



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO AGROECOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL

EVERSON NEGRISOLLI

Efeito da adubação orgânica e mineral nos componentes de rendimento de
Phaseolus vulgaris variedade “Iac Imperador” em sistema de cultivo em base
ecológica

MARINGÁ
2018

EVERSON NEGRISOLLI

Efeito da adubação orgânica e mineral nos componentes de rendimento de *phaseolus vulgaris* variedade “Iac Imperador” em sistema de cultivo em base ecológica

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, Mestrado Profissional, do Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agroecologia, na área de concentração: Agroecologia.

Orientador: Prof. Dr. José Ozinaldo Alves de Sena.

MARINGÁ
2018

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR, Brasil)

N392e Negrisolli, Everson
Efeito da adubação orgânica e mineral nos componentes de rendimento de *Phaseolus vulgaris* variedade "Iac Imperador" em sistema de cultivo em base ecológica / Everson Negrisolli. -- Maringá, PR, 2018.
57 f.: il. color.

Orientador: Prof. Dr. José Ozinaldo Alves de Sena.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, 2018.

1. Agricultura orgânica. 2. Rochagem. 3. Agricultura familiar. 4. Degradação ambiental. I. Sena, José Ozinaldo Alves de, orient. II. Silva, Alessandra Aparecida, orient. III. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Agroecologia. IV. Título.

CDD 23.ed. 631.584

Márcia Regina Paiva de Brito – CRB-9/1267

EVERSON NEGRISOLLI

Efeito da adubação orgânica e mineral nos componentes de rendimento de *Phaseolus vulgaris* variedade “IAC Imperador” em sistema de cultivo em base ecológica

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, para obtenção do título de mestre.

APROVADO em 26 de março de 2018.



Prof.^a. Dr.^a. **Maria Marcelina
MillanRupp**



Prof.^a. Dr.^a. **Alessandra Aparecida Silva**



Prof. Dr. **Marcelo Gonçalves Balan**



Prof. Dr. **José Ozinaldo Alves de Sena**
(Orientador)

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Margarida Pereira Negrissolli e Dionísio Negrissolli, pelo amor e orações.

À Wani Keli Briekowiec, pelo incentivo, apoio e compreensão.

Aos meus sobrinhos e sobrinhas, Beatriz Sertório, Lucas Negrissolli, Larissa Negrissolli e Rafael Negrissolli, pela presença e apoio.

Aos meus irmãos, Claudinei Negrissolli e Clodoaldo Negrissolli, por cederem a área para o experimento.

Com carinho, dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pois nele encontrei forças para lutar por meus objetivos, superar meus limites e dificuldades.

À Universidade Estadual de Maringá (UEM) e ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, Mestrado Profissional de Agroecologia (PROFAGROEC), pela oportunidade.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (Capes), por permitir importante investimento na formação profissional.

Ao professor doutor José Ozinaldo Alves de Sena, pela orientação, pelos ensinamentos, pela confiança, pela amizade e, especialmente, por ser exemplo na área científica.

Ao professor doutor Higo Amaral, pelas diretrizes e pelo profissionalismo na condução da análise estatística.

Ao professor Mestre José Walter Pedroza Carneiro, pelos ensinamentos, pela dedicação e pela amizade.

À professora doutora Alessandra Aparecida Silva, por toda ajuda dispensada para o desenvolvimento deste trabalho.

À Secretária do Programa de Pós-graduação em Agroecologia, Leila Lopes Leite, pelos favores prestados.

Aos amigos Diego Nicolim, Leonel Strada, Joseane Ganemann, Jaqueline Negri, José do Norte, Larissa Zubek, Luciane Hisano, Bruno Benaglia e Flavio Garcia Fraga, por possibilitarem importantes trocas de experiências e por não medirem esforços até mesmo nos finais de semana e feriados para a realização deste experimento.

Aos demais amigos Roni de Godois, Vilma Melo, pois todos colaboraram de alguma forma com este trabalho, por palavras de incentivo, conselhos, diálogos e até mesmo pela ajuda na execução dos experimentos e períodos inesquecíveis de apoio e descontração.

Ao funcionário colaborador da fazendinha UEM, Denilson do Amaral, por todo o apoio.

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

Muito obrigado!

BIOGRAFIA

Everson Negrisolli, filho de Margarida Pereira Negrisolli e de Dionísio Negrisolli, nasceu no dia 21 de Junho de 1981, na cidade de Doutor Camargo, estado do Paraná, Brasil.

