					
Constanza	13,9	14,4	14,6	14,9	14,5 b	3,11	4,01	3,74	4,01	3,72 ab
Manteigão	14,2	14,6	14,6	14,4	14,4 b	2,89	3,69	3,33	3,37	3,32 b
Valente	15,3	15,5	16,3	16,9	16,0 a	3,42	3,8	4,72	4,5	4,11 a
Aporé	15,6	15,8	17	17,2	16,4 a	2,98	4,43	4,72	4,37	4,13 a
Média	14,7 C	15,1 BC	15,6 AB	15,8 A		3,10 B	3,98 A	4,13 A	4,06 A	

Médias seguidas da mesma letra ou desprovidas de letras, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem pelo teste Duncan a 5%.

**Tabela 10.** Teor e conteúdo de cálcio e magnésio em grãos de 4 cultivares de feijoeiro comum, submetidas aos tratamentos testemunha sem adubação (TT), adubação química (MN), adubação orgânica dose 1 (G1) e adubação orgânica dose 2 (G2), em experimento de campo em Seropédica – RJ no ano de 2014.

Cultivar	Testemunha	Adubação química	Adubação orgânica 1	Adubação orgânica 2	Média	Testemunha	Adubação química	Adubação orgânica 1	Adubação orgânica 2	Média
Teor de Ca (mg g <sup>-1</sup> )					Conteúdo de Ca (g m <sup>-2</sup> )					
Constanza	1,89	1,42	1,31	1,06	1,42 a	0,42	0,39	0,34	0,28	0,36 a
Manteigão	1,14	0,88	0,88	0,98	0,97 c	0,23	0,22	0,2	0,23	0,22 c
Valente	1,24	1	0,82	0,81	0,97 c	0,27	0,24	0,24	0,21	0,24 c
Aporé	1,56	1,07	1,11	1,11	1,21 b	0,3	0,3	0,3	0,28	0,29 b
Média	1,46 A	1,09 B	1,03 B	0,99 B		0,31	0,29	0,27	0,25	
Teor de Mg (mg g <sup>-1</sup> )					Conteúdo de Mg (g m <sup>-2</sup> )					
Constanza	1,75 Aa	1,89 Ab	1,80 Ab	1,78 Aa	1,81	0,4	0,53	0,46	0,48	0,47 b
Manteigão	1,74 Aa	1,70 Ab	1,76 Bb	1,92 Aa	1,78	0,36	0,43	0,4	0,45	0,41 b
Valente	1,77 Aa	1,96 Ab	1,84 Ab	1,84 Aa	1,85	0,4	0,48	0,53	0,49	0,48 b
Aporé	2,15 Aa	2,42 Aa	2,34 Aa	2,21 Aa	2,28	0,41	0,68	0,65	0,56	0,57 a
Média	1,85	1,99	1,94	1,94		0,39 B	0,53 A	0,51 A	0,50 A	

Médias seguidas da mesma letra ou desprovidas de letras, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem pelo teste Duncan a 5%.

### 3.3.4. Análise tecnológica dos grãos

A análise de variância demonstrou diferença entre adubações e cultivares para o tempo de cozimento e para a absorção de água dos grãos, bem como efeito significativo da interação entre adubação e cultivares para o tempo de cozimento (Tabela 28 em anexo).

Na avaliação da absorção de água pelos grãos, os tipos de adubação diferiram estatisticamente (Tabela 11). Os grãos obtidos das cultivares fertilizada via adubação química tiveram uma maior porcentagem de absorção de água comparado ao tratamento adubação orgânica (Tabela 11). Destaca-se o comportamento diferenciado entre as cultivares, em função do qual a cultivar Ouro Negro apresentou a maior porcentagem de absorção de água, enquanto que a cultivar Constanza apresentou a menor (Tabela 11). Além disso, não ocorreu nenhuma diferença relacionada ao tamanho dos grãos, visto que as cultivares utilizadas apresentam uma diversificação quanto a essa característica.

**Tabela 11.** Absorção de água dos grãos de 6 cultivares de feijoeiro comum submetidas aos tratamentos adubação química e adubação orgânica, em ensaio experimental em Seropédica – RJ no ano de 2015.

Cultivar	Adubação orgânica	Adubação química	Média
Absorção de água dos grãos (%)			
Radiante	86,0	93,8	89,8 c
Kaboon	93,5	99,0	96,3 b
Aporé	88,5	93,0	90,8 c
Jalo Precoce	96,8	98,0	97,4 b
Constanza	74,3	83,8	79,0 d
Ouro Negro	97,5	100,0	98,8 a
Média	89,4 B	94,6 A	

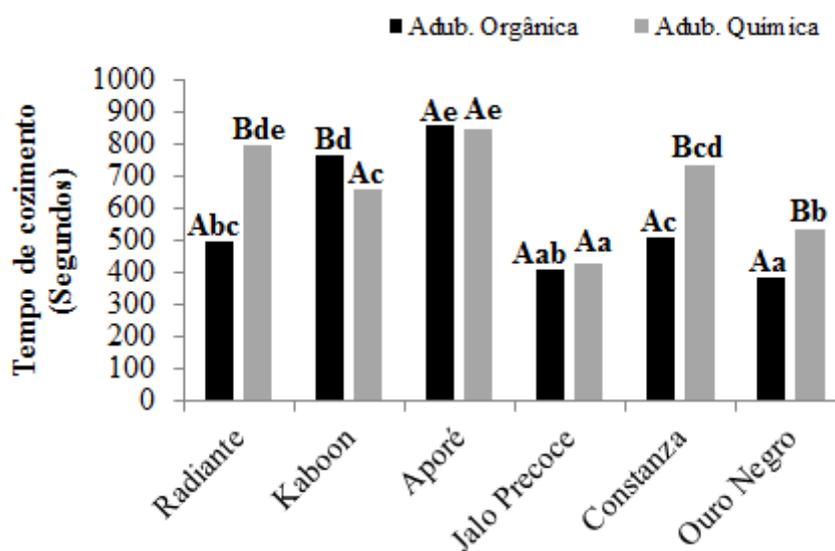
Médias seguidas da mesma letra ou desprovidas de letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem pelo teste Duncan a 5%.

Durante a maturação fisiológica dos grãos de feijão, a presença de condições como estresse hídrico, aliado a temperaturas altas, diminui a porcentagem de absorção de água dos grãos (CARBONEL et al., 2005), fato esse explica os resultados satisfatórios obtidos para as cultivares avaliadas nesse estudo, já que durante o período experimental, as condições climáticas se mostraram excelentes para desenvolvimento da cultura. Fancelli & Dourado Neto (1999) consideram aptas ao desenvolvimento vegetativo e reprodutivo do feijoeiro regiões com temperatura média entre 15 e 29 °C. De acordo com Carbonel et al. (2003), grãos com pouca capacidade de absorção de água são aqueles considerados duros, ou seja, que falham em absorver água quando

embebidos, que se referem ao termo “hardshell” (BOURNE, 1967 apud RIBEIRO et al., 2007).

Carbonel et al., (2003) consideram uma relação entre o tempo de cozimento e a capacidade de penetração de água nos grãos, fato associado aos efeitos de impermeabilidade do tegumento do grão à água, causando uma hidratação mais lenta durante o cozimento. Para Ribeiro et al. (2007), a resistência ao cozimento é causada por diferentes tipos de dureza dos grãos.

Os resultados relacionados ao tempo de cozimento dos grãos demonstraram que na maioria dos tratamentos, o tempo de cozimento foi maior quando os grãos foram provenientes da adubação química (Figura 7). Destaque especial merece ser dado para as cultivares Radiante, Constanza e Ouro Negro, que além de apresentarem diferenças significativas para o tempo de cozimento relacionado à adubação, obtiveram valores superiores para esta variável no tratamento resultante da adubação química (Figura 7). Entretanto, esse comportamento não foi observado pela cultivar Kaboon, cujos grãos apresentaram maior tempo de cozimento quando a cultivar foi submetida à adubação orgânica (Figura 7). Já as cultivares Aporé e Jalo Precoce, não apresentaram diferenças significativas para os diferentes tratamentos, ou seja, o tempo de cozimento se manteve semelhante nos dois tipos de adubação (Figura 7).



**Figura 7.** Tempo de cozimento dos grãos de 6 cultivares de feijoeiro comum submetidas aos tratamentos adubação química e adubação orgânica, em ensaio experimental em Seropédica – RJ no ano de 2015. Em que letras maiúsculas devem ser analisadas dentro de cada cultivar e letras minúsculas entre todos os cultivares estudados.

Os bons resultados obtidos podem estar associados ao pouco tempo de armazenamento dos grãos, de três meses após a colheita. De acordo com Rodrigues et al. (2005), durante o armazenamento, ocorre uma deterioração gradativa da qualidade dos grãos, tornando-se endurecidos e resistentes ao cozimento. O reduzido tempo de cozimento é uma característica desejável e, muitas vezes, determinante para aceitação de uma cultivar de feijão, haja vista que as alterações dessas características podem vir a comprometer o valor de mercado do feijão (Rodrigues et al., 2005).

Observa-se que quanto mais água o grão absorveu, na maioria das vezes, maior foi o seu tempo de cozimento. Nesse contexto, os resultados desses estudos reforçam o fato de que a capacidade de absorção de água e o tempo de cozimento são influenciados pelo genótipo, ambiente e interação genótipo x ambiente (RIBEIRO et al., 2007). Por outro lado, a utilização do teste da capacidade de absorção da água pelos grãos, como indicativo do tempo de cozimento, tem sido questionada devido à baixa correlação encontrada (CARBONELL et al., 2003).

É importante frisar que nesse trabalho pode-se considerar o tempo de armazenamento insuficiente para verificar o tempo de cozimento ao longo do tempo, logo as avaliações tecnológicas e nutricionais foram realizadas aos três meses após a colheita. Vale ressaltar a necessidade de trabalhos envolvendo essa linha de pesquisa, verificando o efeito das práticas agrícolas das características tecnológicas dos grãos, principalmente quando fertilizadas via adubação orgânica.

### **3.4. CONCLUSÕES**

A adubação orgânica associada à inoculação favoreceu o potencial de nodulação do feijoeiro.

A produção de grãos apresentada nos dois anos foi satisfatória, todavia não apresentou diferenças entre as cultivares avaliadas.

A utilização da adubação orgânica associada à inoculação proporcionou rendimentos de grãos semelhantes aos obtidos pela adubação química, possibilitando ser uma alternativa a substituição total ou parcial à utilização dos adubos químicos.

As adubações orgânicas proporcionaram conteúdos de N, K e Mg nos grãos similares ao tratamento com adubação química.

A porcentagem de absorção de água e o tempo de cozimento foram maiores quando os grãos foram provenientes da adubação química, para a maioria das cultivares.

#### 4. CAPÍTULO II – AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE FEIJOEIRO EM PARCERIA COM AGRICULTORES FAMILIARES DA REGIÃO DE CACHOEIRAS DE MACACU – RJ

##### RESUMO

FERNANDES, Rodolfo Condé. **Avaliação de cultivares de feijoeiro em parceria com agricultores familiares da região de Cachoeiras de Macacu, RJ.** 2016.p. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2016.