Iniciou sua vida escolar, em 1988, na escola Regente Feijó, na Cidade de Doutor Camargo-PR. Concluiu o Ensino Fundamental em 1998, na Escola Estadual Emílio de Menezes, e o Ensino Médio no Colégio Estadual Rui Barbosa, em 2001, ambos na cidade de Japurá, Paraná.

Diplomou-se em Ciências Biológicas, em 2004, pela Universidade Paranaense-UNIPAR, Campus de Cianorte-PR.

Em junho de 2007, iniciou sua carreira como Biólogo em Cianorte, Paraná, Na empresa Araucária Ambiental.

Em janeiro de 2013, ingressou no Curso de Pós-Gaduação Lato Sensu, em Análise Ambiental, no Centro Universitário de Maringá (Unicesumar), Paraná.

Em março de 2016, ingressou no Curso de Mestrado em Agroecologia, área de concentração Agroecologia, oferecido pela Universidade Estadual de Maringá, em Maringá, Paraná, Brasil.

Efeito da adubação orgânica e mineral nos componentes de rendimento de *phaseolus vulgaris* variedade “Iac Imperador” em sistema de cultivo em base ecológica

RESUMO

O sistema orgânico, conjuntamente com a adubação mineral, tem-se demonstrado viável para diversas culturas, seja como material corretivo ou fonte de nutrientes. Na cultura do feijoeiro comum, a aplicação de compostos orgânicos no solo diminui a incidência de doenças, como a podridão de raízes e, conseqüentemente, colabora com a produção de plantas vigorosas e boa produção de grãos. Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da adubação orgânica e mineral nos componentes de rendimento e na produção de grãos de feijoeiro comum, em sistema de cultivo em base ecológica. O delineamento experimental consistiu de quatro tratamentos, conferidos por diferentes tipos de adubação (pó de rocha, cama de aviário, esterco bovino e NPK (Nitrogênio, Fósforo e Potássio) e uma Testemunha. A unidade experimental foi composta por 26 linhas de 10 metros de comprimento, espaçadas a 0,38 metros, com área útil para fins de avaliações de 100 m². Na fase de maturação fisiológica (estádio R₉), a cultivar de feijoeiro comum IAC Imperador foi avaliada quanto às seguintes características: número de vagens por planta (NVP), número médio de sementes por vagem (NSV), massa fresca de 100 grãos (MTG), produção de grãos (PROD; Kg ha⁻¹) e análise morfológica de raízes. As análises estatísticas foram baseadas em amostragem, optando-se por Inferência Estatística. Os dados foram analisados de acordo com o teste de Kruskal-Wallis em 5% de significância pelo software BioEstat. Os resultados obtidos no presente estudo demonstraram que a adubação com pó de rocha e cama de aviário apresentaram os melhores resultados para a cultura do feijoeiro comum em todas as características avaliadas, sobressaindo a adubação com pó de rocha sob o ponto de vista econômico. Isso evidencia tanto ganhos significativos econômicos para produção de grãos, como diminuição de impactos ambientais. Desse modo, estes resultados são promissores, uma vez que apresentam como vantagem menor utilização de fertilizantes químicos, resultando em redução de custos na produção para a cultura do feijoeiro comum e na redução da degradação ambiental.

Palavras-chave: Rochagem. Agricultura orgânica. Degradação ambiental. Agricultura Familiar.

EFFECT OF ORGANIC AND MINERAL FERTILIZATION ON THE YIELD COMPONENTS OF PHASEOLUS VULGARIS VARIETY "Iac Emperor" ON ECOLOGICALLY BASED CULTIVATION SYSTEM

ABSTRACT

The organic system together with mineral fertilization has been shown to be feasible for several crops, in the attempt of positive signs in the soil-plant system, either as a corrective material or source of nutrients. In the common bean crop, the application of organic compounds in the soil reduces the incidence of diseases, such as root rot and, consequently, collaborates with the production of vigorous plants and good grain yield. The objective of this study was to evaluate the effect of organic and mineral fertilization on the yield components and on the production of common bean grains in an ecologically based cropping system. The experimental design consisted of four trats, conferred by different types of fertilization (rock dust, aviary bed, bovine manure and NPK) and a Witness. The experimental unit consisted of 26 lines of 10 meters in length, spaced at 0.38 meters, with useful area for evaluations of 100 m². At physiological maturity (stage R₉), the common bean cultivar IAC Emperor was evaluated for the following characteristics: number of pods per plant (NVP), average number of seeds per pod (NSV), weight of 100 grains (P100; g plant⁻¹), grain yield (PROD; Kg ha⁻¹), morphology analysis root and dry leaf mass. The data were analyzed according to the Kruskal-Wallis test at 5% significance by the BioEstat software. The results obtained in the present study demonstrated that the fertilization with rock dust and poultry litter presented the best values for the common bean crop in all evaluated characteristics. This shows both significant and economic gains for grain yield, with consequent reduction of environmental impacts. Thus, these results are promising, since they have the advantage of lower use of chemical fertilizers, conducive cost reduction in productivity for common bean crop and sustainability with minimization of environmental degradation.

Keywords: Rock dust. Ambiental degradation. Family farming.

LISTA DE TABELA

Tabela 1 Características da Cultivar IAC Imperador	22
Tabela 2 Atributos químicos do solo da área experimental profundidade 0-20cm	24
Tabela 3 Tipos de tratamentos utilizados no experimento de feijoeiro comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	25
Tabela 4 – Análise de solo de experimento com adubação orgânica em feijoeiro comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	28
Tabela 5 - Análise da massa seca da parte aérea (MSA) de plantas com adubação orgânica em feijoeiro comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	30
Tabela 6 - Análise de número de vagens por planta (NVP) com adubação orgânica em feijoeiro comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	31
Tabela 7 - Análise do número de sementes por vagens (NSV) com adubação orgânica em feijoeiro comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	32
Tabela 8 - Análise da massa fresca de 100 grãos (MTG) com adubação orgânica em feijoeiro comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	33
Tabela 9 - Análise da produção (Kg ha ⁻¹) com adubação orgânica em feijoeiro comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	35
Tabela 10 - Custos e produção dos diferentes tipos de adubação avaliados.....	37
Tabela 11 - Análise da superfície das raízes com adubação orgânica em feijoeiro comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	38

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Cultivar IAC Imperador	22
Figura 2 - Local do Experimento.....	23
Figura 3 - Condições climáticas registradas durante a condução do experimento nos meses de abril, maio e junho de 2017.....	24

SUMÁRIO

RESUMO	ii
ABSTRACT	ii
LISTA DE TABELA.....	ii
LISTA DE FIGURAS	ii
1. INTRODUÇÃO.....	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1. Origem e evolução do feijoeiro comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	15
2.2. A cultura do feijoeiro comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) – aspectos gerais e econômicos	16
2.3. A agricultura orgânica: breve histórico	17
2.4. Agroecologia e agricultura orgânica.....	19
2.5. Rochagem do solo.....	24
2.6. Feijoeiro comum orgânico	26
2.7. Componentes de rendimento	30
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	33
3.1. Cultivar de feijoeiro comum IAC Imperador	33
3.2. Local do experimento	34
3.2.1. Caracterização do solo	34
3.2.2. Condições climáticas.....	35
3.3. Instalação e condução do experimento	36
3.3.1. Características dos adubos utilizados	36
3.3.2. Avaliação de componentes de rendimento e produção de grãos	37
3.3.4. Avaliação de características fitotécnicas	37
3.3.5. Análises estatísticas	38
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
4.1. Análise química para fins de fertilidade	39
4.2. Massa seca da parte aérea	40
4.3. Número de vagens por planta (NVP).....	41
4.4. Número de sementes por vagem (NVP)	43
4.5. Massa fresca de 100 grãos	44
4.6. Produção de grãos	45
4.7. Componentes econômicos	47

4.8. Superfície das raízes	48
5. CONCLUSÕES	50
6. REFERÊNCIAS	51

1. INTRODUÇÃO

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma das culturas de grande relevância para a segurança alimentar, em várias regiões do mundo, sendo importante fonte alimentar para os seres humanos e até mesmo animais. Originário das Américas, seu cultivo ocorre em uma ampla gama de ambientes e em distintos níveis tecnológicos de produção, sendo destaque no cenário agrícola mundial como uma das leguminosas mais cultivadas (BROUGHTON et al., 2003).

A maior parte do mercado consumidor de feijoeiro comum no Brasil está representada pelo tipo comercial carioca, seguido pelo feijão preto. Já os feijões de grãos especiais (branco, creme, amarelo e vermelho) constitui uma boa alternativa de produção, para a exploração de nichos de mercado como um produto diferenciado e com valor expressivo de comercialização, de boas perspectivas de exportação por vários países (BROUGHTON et al., 2003; THUNG et al., 2009; RIBEIRO et al., 2014). No entanto, para o crescimento e desenvolvimento dessa cultura são necessárias quantidades adequadas de nutrientes, sendo que, ao contrário, os sintomas de deficiência fisiológica podem ocorrer, tendo como consequência perdas na produtividade (TAKAHASHI, 1981).