A produção de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) em pequenas áreas de cultivo, aliado ao uso de tecnologias que proporcionem redução no custo de produção e aumento do retorno econômico para o agricultor, demanda a identificação de cultivares melhor adaptadas a este tipo de manejo e aceitação no mercado consumidor regional. Objetivou-se com o presente trabalho avaliar a produção de diferentes cultivares de feijoeiro, de diferentes tipos comerciais de grão, e a utilização técnicas de manejo de baixo custo por agricultores familiares da região de Cachoeiras de Macacu – RJ. Dois experimentos foram realizados entre abril e julho de 2014 (safra de inverno), em duas propriedades sob agricultura familiar, os sítios “Dois Irmãos” e “Santa Mônica”. No sítio Dois Irmãos adotou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso no esquema de parcelas subdivididas 2 x 5 (2 adubações e 5 cultivares), as adubações dispostas nas parcelas e as cultivares nas subparcelas. Foram avaliadas as cultivares (Constanza, Kaboon, Manteigão, Radiante, Valente) sob os tratamentos de adubação (química praticada pelo agricultor e orgânica), com quatro repetições por tratamento. Para o sítio Santa Mônica, adotou-se um delineamento em blocos ao acaso com quatro repetições, onde foram avaliadas 6 cultivares (Valente, Constanza, Radiante, Bolinha, Pitanga e Jalo Precoce) sem nenhum tipo de adubação. Em ambos experimentos, as parcelas foram constituídas por linhas de 4 m espaçadas de 0,5 m, empregando-se 12 sementes por metro linear, cujas sementes foram inoculadas com inoculante comercial com rizóbio para feijoeiro, com turfa como meio de inoculação. Na maturação dos grãos de cada cultivar, foi colhida uma área de 2 m<sup>2</sup> nas duas linhas centrais de cada parcela para avaliação da produtividade. No Sítio dois Irmãos, a produção de grãos das cinco cultivares não diferiu entre os tratamentos adubação orgânica e adubação química. No Sítio Santa Mônica, a produção de grãos das seis cultivares não diferiu entre si. As cultivares Valente e Radiante atingiram a maior produção no Sítio Dois Irmãos e no

Sítio Santa Mônica, respectivamente. Em geral, nas duas propriedades, todas as cultivares avaliadas apresentaram bom desempenho para os diferentes tipos de manejo, com rendimento médio acima de 2 000 kg ha<sup>-1</sup>. A técnica de inoculação das sementes com rizóbio foi bem avaliada pelos agricultores, pela facilidade de execução e pelo baixo custo de implantação.

**Palavras-chave:** *Phaseolus vulgaris*, agricultura familiar, inoculante, produção de grãos.

## ABSTRACT

FERNANDES, Rodolfo Condé. Evaluation of common **bean cultivars on family farmers in Cachoeiras de Macacu Region, RJ** . 2016.p. Thesis ( PhD in Plant Science). Institute of Agronomy, Plant Science Department of the Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica , RJ , 2016 .

The production of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in small growing areas, coupled with the use of technologies that provide a reduction in the production cost and increase the economic returns of farmers, demand the identification of cultivars better suited to this type of management and accepted in the regional consumer market. The objective of this study was to evaluate the production of different bean cultivars of different types of commercial grain and the techniques of low cost management used by family farmers in Cachoeiras de Macacu region - RJ. Two experiments were conducted between April and July 2014 (winter crop) in two family farm properties. The sites were "Dois Irmãos" and "Santa Monica". Five bean cultivars were evaluated at "Dois Irmãos" (Constanza, Kaboon, Manteigão, Radiante and Valente) and two fertilization treatments (chemistry fertilizer at farmers' applied rate and organic fertilizer). At the Santa Monica site 6 cultivars were evaluated (Valente, Constanza, Radiante, Bolinha, Pitanga and Jalo Precoce) without any fertilization, with four replicates per treatment. The plots were spaced lines of 4 m by 0.5 m, using 12 seeds per meter. Seeds were inoculated with peat based commercial rhizobia inoculants. At maturity, grains of each cultivar were harvested from an area of 2 m<sup>2</sup> in the two central lines of each plot for productivity assessment. Grain yield of the five cultivars did not differ among the fertilizer treatments at "Dois Irmãos". Grain production of the six cultivars did not differ from each other at "Santa Monica". The Valente and Radiante cultivars reached the highest production for the two sites; "Dois Irmãos" and "Santa Monica", respectively. In general, all cultivars showed good performance for the different types of management, with average yield above 2000 kg ha<sup>-1</sup> in the two properties. Technique of inoculation of seeds with rhizobia was well evaluated by farmers by the ease implementation and low cost of deployment.

**Keywords:** *Phaseolus vulgaris*, Family Agriculture, Inoculant, Grain yield.

#### 4.1. INTRODUÇÃO

O município de Cachoeiras de Macacu localiza-se no pé da Serra dos Órgãos, no caminho de Nova Friburgo, na baixada litorânea do Estado do Rio de Janeiro. O contato entre a serra e a baixada foi responsável pela formação do núcleo de comércio e serviços, que passou a atender à população das áreas rurais agrícolas ao redor (MACHADO, 2013).

No município, em um passado recente, a partir de experiências de distribuição de terras para assentamento de agricultores familiares, formaram-se colônias agrícolas. Por consequência disso, o município tem sido vitrine de projetos nacionais de reforma agrária, o que lhe proporcionou adensamento populacional associado à instalação de produtores rurais, especialmente comunidades de agricultores familiares, constituídas por pequenos e médios produtores na baixada litorânea do Rio de Janeiro (BICALHO & MACHADO, 2013).

As áreas rurais de Cachoeiras de Macacu apresentam uma diversidade de conjuntos de áreas produtivas. São áreas com características tipicamente agrícolas, com uso da terra definido por ocupação de lavouras, em particular cereais e fruticultura, com destaque para o milho e a goiaba, enquanto que as encostas se apresentam como áreas de predomínio do cultivo de banana Janeiro (MACHADO, 2013).

Na região, o manejo dessas diferentes culturas é baseado principalmente na agricultura convencional, que preconiza a utilização de insumos externos, como o de fertilizantes sintéticos e agrotóxicos (CASTRO & CONFALONIERI, 2005). Com intuito de evitar a consequência que o uso intensivo desses produtos pode vir a causar, como por exemplo, contaminação do solo, mananciais hídricos e alimentos, boa parte dos agricultores da região vem reduzindo a utilização dos mesmos e adotando práticas visando à sustentabilidade da produção agrícola familiar. Contudo, no país ainda é discrepante a distância entre o conhecimento e a execução deste segmento, pois a agricultura familiar não possui condições de acesso a tecnologias mais produtivas, devido à falta de recursos e assistência técnica, principalmente (BARROS, 2013).

A tecnologia para a agricultura familiar deve ser simples, popular e basear-se nos seus próprios sistemas de produção, dando ênfase aos recursos locais e à demanda de mercado (DESOUZA FILHO et al., 1999). Torna-se necessário buscar alternativas de fácil acesso, baixo impacto ambiental e de baixo custo para atender as demandas

destes agricultores de menor poder aquisitivo. A adoção dessas medidas, que minimizam principalmente a dependência da cultura quanto aos fertilizantes químicos, representa um passo importante para o aumento da produtividade a custo reduzido (SOUZA & ALCÂNTARA, 2008).

O cultivo do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma opção na diversificação das lavouras de comunidades agrícolas, pois além de ser produzido essencialmente por pequenos agricultores, com poucos recursos tecnológicos, tem período curto de cultivo, possibilita a rotação e o consorciamento com outras culturas e desfruta de ampla adaptabilidade (BORÉM & CARNEIRO, 2006). Ademais, o consumo de feijão tem como destaque o fornecimento amplo de proteínas, importante principalmente para as populações de renda menos favorecidas (BROUGHTON et al., 2003).

A exemplo de outras leguminosas, o feijoeiro possui a capacidade de fixar nitrogênio atmosférico, através da simbiose com bactérias fixadoras do grupo dos rizóbios (FERREIRA et al., 2000), processo conhecido como fixação biológica do nitrogênio (FBN). Esse atributo pode ser uma alternativa à substituição total ou parcial dos adubos nitrogenados, em que, além de ser uma opção econômica, é ecologicamente sustentável na agricultura (STRALIOTTO et al., 2002).

Agricultores familiares do Brasil têm alcançado uma produtividade média entre 650 a 850 kg ha<sup>-1</sup> para o feijoeiro comum, que é considerada baixa, devido ao baixo uso de insumos em função das condições financeiras (EMBRAPA, 2009). Contudo, melhorias consideráveis do rendimento em pequenas propriedades podem ser alcançadas por meio da utilização de inoculantes comerciais para a cultura (HUNGRIA et al., 2013), entretanto, essa técnica ainda é pouco utilizada por agricultores (HUNGRIA et al., 1994; BERTOLDO et al., 2015). Sendo assim, a FBN segue como uma alternativa para redução/substituição do uso dos adubos nitrogenados pelo nitrogênio oriundo da fixação biológica (FUSTEC et al., 2010), reduzindo o custo de produção em cultivo de subsistência (GRANGE et al., 2007), uma vez que os custos dos inoculantes são baixos.

Entre as culturas de grãos, o feijoeiro é a que exibe o mais alto nível de variabilidade quanto à cor, tamanho e forma da semente, sendo que estas características intervêm na preferência por determinadas cultivares (CARNEIRO et al., 2005). Os feijões cariocas e pretos são os mais cultivados e consumidos no Brasil (FERNANDES

et al., 2015), no entanto existe uma demanda por grãos diferenciados, denominados grãos especiais, ou seja, que possuem tamanho e cor de tegumentos diferentes (RIBEIRO et al., 2014).

O cultivo desses feijões especiais constitui uma alternativa de produção, pela obtenção de um produto diferenciado e de maior valor agregado, além de ser uma excelente alternativa para a agricultura familiar (EMBRAPA, 2004). No entanto, para a escolha de uma cultivar, além dos aspectos como produtividade, considera-se também sua adaptação às condições da região onde será cultivada, as correlações entre os componentes de produção, bem como sua aceitação no mercado consumidor (RIBEIRO et al., 2014).

Neste contexto, o cultivo do feijoeiro comum constitui uma ótima possibilidade aos agricultores para reduzirem custos e ampliarem lucros, com potencial de permitir retorno econômico ao agricultor, mesmo em pequena área de cultivo. Logo, o uso da tecnologia de inoculantes e cultivares diferenciadas de feijoeiro torna-se uma possibilidade para esse fim.

O presente estudo teve como objetivo avaliar a produção de diferentes cultivares de feijoeiro e a utilização técnicas de manejo de baixo custo por agricultores familiares da região de Cachoeiras de Macacu – RJ.

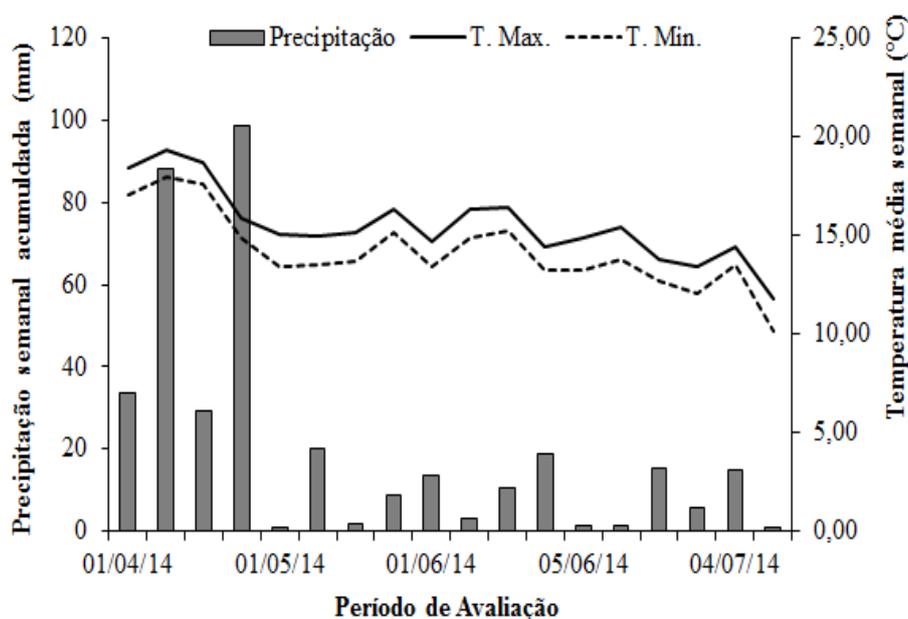
## **4.2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.2.1. Caracterização da área experimental**

Foram conduzidos dois experimentos, entre abril e julho de 2014 (safra de inverno), em duas propriedades agrícolas com tradição no plantio da cultura do feijoeiro, sendo as duas áreas sob agricultura familiar e em processo de transição agroecológica. As respectivas áreas são os sítios “Dois Irmãos” e “Santa Mônica”, pertencentes ao Senhor Roberto Mamoru e à Dona Lilian Vasconcelos, respectivamente, ambos no município de Cachoeiras de Macacu, região da baixada litorânea do estado do Rio de Janeiro.

A região apresenta clima classificado como Cwa ou tropical de altitude, segundo a classificação de Koppen, com inverno seco e verão chuvoso; precipitação anual de 1.672 mm e temperatura média de 17 °C.