Ao longo do tempo, os fertilizantes inorgânicos vêm sendo utilizados mundialmente como forma de otimizar o crescimento e o desenvolvimento dessa leguminosa, Devido à sua fácil e rápida disponibilidade para as plantas com subsequente melhoria na produtividade (THY e BUNTHA, 2005). No entanto, a utilização desses agroquímicos tem sido contestada devido ao seu uso indiscriminado, na maioria das vezes detectados nos alimentos na forma de resíduos, que podem causar danos à saúde humana, animal e ao meio ambiente.

Como forma de amenizar essa situação, tem-se expandido a agricultura orgânica e até mesmo a utilização de resíduos industriais na agricultura. A exemplo disso, a adição de rocha triturada ao solo para finalidades agrícolas tem apresentado bons resultados para algumas culturas, em termos de produtividade e economia (KNAPIK e ANGELO, 2007).

Com relação à utilização de fertilizantes orgânicos, vários estudos demonstraram que os mesmos colaboram com a preservação dos recursos naturais e redução da degradação do ecossistema, além do controle biológico de pragas, benefícios econômicos aos agricultores e até mesmo socioculturais, como qualidade de vida a comunidades agrícolas (MÄDER et al., 2002; FRANCIS e DANIEL, 2004).

A utilização dos fertilizantes orgânicos pode auxiliar na minimização de impactos ambientais negativos (SCHUMACHER et al., 2001; SILVEIRA et al., 2002). No entanto, os substratos devem apresentar boa capacidade de troca catiônica, estabilidade física e esterilidade biológica com adequado pH, condutividade elétrica, teor de nutrientes, aeração, capacidade de retenção de água e drenagem, bem como favorecer a atividade fisiológica das raízes (CARRIJO et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2008).

A agricultura orgânica tornou-se uma tecnologia alternativa, a qual incentiva o uso de compostos orgânicos naturais, tais como resíduos de planta, estrumes e compostos de cobertura vegetal (SHANNON et al., 2002). Como resultado da aplicação destes compostos orgânicos naturais, é obtida a melhoria do estado nutricional do solo, além de influenciar outras propriedades, como aeração, retenção de água, capacidade e agregação de partículas, as quais contribuem para uma melhor produção agrícola, mesmo quando da aplicação de pouco ou nenhum fertilizante (PAGLIAI et al., 2004).

Em contrapartida, os fertilizantes orgânicos fornecem efeitos benéficos para o solo e também aumentam a disponibilidade de nutrientes, o que corrobora com a qualidade e o rendimento das culturas e são menos dispendiosos do que os fertilizantes inorgânicos (THY e BUNTHA, 2005).

Os fertilizantes orgânicos não são apenas a fonte de matéria orgânica e de nutrientes, mas também melhoram as características físicas, biológicas e químicas do solo degradado ou de fertilidade baixa e também podem ser a fonte de nitrogênio, fósforo e potássio (NPK) para plantas (ALBIACH et al., 2000; BAZIRAMAKENGA e SIMARD, 2001).

Desse modo, a adubação orgânica condiciona o solo, pois, além de fornecer nutrientes e matéria orgânica, também melhora a capacidade de retenção de água, firmeza e estrutura do solo (VOGTMANN et al., 1993; GIUSQUIANI et al., 1995; DIEZ e KRAUSS, 1997; WELLS et al., 2000; MANIVANNAN et al., 2009; SHEATA e EL-HELALY, 2010). Além disso, a aplicação de compostos orgânicos no solo diminui a incidência de doenças, como a podridão de raízes em feijoeiro comum e, conseqüentemente, colabora com a produção de plantas vigorosas (CESPEDES et al., 2006).

É visto que há uma necessidade de pesquisas que envolvam adubação orgânica com a adubação mineral, tanto como em respostas em termos de produção e economia para os produtores (SAINJU et al., 2001).

No sistema orgânico, é necessário que avaliem diversos fatores, como: tipo de adubação orgânica, manejo, condições edafoclimáticas, não apenas em comparação com o sistema convencional. Assim, estudos em sistema orgânico têm-se demonstrado viável para

diversas culturas. Por este motivo, surge o interesse na produção de feijão em sistema orgânico, uma vez que esta leguminosa é uma importante fonte de proteínas e vitaminas, além de seu cultivo mundial (VALDEZ-PEREZ et al., 2011).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da adubação orgânica e mineral nos componentes de rendimento e na produção de grãos de feijoeiro comum, em sistema de cultivo em base ecológica.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Origem e evolução do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.)

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma planta anual herbácea, diploide ($2n=2x=22$), pertencente à classe Magnoliopsida, à família Fabaceae e ao gênero *Phaseolus* (FREYTAG e DEBOUCK, 2002). O gênero *Phaseolus* é originário do Continente Americano, composto por aproximadamente 76 espécies, das quais apenas cinco são cultivadas: *Phaseolus vulgaris* L., *P. lunatus* L., *P. Coccineus* L., *P. acutifolius* A. Gray var. *latifolius* Freeman e *P. polyanthus* Greenman (FREYTAG e DEBOUCK, 2002; DELGADO-SALINAS et al., 2006).

De acordo com Gepts e Debouck (1991), há vestígios arqueológicos que demonstram que o feijão tem sido domesticado há mais de 10.000 anos. E para determinar o centro de origem dessa leguminosa, muitas pesquisas foram realizadas com base em características morfológicas, padrões eletroforéticos de faseolina, isoenzimas e marcadores moleculares (GEPTS, 1988; HALEY et al., 1994). De acordo com os resultados dessas pesquisas, sugeriu-se então que o feijoeiro comum tem dois centros principais de domesticação: Mesoamericano e Andino, além desses, um terceiro centro, porém de menor expressão, presente na Colômbia (SICARD et al., 1997).

O conjunto gênico Mesoamericano abrange as regiões da América Central e México e o conjunto Andino está localizado na região dos Andes, mais precisamente abrangendo o Sul do Peru, Bolívia e Argentina. Os genótipos desses dois centros podem ser distinguidos de acordo com o tamanho da semente, coloração e tipo de faseolina.

Aqueles genótipos que pertencem ao grupo gênico Mesoamericano possuem sementes pequenas, com faseolina dos tipos “S” e “M” (GEPTS e BLISS, 1986), sendo mais adaptados a planícies quentes. Já os feijões do grupo andino apresentam sementes graúdas, de tipos variados, semelhantes a cultivar “Jalo”, a faseolina encontrada é do tipo “T”, “C”, “H” e “A” (GEPTS, 1988). E a terceira e menor área de domesticação situada na Colômbia (Norte Andino), apresenta faseolina dos tipos “S” e “T” e em menor frequência do tipo “B” (GEPTS e BLISS, 1986).

A entrada do feijão no Brasil pode ter ocorrido através de duas rotas principais. A primeira delas sugere que os feijões de sementes pequenas, variedade preta, castanho-claro e Mulatinho foram trazidas a partir do centro Mesoamericano, iniciando no México, seguindo

para Caribe, Colômbia e Venezuela (GEPTS, 1988). Já a segunda rota, que considera a presença de feijões com sementes graúdas e faseolina do tipo “T”, tem como base a possibilidade a sua introdução a partir dos Andes (GEPTS, 1988). Essas hipóteses podem ser confirmadas tendo em vista a grande variedade de genótipos presentes no Brasil, tanto Andinos quanto Mesoamericanos, conferindo à espécie uma ampla importância social e econômica.

2.2. A cultura do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) – aspectos gerais e econômicos

O feijoeiro comum pertence à família das leguminosas, sendo uma planta herbácea, com hábito de crescimento determinado ou indeterminado. É uma espécie autógama. As flores apresentam o mecanismo de cleistogamia, com apenas 5% de fecundação cruzada, com ciclo vegetativo que varia entre 61 a 110 dias, de acordo com Vieira et al. (2005).

É uma das leguminosas de maior importância na alimentação humana, uma vez que é rica em lisina, ferro, cálcio e carboidratos (PIRES et al., 2005). Pesquisas demonstram que o seu consumo está relacionado com a prevenção de algumas doenças como diabetes e obesidade (ANDERSON et al., 1999; SIDDIQ e UEBERSAX, 2013).

Além da importância nutricional, o feijoeiro comum tem uma relevância socioeconômica, principalmente para as classes de menor renda. Segundo dados publicados pela Comissão Técnica Sul-Brasileira de Feijão (CTSBF, 2012) cerca de 60% da produção nacional de feijão é oriunda da agricultura familiar.