Durante o período de condução dos experimentos, a média climática encontrada para a região foi: temperatura mínima de 16 °C e máxima de 23,5 °C e precipitação acumulada de 242 mm (INMET, 2014). As condições de precipitação semanal acumulada e temperaturas médias semanais registradas, em Cachoeiras de Macacu, durante o período dos experimentos, estão apresentadas na Figura 8.



**Figura 8.** Observações semanais para precipitação acumulada (mm), temperatura máxima média (°C) e temperatura mínima média (°C) no período de abril a julho de 2014 em Cachoeiras de Macacu – RJ (INMET, 2014).

Como o feijoeiro é uma planta exigente em qualidade de solo, optou-se em escolher as melhores áreas de cada propriedade, principalmente mais ricas em matéria orgânica e bem drenadas. Para as duas áreas das propriedades, o solo foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo, e as mesmas encontravam-se sob pousio, sendo a cultura do milho (*Zea Mays*) antecessora à implantação dos experimentos.

Para cada área foi realizada uma análise química do solo na profundidade de 0-20 cm de acordo com EMBRAPA (1997). As amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Análises da PESAGRO-RJ, cujos resultados são apresentados na Tabela 12. Com base nos resultados da análise de solo, optou-se por não aplicar calcário, devido aos baixos valores de  $Al^{+3}$  trocável e adequados valores de  $Ca + Mg$  observados.

**Tabela 12.** Resultados da análise química de amostra (0 a 20 cm de profundidade) do solo utilizado dos experimentos em Cachoeiras de Macacu

Área (Propriedade)	Textura expedita	pH  (em água)	Al	Ca+Mg	Ca	Mg	P	K
			-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----				--mg dm <sup>-3</sup> --	
Sítio Dois Irmãos	Média	5,7	0,0	5,3	3,8	1,5	40,1	66
Sítio Santa Mônica	Média	5,9	0,0	5,9	4,0	1,9	32,7	71

#### 4.2.2. Delineamento experimental, implantação e manejo dos experimentos

Buscando abranger diferentes tipos comerciais de grãos e atender à diversificação do gosto do consumidor, foram utilizadas sementes de 8 cultivares comerciais de feijoeiro, já testadas em sistema orgânico de produção em Seropédica - RJ (FERNANDES et al., 2012).

As cultivares foram escolhidas de acordo com a preferência do mercado consumidor da região, o desempenho apresentado no sistema orgânico de produção e o interesse do agricultor.



**Figura 9.** Escolha das sementes das cultivares de feijoeiro pelo agricultor Senhor Roberto Mamoru, proprietário do “Sítio Dois Irmãos” em Cachoeiras de Macacu - RJ.

Algumas características das cultivares avaliadas nos experimentos são apresentadas na Tabela 13 (FERNANDES et al, 2012).

**Tabela 13.** Características principais das cultivares avaliadas; as datas de floração e o ciclo foram registradas em outro experimento conduzido em sistema orgânico de produção em Seropédica – RJ em 2012

Cultivar	Tipo de grão	Arquitetura	Peso de 100 grãos (g)	Floração (dias após emergência)	Ciclo (dias após emergência)
Bolinha	Amarelo	Ereto	34,9	36	83
Constanza	Vermelho	Ereto	54,7	36	89
Jalo Precoce	Jalo	Ereto	42,0	36	83
Kaboon	Branco	Ereto	48,5	36	82
Manteigão	Manteigão	Semi-ereto	45,6	36	84
BRS Pitanga	Roxo	Semi-ereto	21,8	39	83
BRS Radiante	Manteigão Rajado	Ereto	42,4	35	80
BRS Valente	Preto	Ereto	23,2	46	91

Em ambos experimentos, o preparo do solo foi realizado próximo ao dia da semeadura, constituindo-se de uma aração, gradagem e sulcamento manual.

As parcelas foram constituídas por 4 linhas de 4 metros, espaçadas 0,5 metro entre si, onde a semeadura foi realizada manualmente, empregando-se 12 sementes por metro linear. As sementes foram inoculadas imediatamente antes da semeadura, com inoculante contendo as estirpes SEMIA 4077 (*R. tropici*), SEMIA 4080 (*R. freirei*) e SEMIA 4088 (*R. leucaenae*), na proporção de 500 g de turfa (109 células g<sup>-1</sup> de turfa) para 50 kg de sementes. O inoculante e as sementes foram misturados em um saco plástico acrescido de solução açucarada, visando melhor aderência, e agitadas até completo recobrimento, posteriormente foram colocadas para secar à sombra (Figura 10).



**Figura 10.** Momento da inoculação das sementes com o agricultor Roberto Mamoru (cultivar Kaboon).

#### **4.2.2.1. Sítio Dois Irmãos**

Para o Sítio Dois Irmãos, adotou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso no esquema de parcelas subdivididas (2 x 5), onde as parcelas foram constituídas por dois tipos de adubação (adubação orgânica e adubação química que é usualmente realizada pelo agricultor) e as subparcelas por 5 cultivares de feijoeiro comum (Kaboon, Valente, Constanza, Manteigão e Radiante), com 4 repetições, conforme o croqui da área experimental (Figura 12 em anexo).

O plantio foi realizado no dia 28 de abril de 2014, sendo realizadas adubações apenas em cobertura, a primeira adubação com 15 dias e a segunda com 30 dias após o plantio. Para a adubação orgânica, foi utilizada torta de mamona (4,6% de N) na dosagem estimada de 50 kg ha<sup>-1</sup> de N aplicado em cada época. A adubação química foi realizada seguindo o perfil normalmente praticado pelo agricultor, que consiste, via pulverização, na utilização de uréia como fonte de nitrogênio (45% de N) aos 15 dias, na dosagem de 150 g L<sup>-1</sup>, e aos 30 dias utilizou-se o fertilizante foliar “Arrank” na dosagem recomendada para a cultura do feijoeiro, que foi de 2 L ha<sup>-1</sup>. Esse fertilizante é um composto nutricional, aplicado através da pulverização, cujo intuito é fornecer e equilibrar micronutrientes (zinco, manganês, boro, cobre e molibdênio) e enxofre.

Os tratos culturais foram realizados mediante a aplicação do inseticida Decis aos 7 dias após o plantio, na dosagem de 120 mL ha<sup>-1</sup> em toda área, com objetivo de diminuir a incidência da Lagarta-falsa-mediadeira (*Pseudoplusia includens*), inseto praga de parte aérea, que ataca as folhas. Aos 15 dias foi aplicado o inseticida Engea Pleno na dosagem de 100 mL ha<sup>-1</sup>, cuja função foi controlar a alta incidência de vaquinha (*Diabrotica speciosa*), a qual, assim como as lagartas visualizadas na primeira semana, atacam principalmente as folhas, ocasionando perdas na produtividade. Com objetivo de controlar as plantas daninhas, foi realizada uma capina manual aos 20 dias após o plantio.

#### **4.2.2.2. Sítio Santa Mônica**

Para implantação do experimento no Sítio Santa Mônica, adotou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com 4 repetições, sendo os tratamentos constituídos de 6 diferentes cultivares: Valente, Constanza, Radiante, Bolinha, Pitanga e Jalo Precoce, de acordo com o croqui da área experimental (Figura 13 em anexo).

O plantio foi realizado no dia 8 de maio de 2014. Durante a condução do experimento, não foi observado nenhum tipo de praga ou doença que prejudicasse o desenvolvimento das plantas. Para essa propriedade, o agricultor optou pelo não controle das plantas daninhas e a não utilização de nenhum tipo de adubação, apenas sendo realizada a inoculação das sementes, como descrito para o experimento anterior.

#### **4.2.3. Determinações e análise estatística**

Para as duas áreas, efetuou-se uma amostragem no estágio de maturação fisiológica de cada cultivar, buscando avaliar o rendimento e componentes de produção. Efetuou-se a retirada das plantas de uma área de 2 m<sup>2</sup> nas duas linhas centrais de cada parcela, acondicionando-as em sacos de algodão até completar a secagem.

A partir de cada parcela, foram contados o número de plantas e de vagens, as vagens foram trilhadas manualmente e os grãos foram pesados. Retirou-se 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 e novamente 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 a produção de grãos, corrigida para 13% de umidade.

Os dados obtidos em cada experimento de campo foram submetidos à análise de variância e quando detectada significância entre tratamentos, a comparação entre as médias foi feita pelo teste de Duncan, a 5% de significância.

### **4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **4.3.1. Sítio Dois Irmãos**

De acordo com a análise de variância, realizada para os dados obtidos, verificou-se efeito das cultivares para produção de grãos e para os componentes de produção, e efeito significativo entre as adubações e cultivares para o número de vagens por planta (Tabela 30 em anexo).

O número de plantas, em média, variou de 18,5 a 18,7 plantas por metro quadrado para os tratamentos com adubação orgânica e adubação química, respectivamente (Tabela 14). As cultivares apresentaram diferenças quanto ao *stand* final, com destaque para as cultivares Manteigão, Radiante e Valente que apresentaram número de plantas por metro quadrado superior às demais. De acordo com a densidade

de semente utilizada no plantio, a população de plantas ficaria em torno de 240.000 plantas ha<sup>-1</sup>, entretanto essa população não foi alcançada, pois a mesma variou de 140.000 a 210.000 plantas ha<sup>-1</sup>. Souza et al. (2002) afirmam que populações de plantas de 120 a 300 mil plantas ha<sup>-1</sup> não alteram a produtividade de grãos do feijoeiro. Já Didonet & Costa (2004) relatam que o rendimento de grãos pode ser afetado pela densidade populacional, ademais o controle de doenças, ervas daninhas, aproveitamento de água e fertilizantes e tratos culturais são alguns dos outros fatores afetados pela densidade populacional de plantas em uma determinada área.

Quanto ao número de vagens por planta, os tratamentos com adubação química e com adubação orgânica, não apresentaram diferenças estatísticas, exceto para a cultivar Valente, para qual o tratamento com adubação química apresentou valores inferiores ao tratamento com adubação orgânica (Tabela 14). Entre as cultivares, a Valente foi a que apresentou maior número de vagens por planta seguida pela Radiante e pelas cultivares Constanza, Kaboon e Manteigão, que não diferiram entre si, e que apresentaram os menores valores (Tabela 14).

Ribeiro et al. (2014), em trabalho realizado avaliando 28 linhagens de feijão comum em diferentes épocas e ambientes de cultivo, observaram valores médios semelhantes para a cultivar Radiante (10 vagens por planta). Os resultados levaram os autores a concluir que a seleção indireta para o número de vagens por planta e o número de grãos por vagem é de eficiência moderada para o aumento da produtividade de grãos, em genótipos de feijão de grãos especiais.

Não foram constatadas diferenças entre as adubações com relação ao número de grãos por vagem (Tabela 14). Tal resultado corrobora com Soratto et al. (2010), que afirmam que o número de grãos por vagem de feijão comum é de alta herdabilidade genética, pouco influenciado pelo ambiente cultivado. Com relação às cultivares, a Valente foi a que apresentou valores superiores quanto ao número de grãos por vagem, enquanto a cultivar Constanza foi a que apresentou o menor valor (Tabela 14). Para o feijão comum, o ideal que as plantas produzam em média de 4 a 10 grãos por vagem (COSTA & ZIMMERMANN, 1988), portanto os valores encontrados são considerados baixos para esse componente.

Para massa de 1 grão, não foram constatadas diferenças entre as adubações. Quanto às cultivares, considerando que foram utilizadas diferentes tipos em relação a várias características, dentre elas o tamanho das sementes, já era de se esperar uma

diferença no que diz respeito a massa de 1 grão. Os maiores valores obtidos foram para a cultivar Constanza, seguido das cultivares Kaboon e Manteigão, Radiante e por último a cultivar Valente (Tabela 14).

A produção de grãos não diferiu estatisticamente com relação às adubações utilizadas; já em relação às cultivares, aquela que se destacou foi a cultivar Valente, com uma média de 4039 kg ha<sup>-1</sup>, em função principalmente do seu elevado número de vagens por planta (Tabela 14). Em contrapartida, a cultivar Kaboon foi aquela que apresentou os menores valores médios para esta variável. As cultivares apresentaram rendimentos superiores aos obtidos por Fernandes et al. (2015) em safra de inverno, onde a cultivar Valente apresentou 1830 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 14).