No Brasil, o feijão pode ser produzido em três épocas do ano, em todo território nacional e em sistemas de monocultivo ou consórcio. Na safra das “águas” o plantio é feito entre agosto-setembro e a colheita no início do verão onde há maior ocorrência de chuvas e a safra da “seca”, o plantio ocorre no verão e a colheita coincide com o período de menor ocorrência de chuvas, por isso denomina-se “seca”, ou plantio de terceira época, onde há necessidade de irrigação pela ausência de chuva (IBGE, 2013).

Em ambas as épocas, há riscos na produção, tendo em vista que há intervenções climáticas nas fases mais críticas para a cultura, uma vez que a primeira safra coincide com o período de chuvas no momento da colheita e na segunda ocorre a deficiência hídrica principalmente nas fases de floração, formação de vagens e enchimento de grãos (VIEIRA, et al., 2006).

De acordo com os dados da Campanha Nacional de Abastecimento (CONAB, 2017), na safra de 2016/2017, a produção nacional do feijão foi de 671 mil toneladas, com produtividade média de 1.064 Kg ha⁻¹.

Dentre as regiões mais produtoras de feijão no Brasil, o Paraná destaca-se como o principal, com uma produção média de 1.510 Kg ha⁻¹, seguido por Minas Gerais, Goiás, Bahia e São Paulo (CONAB, 2017).

Embora o Brasil se destaque como um dos maiores produtores de feijão, a sua produtividade é considerada baixa quando comparado a outros países. Sua produção é prejudicada devido a inúmeros fatores, como a incidência de pragas e doenças, períodos de estiagens e principalmente as deficiências nutricionais. Diante disso, destaca-se a utilização dos adubos orgânicos, onde, além de reduzir os custos para o produtor, beneficia o meio ambiente. Muitos agricultores brasileiros vêm adotando a agricultura orgânica como principal meio para aumentar a produção do feijão à frente das adversidades.

2.3. A agricultura orgânica: breve histórico

A agricultura orgânica vem se desenvolvendo desde os tempos primórdios da década de 20. Nesta mesma época, o pesquisador inglês Sir Albert Howard em viagem à Índia, observou as práticas agrícolas de compostagem e adubação orgânica utilizada pelos camponeses, descrevendo-as posteriormente em seu livro “Um testamento agrícola” de 1940. Desse modo, estabeleceu a concepção teórica que serviria de base para a agricultura orgânica (ASSIS e ROMEIRO, 2002). Por conseguinte, Claude Aubert difundiu o conceito e as práticas da agricultura biológica na França. Neste sistema orgânico, os produtos eram obtidos por meio de rotação de culturas, esterco, restos de culturas, adubos verdes, palhas e outros resíduos vegetais ou animais, bem como controle natural de pragas e doenças. Assim no manejo das lavouras, ocorria a supressão de fertilizantes, adubos e defensivos sintéticos (ORMOND et al., 2002).

Em 1924, na Alemanha, Rudolf Steiner postulou a agricultura biodinâmica, que consistia na harmonia e no equilíbrio entre a terra, plantas, animais e o homem, sob a influência do sol e da lua. Este elo só seria possível pela utilização dos elementos orgânicos produzidos na propriedade agrícola, considerada como um organismo, um ser indivisível. Assim, Rudolf Steiner e Sir Albert Howard já enfatizavam a importância da conservação da fertilidade do solo para o crescimento de plantas saudáveis e o desenvolvimento de uma agricultura permanente, sendo isso fundamental para a compreensão do processo de

reciclagem de nutrientes que ocorre no solo (ASSIS e ROMEIRO, 2002). Ademais, Howard (1947) relatou que se aprende com a própria natureza a melhor forma de intervir sobre ela na aplicação de conhecimentos técnico científicos adquiridos no processo da evolução humana, minimizando o impacto da ação antrópica com a atividade agrícola.

A divulgação das práticas da agricultura orgânica continuou por todo o mundo. Porém, foi a partir da década de 1960 que essas iniciativas passaram a estar em âmbito mundial (ASSIS et al., 1996). Na Austrália, em 1971, a “permacultura”, que também é um modelo de agricultura integrada com o ambiente, foi difundida por Bill Mollison. O que diferencia este modelo dos demais é a utilização de informações sobre direção do sol e dos ventos para determinar a disposição espacial das plantas.

Na Europa, os primeiros produtos orgânicos surgiram no comércio na década de 70, expandindo-se no final da década de 80. O programa instituído pelo Council Regulation da Comunidade Economica Europeia (CEE), no documento 2092/91, de 24 de junho de 1991, estabeleceu as normas e os padrões de produção, processamento, comercialização e importação de produtos orgânicos de origem vegetal e animal na década de 90, corroborando o seu crescimento. A França foi o primeiro país europeu a criar um certificado oficial para a agricultura orgânica (ORMOND et al., 2002).