**Tabela 14.** Número de plantas, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de um grão e produção de grãos de 5 cultivares de feijoeiro avaliados sob adubação orgânica e química no Sítio Dois Irmãos, em Cachoeiras de Macacu – RJ, 2014.

Cultivar	Adubação orgânica	Adubação química	Média
Número de plantas (por m <sup>2</sup> )			
Constanza	18,5	17,0	17,8 b
Kaboon	14,0	14,3	14,1 c
Manteigão	20,8	20,3	20,5 a
Radiante	19,8	19,5	19,6 a
Valente	20,5	21,3	20,9 a
Média	18,7	18,5	
Número de vagens por planta			
Constanza	7,9 c A	9,2 b A	8,6
Kaboon	8,6 c A	9,1 b A	8,9
Manteigão	7,7 c A	8,6 b A	8,2
Radiante	10,4 b A	9,8 b A	10,1
Valente	17,3 a A	14,4 a B	15,8
Média	10,4	10,2	
Número de grãos por vagem			
Constanza	2,8	2,8	2,8 d
Kaboon	3,3	3,4	3,4 c
Manteigão	3,8	3,7	3,7 b
Radiante	3,4	3,5	3,4 c
Valente	4,5	4,8	4,6 a
Média	3,6	3,6	

Massa de 1 grão (mg)			
Constanza	602	577	589 a
Kaboon	478	482	480 b
Manteigão	471	474	472 b
Radiante	438	427	432 c
Valente	276	267	272 d
Média	453	445	
Produção de grãos (kg ha <sup>-1</sup> )			
Constanza	2428	2546	2487 c
Kaboon	1938	2092	2015 d
Manteigão	2773	2969	2871 bc
Radiante	2985	2782	2883 b
Valente	4315	3763	4039 a
Média	2888	2830	

Médias seguidas da mesma letra ou desprovidas de letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem pelo teste de Duncan a 5%.

Em geral, todas cultivares obtiveram boa produção de grãos. Tais resultados podem estar associados principalmente às condições de cada ambiente de cultivo. Ribeiro et al. (2014), avaliando o efeito genótipo x ambiente sobre os componentes de produtividade de grãos em feijão de grãos especiais, relatam a importância de selecionar genótipos de alta produtividade de grãos com base nesses aspectos. Os autores observaram interação significativa genótipo x ambiente para número de vagens por planta, número de grãos por planta, número de grãos por vagem, massa de 100 grãos e produtividade de grãos.

#### 4.3.2. Sítio Santa Mônica

A análise de variância para as 6 cultivares, demonstrou efeito das cultivares para número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de 1 grão, todavia não houve diferença para produção de grãos entre as cultivares (Tabela 31 em anexo).

O número de plantas por metro quadrado não apresentou diferenças estatísticas quanto às cultivares avaliadas, com média de 17,6 plantas por metro quadrado (Tabela 15).

Quanto ao número de vagens por planta, as cultivares Pitanga e Valente apresentaram os maiores valores, diferindo estatisticamente das cultivares Bolinha,

Constanza e Radiante (Tabela 15). A média apresentada dentre todas as cultivares foi de 12,1 vagens por planta. Fernandes et al. (2015), em trabalho sob sistema orgânico de produção, encontraram valores muito inferiores aos do presente trabalho, com uma média de 8,6 e 8,5 vagens por planta para as cultivares Pitanga e Valente.

Para a variável número de grãos por vagem, as cultivares Pitanga e Valente, apresentaram valores superiores às demais cultivares, enquanto que a cultivar Constanza foi a que apresentou os menores valores para o componente (Tabela 15).

A média de produção de grãos encontrada foi de 2758 kg ha<sup>-1</sup>, sem diferença estatística entre as cultivares avaliadas, com rendimentos variando entre 2514 e 2927 kg ha<sup>-1</sup>, rendimentos satisfatórios para a cultura do feijão. Essa alta produção corrobora com Silva (2014), que encontrou benefícios no uso da adubação orgânica em feijoeiro inoculado e não inoculado em agricultor familiar da região serrana do Rio de Janeiro, onde a média de produção das cultivares Bolinha, Valente, Constanza e Manteigão, foi superior a 3000 kg ha<sup>-1</sup>.

Apesar de ausência de diferença estatística, as cultivares Radiante, Pitanga, Bolinha, Jalo Precoce e Constanza, que apresentam grãos do tipo especial, apresentaram maior produção de grãos que a cultivar Valente, tipo de grão preto que é bastante comercializado na região.

**Tabela 15.** Número de plantas, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de um grão e produção de grãos de 6 cultivares de feijoeiro avaliadas no Sítio Santa Mônica, em Cachoeiras de Macacu – RJ, 2014

Cultivar	Número de plantas por m <sup>2</sup>	Número de vagens por planta	Número de grãos por vagem	Massa de 1 grão (mg)	Produção de grãos (kg ha <sup>-1</sup> )
Bolinha	18,3	10,3 b	3,5 b	440 c	2831
Constanza	17,3	9,2 b	2,7 c	639 a	2655
Jalo Precoce	18,8	10,5 b	3,1 bc	468 bc	2747
Pitanga	17,0	15,6 a	4,4 a	246 d	2878
Radiante	18,5	10,5 b	3,1 bc	491 b	2927
Valente	16,0	16,7 a	4,3 a	220 d	2514
Média	17,6	12,1	3,5	417	2758

Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste Duncan a 5%.

Em geral, todas as cultivares avaliadas apresentaram bom desempenho, com médias superiores à média do estado do Rio de Janeiro, que foi de 895 kg ha<sup>-1</sup> de acordo com o décimo levantamento da safra de grãos 2014/2015 (CONAB, 2015). Esse desempenho foi devido a vários fatores, dentre os quais as condições climáticas durante

o período experimental, aliado ao bom estado fisiológico sanitário das sementes utilizadas no experimento e as boas condições físicas e químicas que o solo se encontrava.

A temperatura média ficou entre 16-23,5 °C (INMET, 2015). Fancelli & Dourado Neto (1999) consideram aptas ao desenvolvimento vegetativo e reprodutivo do feijoeiro regiões com temperatura média entre 15 e 29 °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., 2006).

Deve-se ressaltar que o experimento foi desenvolvido em apenas um ano agrícola, e as condições climáticas da época das duas áreas na região foram favoráveis ao desenvolvimento das plantas.

#### **4.4. CONCLUSÕES**

A produção de grãos das cultivares Manteigão, Radiante e Valente, não diferiu entre os tratamentos adubação orgânica e adubação convencional para o Sítio Dois Irmãos, possibilitando a substituição dos insumos químicos pelos orgânicos, quando associado à tecnologia de inoculação de sementes.

A produção de grãos das seis cultivares não diferiu entre si para o Sítio Santa Mônica, apresentando-se promissoras, devido à boa adaptação a região, em consequência das altas produtividades alcançadas.

A produtividade apresentada nos 2 experimentos foi satisfatória, quando comparada ao potencial de produtividade das cultivares.

Entre as cultivares das duas propriedades, a Valente e a Radiante atingiram a maior produção dentre os tratamentos para o Sítio dois Irmãos e Sítio Santa Mônica respectivamente.

#### **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os resultados confirmam que há uma grande possibilidade das cultivares de feijoeiro se beneficiarem pelo uso de biotecnologias, como é o caso da técnica de inoculação associada à adubação orgânica, pois as produções foram altas quando se

utilizou esse tipo de manejo. Contudo, o grau de adoção da tecnologia de inoculação ainda é muito baixo, se comparado a outras culturas, como é o caso da soja, na qual o uso de fertilizantes nitrogenados já foi substituído em sua totalidade pela fixação biológica de nitrogênio.

Um dos principais fatores responsáveis pela baixa produção de grãos pelos agricultores familiares está associado ao uso dos próprios grãos colhidos ou aqueles comercializados nos mercados, para alimentação, como sementes, fato que contribui não só para obtenção de sementes de pior qualidade, como também reduz a produtividade. É muito importante ressaltar que, independente do sistema de cultivo, as sementes devem sempre apresentar boa sanidade, viabilidade, vigor e pureza física. No plantio é importante se utilizar sementes, a obtenção das mesmas para que sejam de boa qualidade, passam por uma análise criteriosa de vários fatores, como: histórico da área para produção, condições climáticas da região, época de plantio, tipo de solo, fertilidade do solo, principais pragas e doenças existentes, manejo das mesmas, forma de colheita e armazenamento.

Na agricultura familiar, é de suma importância incentivar o uso de práticas que visam diminuir os custos de produção e aumentam a preservação dos recursos naturais, por meio do uso de adubos orgânicos e técnicas alternativas. Pois, diminui os riscos de acidentes ligados ao uso de agrotóxicos e propicia ao consumidor um produto mais saudável.

Em função da ampla diversidade genética do feijoeiro e a variação das respostas quanto aos tipos de adubações, ainda são necessários mais estudos específicos quanto aos mecanismos fisiológicos envolvidos na FBN aliados às várias formas de suplementação nitrogenada. Tais informações serão importantes principalmente para pequenas e médias propriedades agrícolas, que através da geração de conhecimento e tecnologias, possivelmente, permitirão substituição do fertilizante nitrogenado pela adubação orgânica, sem comprometer potencial produtivo do feijoeiro.

## **6. CONCLUSÕES GERAIS**

Dentre o total de 10 cultivares avaliadas em todos os experimentos, destacam-se as cultivares Valente e Constanza, que mostraram produtividades de grãos acima de 2000 kg ha<sup>-1</sup> quando submetidas a adubação orgânica. Todavia, as produtividades de

todas cultivares foram consideradas satisfatórias, quando comparada ao potencial de produtividade das mesmas.

O uso de adubos orgânicos nas propriedades agrícolas permitiu substituição do fertilizante nitrogenado, sem comprometer potencial produtivo das cultivares de feijoeiro avaliadas.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA, R.M.C.M.; ARAÚJO, A.P.; XAVIER, G.R.; ROCHA, M.M.; RUMJANEK, N.G. **Relações entre a contribuição da fixação biológica de nitrogênio e a duração do ciclo de diferentes genótipos de cultivos de leguminosas de grãos.** Embrapa Meio-Norte. Teresina, PI, 2009. (Documentos, 197).

ALVES, B.J.R.; BODDEY, R.M.; URQUIAGA, S. The success of BNF in soybean in Brazil. **Plant and Soil**, v.252, p.1-9, 2003.

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

ANDRADE, M.J.B.; CARVALHO, A.J.; VIEIRA, N.M.B. Exigências edafoclimáticas. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T.J. de; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão**. 2.ed. Viçosa: UFV, 2006. p.67.

ARAÚJO, A.P.; TEIXEIRA, M.G.; LIMA, E.R. Efeitos do aumento do teor de Fósforo na semente, obtido via adubação foliar, no crescimento e na nodulação do feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.26, p.183-189, 2002.

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 de 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 de Ciência do Solo**, v.36, p.137-146, 2012.

BARRADAS, C.A.; BODDEY, L.H.; HUNGRIA, M. Seleção de cultivares de feijão e estirpes de *Rhizobium* para nodulação precoce e senescência tardia dos nódulos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.13, p.169-179, 1989.

BARROS, R.L.N. **Interação entre inoculação com rizóbio e adubação nitrogenada de plantio, na produtividade do feijoeiro comum**. Seropédica, UFRRJ, 2013, 58f. (Dissertação de Mestrado em Fitotecnia).

BASSINELLO, P.Z.; COBUCCI, R.M.A.; ULHÔA, V.G.; MELO, L.C.; PELOSO, M.J.D. **Aceitabilidade de três cultivares de feijoeiro comum**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA CNPAF, n.66, p.5, 2003. (EMBRAPA-CNPAF. Comunicado Técnico).

BERTOLDO, J.G.; PELISSER, A.; SILVA, R.P.D.; FAVRETO, R.; OLIVEIRA, L. A. D. D. Alternatives in bean fertilization to reduce the application of N-urea. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.45, p.348-355, 2015.

BICALHO, M.S.M.; MACHADO, F.S. Do agrário ao periurbano o município de Cachoeiras de Macacu na região metropolitana do Rio de Janeiro. **Geografia**, v.38, p.545-564, 2013.

BORÉM, A.; CARNEIRO, J.E.S. A cultura. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T.J. de; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão**. 2.ed. Viçosa: UFV, 2006. p.14.

BOURNE, M.C. Size density and hardshell in dry beans. **Journal of Food Technology**, Chicago, v.21, p.17-20, 1967.

BRASIL - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. ANEXO IV. **Requisitos mínimos para determinação do valor de cultivo e uso de feijão (*Phaseolus vulgaris*), para a inscrição no registro nacional de cultivares- RNC**. SI, 2001. np.

BROUGHTON, W.J.; HERNÁNDEZ, G.; BLAIR, M.; BEEBE, S.; GEPTS, P.; VANDERLEYDEN, J. Beans (*Phaseolus* spp.) – model food legumes. **Plant and Soil**, v.55, n.1, p.55-128, 2003.

BURR, H.K.; KON, S.; MORRIS, H.J. Cooking rates of dry beans as influenced by moisture content and temperature and time of storage. **Food Technology**, Chicago, v.22, p.336-338, 1968.

CARBONELL, S.A.M.; CARVALHO, C.R.L.; PEREIRA, V.R. Qualidade tecnológica de grãos de genótipos de feijoeiro cultivados em diferentes ambientes. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.3, p.369-379, 2003.

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

CARNEIRO, J.C.S.; MINIM, V.P.R.; SOUZA, M.M.; CARNEIRO, J.E.S.; ARAÚJO, G.A.A. Perfil sensorial e aceitabilidade de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, p.18-24, 2005.

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.

CASSINI, S.T.A.; FRANCO, M.C. Fixação biológica de nitrogênio: microbiologia, fatores ambientais e genéticos. In: VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T.J.; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão**. 2 ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. p. 251-312.

CASTRO, J.S.M.; CONFALONIERI, U. Uso de agrotóxicos no município de Cachoeiras de Macacu (RJ). **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro v.10, n.2, p.473-482, 2005.

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2014/2015. **Décimo segundo levantamento** - Setembro 2015. . Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em 10 de outubro de 2015a.

CONAB. Companhia nacional de abastecimento. **Feijão**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/b01c8cba0f306a6da80caa4509816a85..pdf>>. Acesso em 10 de outubro de 2015b.

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.

DALL'AGNOL, R.F., RIBEIRO, R.A., ORMEÑO-ORRILLO, E., ROGEL, M.A., DELAMUTA, J.R.M., ANDRADE, D.S., MARTÍNEZ-ROMERO, E. HUNGRIA, M. *Rhizobium freirei* sp. nov., a symbiont of *Phaseolus vulgaris* that is very effective at fixing nitrogen. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, v.63, 4167-4173, 2013.

DALLA CORTE, A.; MODA-CIRINO, V.; SCHOLZ, M.B.S.; DESTRO, D. Environment effect on grain quality in early common bean cultivars and lines. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Maringá, v.3, n.3, p.193-202, 2003.

DENINSON, R. F.; HARTER, B. L. Nitrate effects on nodule oxygen permeability and leghemoglobin. Nodule oximetry and computer modeling. **Plant Physiology**, Rockville, v.107, p.1355-1364, 1995.

DESOUZA FILHO, H., YOUNG, T., BURTON, M., Factors influencing the adoption of sustainable agricultural technologies, evidence from the state of Espírito Santo Brazil. **Tecnological Forecasting and Social Change Technol.**, v.60, p.97–112, 1999.

DEL, P.M.J.; MELO, L.C. **Potencial de rendimento da cultura do feijoeiro comum**. Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, 2005. 131p.

DIAS, P.A.A.; PEREIRA, H.S. FERREIRA, E.P.B.; MELO, L.C.; FARIA, L.C.; WENDLAND, A.; SOUZA, T.L.P. O.; MELO, P.G.S. **Potencial genético de linhagens elite de feijoeiro comum para fixação biológica de nitrogênio**. In: 7º Congresso brasileiro de melhoramento de plantas, 2013, Uberlândia, MG.

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

DIDONET, A.D.; MOREIRA, J. A. A.; DE BRITO, E.O.F. **Sistema de produção orgânico de feijão para agricultores familiares**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA CNPAF, n.173, p.9, 2009. (EMBRAPA-CNPAF. Comunicado Técnico).

DIXON, R.; KAHN, D. Genetic regulation of biological nitrogen fixation. **Nature Reviews Microbiology**, v.2, n.8, p.621-631. 2004.

DOBEREINER, J.; RUSCHEL, A.P. **Fixação biológica de nitrogênio atmosférico em feijão (Phaseolus vulgaris L.), influência do solo e da variedade**. Rio de Janeiro, Instituto de Ecologia e Experimentação Agrícola, n.10, p.16, 1961. (IEEA, Comunicado Técnico).

DUSHA, I.; BAKOS, A.; KONDOROSI, A.; BRUIJN, F.J.; SCHELL, J. The Rhizobium meliloti early nodulation genes (nodABC) are nitrogen-regulated: Isolation of a mutante strain with efficient nodulation capacity on alfalfa in the presence of ammonium. **Molecular and General Genetics**, v. 219, p.89-96, 1989.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). **Perspectiva de mercado interno e externo para o feijão**. Goiás EMBRAPA ARROZ e FEIJÃO, 2004.

Disponível em: <<http://www.Embrapa.br.br/imprensa/noticias/2002/setembro/bn.2004-11.484836236>>. Acessado em 16 de junho de 2016.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. Estresses de água e temperatura na cultura do feijão. In: FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. (Ed.). **Feijão irrigado: estratégias básicas de manejo**. 1.ed. Piracicaba: Publique, 1999. p.155-169.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Disponível em: <http://www.fao.org/home/en/>. Acesso em: 20 de maio de 2015.

FARINELLI, R.; LEMOS, L.B. Produtividade, eficiência agronômica, características nutricionais e tecnológicas do feijão adubado com nitrogênio em plantio direto e convencional. **Bragantia**, v.69, n.1, p.165-172, 2010.

FERNANDES, R.C. **Avaliação de cultivares de feijoeiro em sistema orgânico de produção na Baixada Fluminense, RJ**. Seropédica: UFRRJ, 2012, 39 fl. (Dissertação de Mestrado em Fitotecnia).

FERNANDES, R.C.; GUERRA, J.G.M.; ARAÚJO, A.P. Desempenho de cultivares de feijoeiro-comum em sistema orgânico de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, p.797-806, 2015.

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.

FERREIRA, E.P.B.; BARBOSA, L. H. A.; KNUPP, A. M.; MATA, W. M.; WENDLAND, A.; DIDONET, A.G.; MELO, L.C. & PELOSO, M.J. Identification of high nodulation efficiency Among wild genotypes of common beans. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, v.53, p.170-171, 2010.

FERREIRA, E.P.B.; MERCANTE, F.M.; HUNGRIA, M.; MENDES, I.C.; ARAÚJO, J.L.S.; FERNANDES JUNIOR, P.I.; ARAÚJO, A.P. Contribuição para melhoria da

eficiência da fixação biológica de nitrogênio no feijoeiro comum no Brasil. **Tópicos em Ciência do Solo**, Viçosa, v.8, p.251-291, 2013.

FONSECA, G.G.; OLIVEIRA, D.P.; SOARES, B.L.; FERREIRA, P.A.A.; TEIXEIRA, C.M.; MARTINS, F.A.D.; MOREIRA, F.M.S.; ANDRADE, M.J.B. Resposta de cultivares de feijoeiro-comum à inoculação das sementes com duas estirpes de rizóbio. **Bioscience Journal**, v.29, n.6, p.1778-1787, 2013.

FRANCO, A.A.; DOBEREINER, J. Especificidade hospedeira na simbiose com *Rhizobium* – feijão e influência de diferentes nutrientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.2, p.467-474, 1967.

FREIRE, L.R.; BALIEIRO, F.C.; ZONTA, E.; ANJOS, L.H.C.; PEREIRA, M.G.; LIMA, E.; GUERRA, J.G.M.; FERREIRA, M.B.C.; LEAL, M.A.A.; CAMPOS, D.V. B; POLIDORO, J.C. **Manual de calagem e adubação do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: UFRRJ, 2013. 430 p.

FREITAS, G.C.F. **Sensorial**. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia\\_de\\_alimentos/arvore/CONT00fid46tch02wyiv80z4s473kkywngf.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CONT00fid46tch02wyiv80z4s473kkywngf.html)>. Acesso em: 20 de maio de 2016.

FUSTEC, J.; LESUFFLEUR, F.; MAHIEU, S.; CLIQUET, J.B. Nitrogen rhizodeposition of legumes. **Agronomy for Sustainable Development**, v.30, p.57-66, 2010.

GALBIATTI, J.A.; SILVA, F.G.; FRANCO, C.F.; CAMELO, A.D. Desenvolvimento do feijoeiro sob o uso de biofertilizante e adubação química. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.31, n.1, p.167-177, 2011.

GALLOWAY, J.N. The global nitrogen cycle: changes and consequences. **Environmental Pollution**, v.102, p.15-24, 1998.

GANASCINI, D.; WUNSH, C.A.; SCHOENINGER, V.; SONCELA, R.F.; BISCHOFF, T.Z.; COELHO, S.R.M.; GURGACZ, F. Tempo de cozimento em três diferentes variedades de feijão carioca. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.3, n.4, p.79-86, 2014.

GARRUTI, R. dos S. **Metodologia estatístico-sensorial para avaliação do sabor e textura de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), armazenados**. Campinas, UNICAMP, Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola, 1981. 259p. (Tese Livre docência).

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.

GRANGE, L.; HUNGRIA, M.; GRAHAM, P.H.; MARTÍNEZ-ROMERO, E. New insights into the origins and evolution of rhizobia that nodulate common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Brazil. **Soil Biology e Biochemistry**, v.39, p.867- 876, 2007.

GRAHAM, P.H.; VANCE, C.P. Legumes: Importance and constraints to greater use. **Plant Physiology**, v.131, p.872-877, 2003.

HUNGRIA, M.; NEVES M.C.P.; VICTORIA, R.L. Assimilação do nitrogênio pelo feijoeiro I- Atividade da nitrogenase, da nitrito redutase e transporte de N seiva do xilema. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.9, p.1983-2000, 1985.

HUNGRIA, M.; BARRADAS, C.A; WALLSGROVE, R.M. Nitrogen fixation, assimilation and transport during the initial growth stage of *Phaseolus vulgaris* L. **Journal of Experimental Botany**. Oxford, v.42, p.839-844, 1991.

HUNGRIA, M.; VARGAS, M.A.T.; SUHET, A.R.; PERES, J.R.R. **Fixação biológica do nitrogênio na soja**. In: ARAÚJO, R.S.; HUNGRIA, M., ed. *Microrganismos de importância agrícola*. Brasília: Embrapa-SPI, 1994. p.9-89.

HUNGRIA, M.; VARGAS, M.A.T.; ARAUJO, R.S. **Fixação biológica de nitrogênio em feijoeiro**. In: VARGAS, M.A.T. & HUNGRIA, M., ed. *Biologia dos solos dos cerrados*. Planaltina, Embrapa-CPAC, 1997. p.189-294.

HUNGRIA, M.; VARGAS, M.A.T. Environmental factors affecting N<sub>2</sub> fixation in grain legumes in the tropics, with an emphasis on Brazil. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.65, p.151-164, 2000.

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.

HUNGRIA, M.; MENDES, I.C.; MERCANTE, F.M. **Tecnologia de fixação biológica de nitrogênio com feijoeiro: viabilidade em pequenas propriedades familiares e em propriedades tecnificadas**. Londrina: Embrapa Soja, 2013, 32p. (Documentos 338).

HUNGRIA, H.; KASCHUK, G. Regulation of N<sub>2</sub> fixation and NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/NH<sub>4</sub><sup>+</sup> assimilation in nodulated and N-fertilized *Phaseolus vulgaris* L. exposed to high. **Environmental and Experimental Botany**, v.98, p.32-39, 2014.

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.

IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada). **Plano Nacional de Resíduos Sólidos: diagnóstico dos resíduos urbanos, agrosilvopastoris e a questão dos catadores**, 2012. (Comunicado nº 145).

KNUPP, A.M.; FERREIRA, E.P.B.; PEREIRA, H.S.; WENDLAND, A. & MELO, L.C. **Resposta de genótipos de feijão preto à inoculação com *Rhizobium tropici***. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 2011, Goiânia. Anais... Santo Antônio de Goiás, Embrapa Arroz e Feijão, 2011.