Com relação ao Brasil, ainda na década de 70, a produção orgânica buscava o retorno do contato do homem com a terra em contraposição aos preceitos consumistas da sociedade moderna. Desse modo, a comercialização de produtos orgânicos ocorria de maneira direta, do produtor ao consumidor.

Nos dias atuais, devido à preservação ecológica, a segurança alimentar e até mesmo a busca por alimentos saudáveis, vem ocorrendo o aumento da busca por produtos orgânicos. Muitas das cooperativas de produção e consumo de produtos naturais que se organizaram desde a década de 80, estão até hoje em atividade, bem como os restaurantes dedicados a esse tipo de alimentação. Vale ressaltar o grande avanço em produtos naturais na década de 90, amparado pelo ECO 92. Começaram a existir os pontos comerciais de venda de produtos naturais e, no final da década, os produtos orgânicos começaram a ser parte integrante nos supermercados. Do mesmo modo, a agricultura orgânica vem crescendo no restante do mundo (ORMOND et al., 2002). A existência de um mercado crescente e rentável tem atraído novos empreendedores, que visam não só aos lucros que podem advir da atividade, mas à manutenção dos preceitos técnicos da agricultura orgânica.

2.4. Agroecologia e agricultura orgânica

Ao longo dos anos, a principal fonte natural de alimentação oriunda da agricultura vem ocorrendo por meio de técnicas agrônômicas, com a utilização de agroquímicos para o aumento da produtividade e, por conseguinte, a expansão da oferta desses alimentos, para atender à demanda crescente da população mundial. No entanto, esse sistema de produção da agricultura moderna tem sido contestado em função do uso indiscriminado ou do mau uso desses agroquímicos, detectado nos alimentos na forma de resíduos, que podem causar danos à saúde humana (MADAIL et al., 2011).

Desse modo, a busca por práticas alternativas, ecologicamente equilibradas para a produção agrícola vem aumentando, em função das exigências dos consumidores deste século ou pela consciência dos malefícios dos químicos para a saúde do produtor, dos animais e do meio ambiente. O crescente reconhecimento científico do potencial dessas práticas evidencia a redução de custos de produção para milhares de agricultores e de rentabilidade, como os sistemas convencionais (USDA, 1984; ALTIERI, 1987; ALTIERI, 1995; NRC, 1989; LAMPKIN, 1990; ASSIS et al., 1996; EHLERS, 1996).

Com os sinais de esgotamento da agricultura moderna surgiram diferentes movimentos de agricultura alternativa embasada na agroecologia. Essa ciência surgiu na década de 70, na busca pela compreensão de agroecossistemas complexos, tendo como princípio a conservação da biodiversidade dos sistemas agrícolas para a sustentabilidade. Para tanto, os sistemas agroecológicos procuram maximizar a reciclagem de energia e nutrientes, no intuito de minimizar a perda destes recursos durante os processos produtivos (AQUINO e ASSIS, 2007).

O agroecossistema sustentável pela agroecologia é produtivo e saudável, quando derivado do equilíbrio entre plantas, solo, nutrientes, luz solar, umidade e outros organismos que coexistam no ambiente e quando as plantas possuem ou desenvolvem, a partir do manejo, tolerância a estresses e adversidades. Desse modo, sistemas de produção de base agroecológica visam à utilização de tecnologias que respeitem a natureza e o equilíbrio entre os organismos participantes no processo de produção, bem como do ambiente. Na utilização destes sistemas, foram desenvolvidas diferentes alternativas de produção agrícola não industrial. Entre essas alternativas, a agricultura orgânica tem sido a mais difundida, sendo reconhecida no mercado como sinônimo de todas as outras (ASSIS e ROMEIRO, 2002).

Darolt (2010) descreve a agricultura orgânica como um sistema de produção que exclui o uso de fertilizantes sintéticos, agrotóxicos, reguladores de crescimento, entre outros.

Em sua prática, é utilizado geralmente o uso de esterco animais, rotação de culturas, adubação verde, compostagem e controle biológico de pragas e doenças, como meio não prejudicial ao meio ambiente e como garantia de sustentabilidade de alimentos.