KUREK, A.J.; CARVALHO, F.I.F.; ASSMANN, I.C.; MARCHIORO, V.S.; CRUZ, P.J. Análise de trilha como critério de seleção indireta para rendimento de grãos em feijão. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.7, n.1, p.29-32, 2001.

LAJOLO, F.M.; GENOVESE, M.I.; MENEZES, E.W. Qualidade nutricional. In: ARAUJO, R. S.; AGUSTÍN- RAVA, C.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. (Coords.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996. p. 71-99.

LEMOS, L.B.; OLIVEIRA, R.S.; PALOMINO, E.C.; SILVA, T.R.B. Características agronômicas e tecnológicas de genótipos de feijão do grupo comercial Carioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.4, p.319-326, 2004.

MACHADO, F.S. **Agricultura e reestruturação espacial na interface rural-urbana: o exemplo do município de Cachoeiras de Macacu (RJ)**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2013. 114p. (Dissertação de Mestrado em Geografia)

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.

MALIK, N.S.; CALVERT, H.E.; BAUER, W.D. Nitrate induced regulation of nodule formation in Soybean. **Plant Physiology**, v. 84, p.266-271, 1987.

MAPA- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Importação e exportação de feijão no Brasil**. Disponível em <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/feijao>. Acesso em: 20 nov. 2015.

MATOSO, S.C.G.; KUSDRA, J.F. Nodulação e crescimento do feijoeiro em resposta à aplicação de molibdênio e inoculante rizobiano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, n.6, p.567-573, 2014.

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

MERCANTE, F.M.; CUNHA, C.O.; STRALIOTTO, R.; MARTINS, L.M.V.; FRANCO, A.A.; RUMJANEK, N.G. **Efeito do nitrogênio química na troca de sinais moleculares durante o processo de infecção das raízes do feijoeiro por rhizobium**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25, 1995. Resumos. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 1995. 1:495-497.

MERCANTE, F.M.; TEIXEIRA, M.G.; ABOUD, A.C.S.; FRANCO, A.A. Avanços biotecnológicos na cultura do feijoeiro sob condições simbióticas. **Revista Universidade Rural: Série Ciência da Vida**, v.21, p.127-146, 1999.

MERCANTE, F.M.; FRANCO, A.A. Expressão dos genes nod de *Rhizobium tropici*, *R. etli*, e *R. leguminosarum* bv. *Phaseoli* e estabelecimento da nodulação do feijoeiro na presença de exsudatos de sementes de *Mimosa flocculosa* e *Leucaena leucocephala*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n.2, p.301-310, 2000.

MERCANTE, F.M.; MORETTO, H.J.N.; TARASIUK, V.A.; GOULART, A.C.P. **Efeitos de fungicidas na nodulação de feijoeiros inoculados com *Rhizobium tropici***. In: Reunião da Rede de Laboratórios para Recomendação, Padronização e Difusão de Tecnologia de Inoculantes Microbiológicos de Interesse Agrícola, 14. 2010, Bonito, MS. Anais... Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2010. p.50-51.

MESQUITA, F.R.; CORREA, A.D.; ABREU, C.M.P.; LIMA, R.A.Z.; ABREU, A.F.B. Linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.): composição química e digestibilidade protéica. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.4, p.1114-1121, 2007.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2006. 626p.

NOGUEIRA, A.R. de A.; SOUZA, G.B. de. **Manual de laboratórios: solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. 313p.

OLIVEIRA JÚNIOR, M.J.; FERREIRA, E.P.B.; KNUPP, A.M.; PEREIRA, H.S.; WENDLAND, A. & MELO, L.C. **Inoculação de genótipos de feijão carioca com bactérias diazotróficas**. In. CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 2011, Goiânia. Anais... Santo Antônio de Goiás, Embrapa Arroz e Feijão, 2011.

OLIVEIRA, I.P. de O.; ARAÚJO, R.S.; DUTRA, L.G. **Nutrição química e fixação biológica de nitrogênio**. In: Cultura do feijoeiro comum no Brasil. ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMEMERMANN, M.J. de O. (Eds). Piracicaba: POTAFOS, 1996. p.223-273.

PELEGRIN, R.; MERCANTE, F.M.; OTSUBO, I.M.N. et al. Resposta da cultura do feijoeiro à adubação nitrogenada e à inoculação com rizóbio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33 p.219-226, 2009.

PEREIRA, L.B.; ARF, O.; DOS SANTOS, N.C.B.; DE OLIVEIRA, A.E.Z.; KOMURO, L.K. Manejo da adubação na cultura do feijão em sistema de produção orgânico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.45, n.1, p. 29-38, 2015.

PERES, J.R.R.; SUHET, A.R.; MENDES, I.C.; VARGAS, M.A.T. Efeito da inoculação com rizóbio e da adubação nitrogenada em sete cultivares de feijão em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.18, p.415-420, 1994.

RIBEIRO, N.D.; RODRIGUES, J.A.; FILHO, A.C.; POERSCH, N.L.; TRENTIN, M.; ROSA, S.S. Efeito de períodos de semeadura e das condições de armazenamento sobre a qualidade de grãos de feijão para o cozimento. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.1, p.157-163, 2007.

RIBEIRO, N.D.; DOMINGUES, L.S; ZEMOLIN, A.E.M.; Avaliação dos componentes de produtividade de grãos em feijão de grãos especiais. **Científica**, Jaboticabal, v.42, n.2, p.178–186, 2014.

RODRIGUES, J.R.M.; ANDRADE, M.J.B.; CARVALHO, J.G.; MORAIS, A.R.; REZENDE, P.M. População de plantas e rendimento de grãos do feijoeiro em função de doses de nitrogênio e fósforo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras. v.26, n.6, p.1218-1227, 2002.

RODRIGUES, J.A.; RIBEIRO, N.D.; CARGNELUTTI FILHO, A.; TRENTIN, M.; LONDERO, P.M.G. Qualidade para o cozimento de grãos de feijão obtidos em diferentes épocas de semeadura. **Bragantia**, v.64, n.3, p.369-376, 2005.

RUSCHEL, A.P. & SAITO, S.M.T. Efeito da inoculação de Rhizobium, nitrogênio e matéria orgânica na fixação simbiótica de nitrogênio em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.1, p.21-24, 1977.

SANTOS, A.B.; FAGERIA, N.K.; SILVA, O.F.; MELO, N.L.B. Resposta do feijoeiro ao manejo de nitrogênio em várzeas tropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, p.1265-1271, 2003.

SILVA, M.A. **Densidade de semeadura em cultivo orgânico de feijoeiro comum**. Seropédica, UFRRJ, 2014, 73f. (Dissertação de Mestrado em Fitotecnia).

SILVA, T.R.B.; SORATO, R.P.; CHIDI, S.N.; ARF, O.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do feijoeiro de inverno. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v.9, p.1-17, 2000.

SILVA, T.R.B.; LEMOS, L.B.; TAVARES, C.A. Produtividade e característica tecnológica de grãos em feijoeiro adubado com nitrogênio e molibdênio. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.41, n.5, p.739-745, 2006.

SOARES, A.L.L.; PEREIRA, J.P.A.R.; FERREIRA P.A.A.; VALE, H.M.M.; LIMA, A.S.; ANDRADE, M.J.B.; MOREIRA, F.M.S. Eficiência agronômica de rizóbios selecionados e diversidade de populações nativas nodulíferas em Perdões (MG). II – feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p.803-811, 2006.

SORATO, R.P.; CRUSCIOL, C.A.C.; MELLO, F.F.C. Componentes da produção e produtividade de cultivares de arroz e feijão em função de calcário e gesso aplicados na superfície do solo. **Bragantia**, Campinas, v.69, n.4, p.965-974, 2010.

SOUZA, A.B. et al. Populações de plantas e níveis de adubação e calagem para o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em um solo de baixa fertilidade. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.1, p.87-98, 2002.

SOUZA, C.M.A.; QUEIROZ, D.M.; PINTO, F.A.C. Colheita de feijão. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T.J. de; BORÉM, A. (Ed.). Feijão. 2.ed. Viçosa: UFV, 2006. p.532.

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: Embrapa Hortaliças, 8p., 2008. (Circular Técnica 65).

STRALIOTTO, R. **A importância da inoculação com rizóbio na cultura do feijoeiro**. EMBRAPA-AGROBIOLOGIA, 2002. Disponível em: <[http://www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/artigos/fbml\\_inocula\\_feijoeiro.html](http://www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/artigos/fbml_inocula_feijoeiro.html)>. Acesso em 18 maio de 2016.

STRALIOTTO, R.; TEIXEIRA, M.G. **Variabilidade genética do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.): aplicações nos estudos das interações simbióticas e patogênicas**, Seropédica: **Embrapa Agrobiologia**, 2000, 59p. 2000. (Documentos 126).

HUNGRIA, M.; MENDES, I.C.; MERCANTE, F.M. **Tecnologia de fixação biológica de nitrogênio com feijoeiro: viabilidade em pequenas propriedades familiares e em propriedades tecnificadas**. Londrina: Embrapa Soja, 2013, 32p. (Documentos 338).

STRALIOTTO, R.; TEIXEIRA, M.G. & MERCANTE, F.M. **Fixação biológica de nitrogênio**. In: AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J. & STONE, L.F. Produção de feijoeiro comum em várzeas tropicais. Santo Antônio de Goiás, Embrapa Arroz e Feijão, p. 122-153, 2002.

STRALIOTTO, R.; TEIXEIRA, M.G.; MERCANTE, F.M. **Cultivo do feijoeiro comum**. Santo Antônio de Goiás, Embrapa Arroz e Feijão, 2003. Disponível em <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijoeiro/fbnitrogenio.htm>> Acessado em 10 de Março de 2016.

STREETER, J. Inhibition of legume nodule formation and N<sub>2</sub> fixation by nitrate. **Plant Science**, v.7, p.1-23, 1988.

TAÍZ, L.; ZIEGER, E. **Fisiologia vegetal**. Trad. SANTARÉM, E.R. et al., 3º ed., Porto Alegre: Artemed, 2004, p.719.

TEIXEIRA, I. R. Resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Pérola) a diferentes densidades de semeadura e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24, n.2, p.399-408, 2000.

TSUTSUMI, C. Y.; WAGATSUMA, E.; NORETO, L. M.; MATIELLO, V. D.; KLEIN J. Cultivares de feijão produzidos em sistema de cultivo orgânico. **Cultivando o saber**, Cascavel, v.5, n.3, p.123-131, 2012.

URQUIAGA, S.; JANTALIA, C. P.; RESENDE, A. S. de; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M. **Contribuição da fixação biológica de nitrogênio na produtividade dos sistemas agrícolas na América Latina**. In: AQUINO, A. M. de; ASSIS, R. L. de (Ed.). Processos biológicos no sistema solo-planta: ferramentas para uma agricultura

sustentável. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Seropédica: Embrapa Agrobiologia, capítulo 7, p.181-200, 2005.

VARGAS, M.A.T.; MENDES, I. de C.; CARVALHO, A.M. de; LOBO-BURLE, M.; HUNGRIA, M. **Inoculação de leguminosas e manejo de adubos verdes**. In: SOUSA, D.M.G. de; LOBATO, E. (Ed.). Cerrado: correção do solo e adubação. 2. ed. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. p.97-127.

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.

VENTURINI, S.F.; ANTONIOLLI, Z.I.; STEFFEN, R.B.; VENTURINI, E.F.; GIRACCA, E.M.N. Efeito do vermicomposto, uréia e inoculação com *Rhizobium phaseoli* na cultura do feijão. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.4, n.1, p. 52-59, 2005.

VIEIRA, C.; Adubação química e calagem. In: VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T. J.; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão**. 2 ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. p. 115-142.

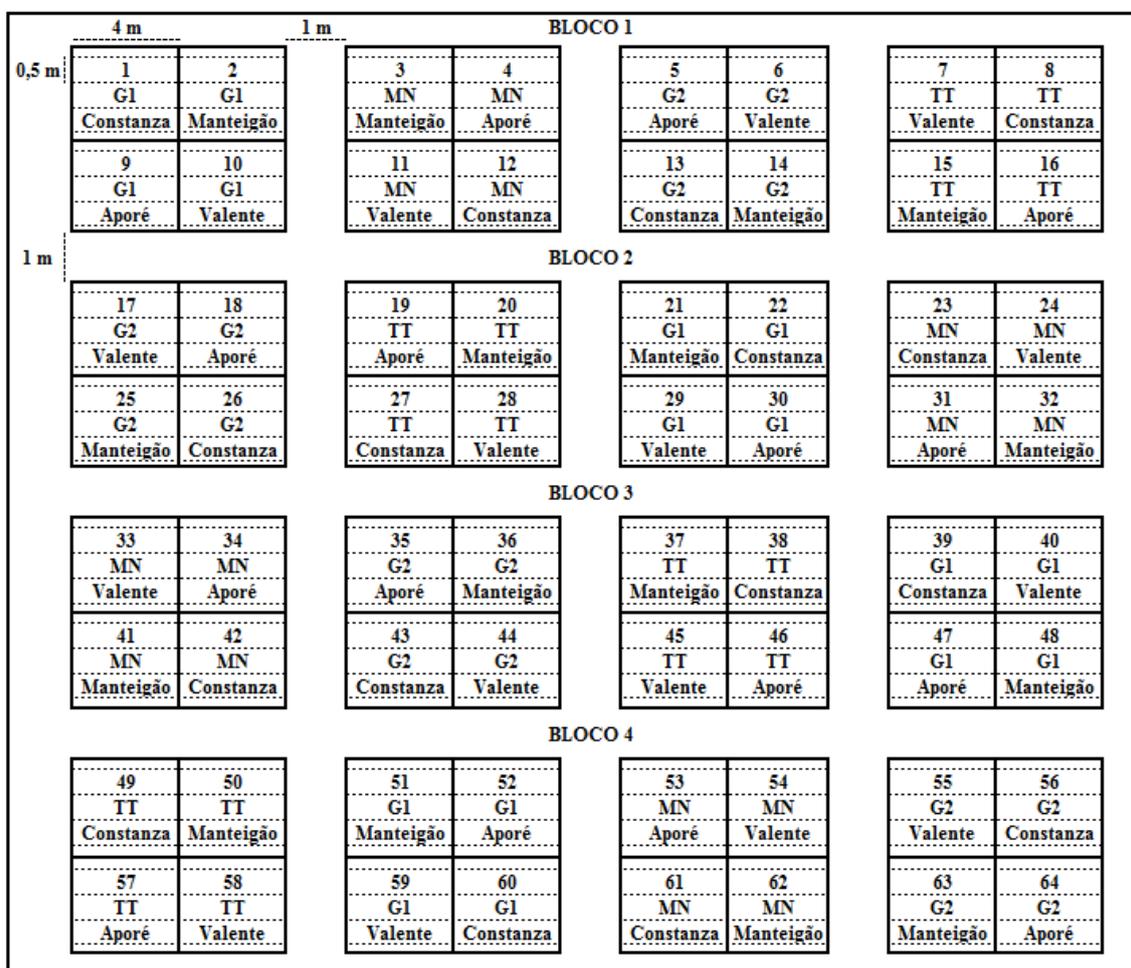
VIEIRA, R.F.; TSAI, S.M.; TEIXEIRA, M.A. Nodulação e fixação simbiótica de nitrogênio em feijoeiro com estirpes nativas de rizóbio, em solo tratado com lodo de esgoto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.1047-1050, 2005.

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.

WILLIAMS, C.M. Nutritional quality of organic food: shades of grey or shades of green? **Proceedings of the Nutrition Society**, v.1, n. 61, p 19-24, 2002.

ZANDONADI, D.B.; SANTOS, M.P.; BUSATO, J.G.; PERES, L.E.P.; FAÇANHA, A.R. Plant physiology as affected by humified organic matter. **Theoretical and Experimental Plant Physiology**, v.25, p.12-25, 2013.

## 8. ANEXOS



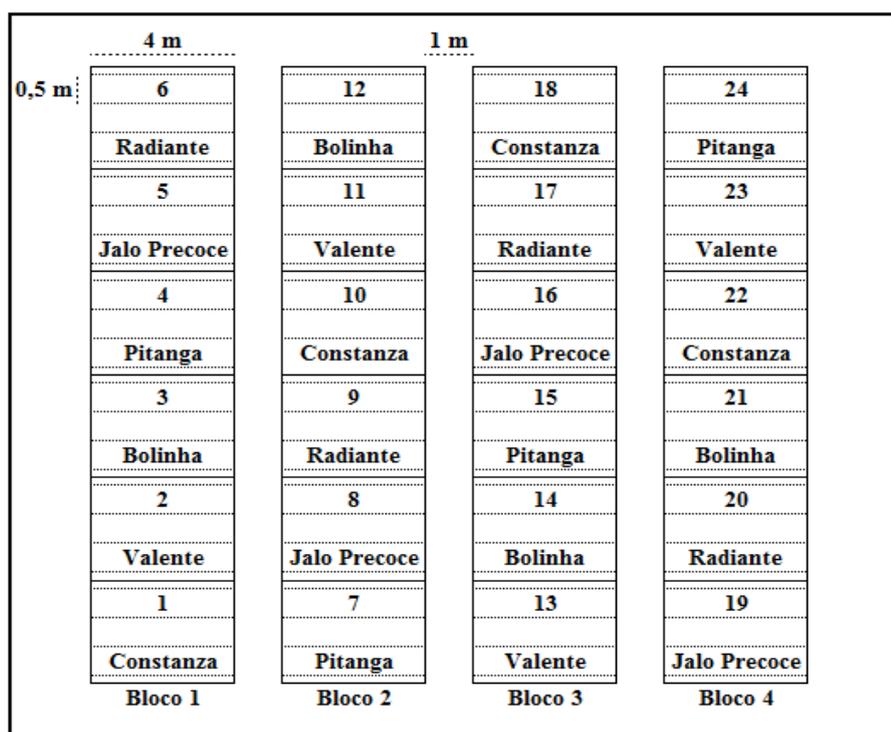
**Figura 11.** Croqui da área experimental dos experimentos de 2013 e 2014, em esquema de parcelas subdivididas 4x4 entre 4 cultivares (Aporé, Constanza, Manteigão, Valente); e 4 tipos de adubação: testemunha sem adubação (TT), adubação química (MN), adubação orgânica dose 1 (G1) e adubação orgânica dose 2 (G2)).

		4 m									
0,5 m	Bloco 4										
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
	MN	MN	MN	MN	MN	G	G	G	G	G	
	Kaboon	Radiante	Constanza	Valente	Manteigão	Valente	Manteigão	Radiante	Constanza	Kaboon	
1 m	Bloco 3										
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
G	G	G	G	G	MN	MN	MN	MN	MN		
Valente	Manteigão	Radiante	Constanza	Kaboon	Constanza	Kaboon	Valente	Manteigão	Radiante		
Bloco 2											
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
MN	MN	MN	MN	MN	G	G	G	G	G		
Valente	Manteigão	Kaboon	Constanza	Radiante	Valente	Radiante	Constanza	Manteigão	Kaboon		
Bloco 1											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
G	G	G	G	G	MN	MN	MN	MN	MN		
Constanza	Kaboon	Valente	Radiante	Manteigão	Kaboon	Constanza	Valente	Radiante	Manteigão		
		1 m									

**Figura 12.** Croqui da área experimental conduzida em blocos ao acaso, em esquema parcelas subdivididas 5x2 (5 cultivares: Kaboon, Valente, Constanza, Manteigão e Radiante; e 2 tipos de adubação: química (MN) e Orgânica (G)) (Sítio dois Irmãos).

		4 m		1 m			
0,5 m	6	12	18	24			
	Radiante	Bolinha	Constanza	Pitanga			
	5	11	17	23			
	Jalo Precoce	Valente	Radiante	Valente			
4	10	16	22				
Pitanga	Constanza	Jalo Precoce	Constanza				
3	9	15	21				
Bolinha	Radiante	Pitanga	Bolinha				
2	8	14	20				
Valente	Jalo Precoce	Bolinha	Radiante				
1	7	13	19				
Constanza	Pitanga	Valente	Jalo Precoce				
Bloco 1		Bloco 2		Bloco 3		Bloco 4	

**Figura 13.** Croqui da área experimental conduzida em blocos ao acaso, com a casualização dos tratamentos representado pela avaliação das 6 cultivares (Valente, Constanza, Radiante, Bolinha, Pitanga e Jalo Precoce) (Sítio Santa Mônica).



**Figura 14.** Croqui da área experimental conduzida em blocos ao acaso, com a casualização dos tratamentos representado pela avaliação das 6 cultivares (Valente, Constanza, Radiante, Bolinha, Pitanga e Jalo Precoce (Sítio Santa Mônica)).

**Tabela 16.** Análise de variância (valores de quadrado médio) dos dados de número de nódulos e nassa de nódulos de 4 cultivares de feijoeiro comum, submetidas aos tratamentos testemunha sem adubação (TT), adubação química (MN), adubação orgânica dose 1 (G1) e adubação orgânica dose 2 (G2), em experimento de campo em Seropédica – RJ no ano de 2013.

Fonte de variação	GL	Número de nódulos	Massa de nódulos
Repetição	3	44820.932*	2319.016
Adubação (A)	3	76717.807**	2558.557
Erro 1	9	10382.002	880.002
Cultivares (C)	3	13372.432	1366.266
Interação Ax C	9	25760.168	436.974
Erro 2	36	26361.484	991.033
CV (%)		62.75	78.24

\*, \*\*, \*\*\*: Significativo aos níveis de 5, 1 e 0,1% pelo Teste F.

**Tabela 17.** Análise de variância (valores de quadrado médio) de número de nódulos e massa de nódulos de 4 cultivares de feijoeiro comum, submetidas aos tratamentos testemunha sem adubação (TT), adubação química (MN), adubação orgânica dose 1 (G1) e adubação orgânica dose 2 (G2), em experimento de campo em Seropédica – RJ no ano de 2014.

Fonte de variação	GL	Número de nódulos	Massa de nódulos
Repetição	3	197347.500	903.224
Adubação (A)	3	750223.292**	15437.849***
Erro 1	9	68975.681	410.835
Cultivares (C)	3	177652.833	347.557
Interação Ax C	9	68832.014	220.113
Erro 2	36	96762.913	1107.085
CV (%)		75.21	71.97

\*, \*\*, \*\*\*: Significativo aos níveis de 5, 1 e 0,1% pelo Teste F.

**Tabela 18.** Análise de variância (valores de quadrado médio) dos dados massa de raízes e massa de parte aérea de 4 cultivares de feijoeiro comum, submetidas aos tratamentos testemunha sem adubação (TT), adubação química (MN), adubação orgânica dose 1 (G1) e adubação orgânica dose 2 (G2), em experimento de campo em Seropédica – RJ no ano de 2013.

Fonte de variação	GL	Massa de raízes	Massa de parte aérea
Repetição	3	25.188	7058.057*
Adubação (A)	3	211.854**	15985.182**
Erro 1	9	23.035	1418.543
Cultivares (C)	3	251.271***	6385.974**
Interação Ax C	9	37.507*	3634.460**
Erro 2	36	15.670	1226.936
CV (%)		8.42	13.18

\*, \*\*, \*\*\*: Significativo aos níveis de 5, 1 e 0,1% pelo Teste F.

**Tabela 19.** Análise de variância (valores de quadrado médio) dos dados de massa de raízes e massa de parte aérea de 4 cultivares de feijoeiro comum, submetidas aos tratamentos testemunha sem adubação (TT), adubação química (MN), adubação orgânica dose 1 (G1) e adubação orgânica dose 2 (G2), em experimento de campo em Seropédica – RJ no ano de 2014.

Fonte de variação	GL	Massa de raízes	Massa de parte aérea
Repetição	3	49.375	4167.438
Adubação (A)	3	242.042**	9718.563
Erro 1	9	31.778	2930.438
Cultivares (C)	3	301.292***	6493.104*
Interação Ax C	9	32.306+	853.826
Erro 2	36	15.358	1801.035
CV 1 (%)		8.37	25.99

\*, \*\*, \*\*\*: Significativo aos níveis de 5, 1 e 0,1% pelo Teste F.

**Tabela 20.** Análise de variância (valores de quadrado médio) dos dados de número de plantas, número de vagens por planta, número de grãos por vagem de 4 cultivares de feijoeiro comum, submetidas aos tratamentos testemunha sem adubação (TT), adubação química (MN), adubação orgânica dose 1 (G1) e adubação orgânica dose 2 (G2), em experimento de campo em Seropédica – RJ no ano de 2013.

Fonte de variação	GL	Número de plantas	Número de vagens por planta	Número de grãos por vagem
Repetição	3	5.292	362.182	5.432
Adubação (A)	3	5.958	1066.932**	24.932
Erro 1	9	21.917	98.877	17.391
Cultivares (C)	3	4.875	3471.807***	1331.599***
Interação Ax C	9	5.500	216.280	5.168
Erro 2	36	11.830	119.342	6.693
CV (%)		14.87	16.75	6.91

\*, \*\*, \*\*\*: Significativo aos níveis de 5, 1 e 0,1% pelo Teste F.

**Tabela 21.** Análise de variância (valores de quadrado médio) dos dados de massa de 1 grão, produção de grãos e índice de colheita de 4 cultivares de feijoeiro comum, submetidas aos tratamentos testemunha sem adubação (TT), adubação química (MN), adubação orgânica dose 1 (G1) e adubação orgânica dose 2 (G2), em experimento de campo em Seropédica – RJ no ano de 2013.

Fonte de variação	GL	Massa de 1 grão	Produção de grãos	Índice de colheita
Repetição	3	1944.766	547609.708	861.766
Adubação (A)	3	4714.641	1499111.042*	3872.391**
Erro 1	9	2436.849	266048.194	498.668
Cultivares (C)	3	408276.141***	21778.708	10059.307***
Interação Ax C	9	995.057	122957.306	354.599
Erro 2	36	1044.773	129290.198	580.429
CV (%)		8.15	17.89	4.03

\*, \*\*, \*\*\*: Significativo aos níveis de 5, 1 e 0,1% pelo Teste F.

**Tabela 22.** Análise de variância (valores de quadrado médio) dos dados de número de plantas, número de vagens por planta, número de grãos por vagem de 4 cultivares de feijoeiro comum, submetidas aos tratamentos testemunha sem adubação (TT), adubação química (MN), adubação orgânica dose 1 (G1) e adubação orgânica dose 2 (G2), em experimento de campo em Seropédica – RJ no ano de 2014.

Fonte de variação	GL	Número de plantas	Número de vagens por planta	Número de grãos por vagem
Repetição	3	3.833	20.557	60.854
Adubação (A)	3	133.208*	3596.932***	12.604
Erro 1	9	19.486	171.599	37.785
Cultivares (C)	3	91.417***	8900.807***	974.104***
Interação Ax C	9	11.903	352.905	24.979
Erro 2	36	10.698	222.769	19.719
CV 1 (%)		14.46	17.95	11.66

\*, \*\*, \*\*\*: Significativo aos níveis de 5, 1 e 0,1% pelo Teste F.

**Tabela 23.** Análise de variância (valores de quadrado médio) dos dados de número de massa de 1 grão, produção de grãos e índice de colheita de 4 cultivares de feijoeiro comum, submetidas aos tratamentos testemunha sem adubação (TT), adubação química (MN), adubação orgânica dose 1 (G1) e adubação orgânica dose 2 (G2), em experimento de campo em Seropédica – RJ no ano de 2014.

Fonte de variação	GL	Massa de 1 grão	Produção de grãos	Índice de colheita
Repetição	3	2175.224+	77594.016	982.604
Adubação (A)	3	2135.682+	1041187.724*	2166.563
Erro 1	9	609.877	156338.724	659.160
Cultivares (C)	3	392608.516***	257547.182	17438.271***
Interação Ax C	9	1201.557*	118642.891	1488.438
Erro 2	36	416.616	201807.589	1081.660
CV 1 (%)		5.10	18.11	6.38

\*, \*\*, \*\*\*: Significativo aos níveis de 5, 1 e 0,1% pelo Teste F.

**Tabela 24.** Análise de variância (valores de quadrado médio) dos dados referentes ao teor dos nutrientes Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) nos grãos, de 4 cultivares de feijoeiro comum, submetidas aos tratamentos testemunha sem adubação (TT), adubação química (MN), adubação orgânica dose 1 (G1) e adubação orgânica dose 2 (G2), em experimento de campo em Seropédica – RJ no ano de 2013.

Fonte de variação	GL	Teor de N	Teor de P	Teor de K	Teor de Ca	Teor de Mg
Repetição	3	534.771	60.849	1631.708*	20730.516**	3684.182**
Adubação (A)	3	6099.896*	6617.724	799.625	1949.641	129.391
Erro 1	9	1240.771	9263.946	375.667	1353.196	501.891
Cultivares (C)	3	241.188	1304.599	793.042**	1481.057	20608.641***
Interação Ax C	9	370.688	2087.696	107.667	3117.793	571.793
Erro 2	36	505.563	1876.130	161.997	3319.915	430.172
CV 1 (%)		6.71	10.24	8.92	36.75	13.00

\*, \*\*, \*\*\*: Significativo aos níveis de 5, 1 e 0,1% pelo Teste F.

**Tabela 25.** Análise de variância (valores de quadrado médio) dos dados referentes ao conteúdo dos nutrientes Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) nos grãos, de 4 cultivares de feijoeiro comum, submetidas aos tratamentos testemunha sem adubação (TT), adubação química (MN), adubação orgânica dose 1 (G1) e adubação orgânica dose 2 (G2), em experimento de campo em Seropédica – RJ no ano de 2013.

Fonte de variação	GL	Conteúdo de N	Conteúdo de P	Conteúdo de K	Conteúdo de Ca	Conteúdo de Mg
Repetição	3	57156.271	71380.432	1588.807	144203.057**	4519.083
Adubação (A)	3	276596.271**	272312.7664	2642.182*	28687.307	47951.958*
Erro 1	9	32094.757	115384.988	8715.724	17317.071	7043.931
Cultivares (C)	3	7114.771	13891.516	5295.599	6289.307	93017.542***
Interação Ax C	9	14584.090	33380.905	3109.905	24489.432	3212.000
Erro 2	36	18523.510	30147.627	3155.161	26072.873	3805.774
CV 1 (%)		20.07	20.31	19.63	50.14	19.42

\*, \*\*, \*\*\*: Significativo aos níveis de 5, 1 e 0,1% pelo Teste F.

**Tabela 26.** Análise de variância (valores de quadrado médio) dos dados referentes ao teor dos nutrientes Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) nos grãos, de 4 cultivares de feijoeiro comum, submetidas aos tratamentos testemunha sem adubação (TT), adubação química (MN), adubação orgânica dose 1 (G1) e adubação orgânica dose 2 (G2), em experimento de campo em Seropédica – RJ no ano de 2014.

Fonte de variação	GL	Teor de N	Teor de P	Teor de K	Teor de Ca	Teor de Mg
Repetição	3	270.104	7040.641*	118.438	2210.266	997.516
Adubação (A)	3	2989.688*	4445.682	429.188*	7317.057*	519.349
Erro 1	9	591.007	1829.488	68.896	1419.043	389.085
Cultivares (C)	3	1273.854	10400.432***	1664.396***	7537.807***	8932.099***
Interação Ax C	9	636.535	1182.668*	61.521	652.807	283.168*
Erro 2	36	947.281	511.040	74.184	443.363	101.929
CV 1 (%)		8.98	4.88	5.62	18.44	5.23

\*, \*\*, \*\*\*: Significativo aos níveis de 5, 1 e 0,1% pelo Teste F.

**Tabela 27.** Análise de variância (valores de quadrado médio) dos dados referentes ao conteúdo dos nutrientes Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) nos grãos, de 4 cultivares de feijoeiro comum, submetidas aos tratamentos testemunha sem adubação (TT), adubação química (MN), adubação orgânica dose 1 (G1) e adubação orgânica dose 2 (G2), em experimento de campo em Seropédica – RJ no ano de 2014.

Fonte de variação	GL	Conteúdo de N	Conteúdo de P	Conteúdo de K	Conteúdo de Ca	Conteúdo de Mg
Repetição	3	13367.891	70056.932	4319.042	8049.958	13529.375
Adubação (A)	3	204422.057**	331882.474*	37279.000**	9566.375	60316.292*
Erro 1	9	22535.891	48292.724	5060.903	7108.278	12695.694
Cultivares (C)	3	61460.432	159279.474*	23367.167*	60654.208***	74594.542***
Interação Ax C	9	12165.988	45625.543	4397.583	3176.306	8915.083
Erro 2	36	29373.752	45743.262	6407.993	4311.559	9427.503
CV 1 (%)		20.09	18.58	20.97	23.61	20.16

\*, \*\*, \*\*\*: Significativo aos níveis de 5, 1 e 0,1% pelo Teste F.

**Tabela 28.** Análise de variância (valores de quadrado médio) dos dados referentes ao tempo de cozimento dos grãos e absorção de água dos grãos, de 6 cultivares de feijoeiro comum submetidas aos tratamentos adubação química e adubação orgânica em ensaio experimental em Seropédica – RJ no ano de 2015.

Fonte de variação	GL	Tempo de cozimento	Absorção de água dos grãos
Adubação (A)	1	112520,333***	0,161***
Cultivares (C)	5	206538,133***	0,171***
Interação Ax C	5	47956,783***	0,003
Erro	36	3657,361	0,004
CV (%)		9,79	4,52

\*, \*\*, \*\*\*: Significativo aos níveis de 5, 1 e 0,1% pelo Teste F.

**Tabela 29.** Tempo de cozimento e absorção de água dos grãos de 6 cultivares de feijoeiro comum submetidas aos tratamentos adubação química e adubação orgânica, em ensaio de campo em Seropédica – RJ no ano de 2015.

Cultivar	Adubação orgânica	Adubação química	Média
Tempo de cozimento dos grãos (segundos)			
Radiante	493,8 A bc	793,8 B de	643,8
Kaboon	763,8 B d	660,3 A c	712,0
Aporé	859,0 A e	844,3 A e	851,6
Jalo Precoce	409,5 A ab	429,5 A a	419,5
Constanza	506,5 A c	734,3 B cd	620,4
Ouro Negro	382,3 A a	533,8 B b	458,0
Média	569,1	665,9	

Médias seguidas da mesma letra ou desprovidas de letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem pelo teste Duncan a 5%.

**Tabela 30.** Análise de variância (valores de quadrado médio) dos dados de número de plantas, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de 1 grão e produção de grãos de plantas de feijoeiro 5 cultivares avaliados sob adubação orgânica e química no Sítio Dois Irmãos, em Cachoeiras de Macacu – RJ no ano 2014.

Fonte de variação	GL	Número de plantas	Número de vagens por planta	Número de grãos por vagem	Massa de 1 grão	Produção de grãos
Repetição	3	8,939	0,620	0,062	592,497	2169,651
Adubação (A)	1	0,756	0,189	0,025	403,948	403,397
Erro 1	3	5,206	0,990	0,052	306,744	2914,672
Cultivares (C)	4	55,759***	79,900***	3,418***	92499,794***	73378,405***
Interação Ax C	4	1,272	5,654**	0,031	258,292	642,460
Erro 2	24	2,078	0,991	0,051	287,636	2377,044
CV 1 (%)		12,44	9,67	6,36	4,14	16,85
CV 2 (%)		7,86	9,67	6,28	4,01	15,22

\*, \*\*, \*\*\*: Significativo aos níveis de 5, 1 e 0,1% pelo Teste F.

**Tabela 31.** Análise de variância (valores de quadrado médio) dos dados de número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de grão e produção de grãos de plantas de feijoeiro 6 cultivares avaliados no Sítio Santa Mônica, em Cachoeiras de Macacu – RJ no ano 2014.

Fonte de variação	GL	Número de plantas	Número de vagens por planta	Número de grãos por vagem	Massa de 1 grão	Produção de grãos
Repetição	3	1,375	48,056	15,153	102,556	135644,167
Cultivar	5	4,475	4036,100***	203,175***	100632,867***	94674,667
Erro	15	1,942	221,856	9,286	354,622	223360,000
CV		7,91	12,28	8,68	4,51	17,13

\*, \*\*, \*\*\*: Significativo aos níveis de 5, 1 e 0,1% pelo Teste F.