Por outro lado, na agricultura convencional, o fornecimento dos nutrientes para plantas é realizado através de adubações com adubos químicos sintéticos que proporcionam elevadas respostas produtivas e ótima qualidade fisiológica das sementes. Porém, essa forma de disponibilizar nutrientes para as plantas, apesar de eficiente, tem gerado contaminação dos solos, dos lençóis freáticos e dos agricultores envolvidos na produção (DAROLT, 2010).

Comumente, utiliza-se fertilizantes solúveis e de elevada concentração de nutrientes e também agrotóxicos no setor agrícola, o que limita o uso de fontes alternativas. O Brasil importa 75% de nitrogênio (N), 48% de fósforo (P) e 92% de potássio (K), utilizados como fertilizantes na agricultura convencional (RODRIGUES et al., 2010). Em adição, o consumo de agrotóxicos no Brasil, como os herbicidas e fungicidas, tem sido crescente, perfazendo vendas anuais que superam U\$ 2,5 bilhões. Esse fato é problemático, não apenas pelo elevado custo, mas pelo risco de contaminação. Ademais, os fertilizantes solúveis também podem ocasionar problemas ambientais, como eutrofização de águas e liberação de gases poluentes na atmosfera, além de que necessitam de fontes não renováveis de energia no seu processamento e transporte a longas distâncias (FOLEY et al., 2005; FIXEN e JONHSTON, 2012).

Quando esse tipo de sistema de produção é implantado próximo a áreas urbanas e periurbanas, a questão da utilização de agrotóxicos e fertilizantes solúveis na água de irrigação nessas áreas, na maioria das vezes em doses elevadas, acarreta, além da poluição do lençol freático e do solo, o aumento do custo de produção (HANS-RUDOLF e SEYDON, 2006). Por este motivo, é necessária a busca de fontes alternativas que atendam às necessidades da agricultura de bases agroecológicas, com restrições ao uso de fertilizantes solúveis, estímulo à utilização de recursos locais de modo que não cause degradação ao meio ambiente (PIMENTEL et al., 2005; MARTINS et al., 2010).

Como forma de amenizar a situação, a agricultura orgânica vem sendo utilizada, pois, ao invés do uso de agrotóxico, os defensivos alternativos utilizados neste sistema de produção são os agentes de biocontrole, diversos fertilizantes líquidos, as caldas sulfocálcica, viçosa e bordalesa, feromônios, extratos de plantas, entre outros. Desse modo, a agricultura orgânica busca por tecnologias que permitam a obtenção de sementes de alta qualidade fisiológica sem provocar danos ao ambiente e nem aos responsáveis pela aplicação desses produtos às plantas (PIMENTEL et al., 2005; MARTINS et al., 2010).

Todo produto obtido em sistema orgânico de produção agropecuária ou industrial, seja *in natura* ou processado, é considerado orgânico. O conceito de agricultura orgânica abrange os processos atualmente conhecidos como: ecológico, biodinâmico, natural, sustentável, regenerativo, biológico, agroecológico e permacultura. De acordo com a Instrução Normativa 007/99, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), produtor orgânico refere-se tanto ao produtor de matérias-primas como aos seus processadores.

No que se refere a sistemas agrícolas na agricultura orgânica, os objetivos são a produção sustentável de alimentos, fibras e outros produtos (cosméticos, óleos essenciais, etc.) de modo ambiental, social e economicamente responsável. Sua prioridade é otimizar a qualidade em todos os aspectos da agricultura, do ambiente e da sua interação com a humanidade pelo respeito à capacidade natural das plantas, animais e ambientes (FONSECA et al., 2009).

Assim, a agricultura orgânica tem por finalidade estabelecer sistemas de produção que interligam a planta, o solo e as condições climáticas, resultando num alimento sadio e com suas características e sabor originais, que atenda às expectativas do consumidor (PENTEADO, 2000). Isso influencia diretamente a tecnologia de produção, reduzindo procedimentos e minimizando a questão ecológica (CANUTO, 1998).

A agricultura orgânica tem como pressuposto básico a matéria orgânica constituinte do solo como sua fertilização. Isso se explica pela ação de microrganismos presentes nos compostos biodegradáveis existentes ou disponibilizados ao solo, os quais possibilitam o suprimento de elementos minerais e químicos necessários ao desenvolvimento dos vegetais cultivados. Além disso, a existência de uma abundante fauna microbiana diminui os desequilíbrios resultantes da intervenção humana na natureza. Para a manutenção da fauna microbiana como preservadores do solo são necessárias condições de umidade, aeração e o equilíbrio do meio ambiente, para que as condições ideais de transformação biológica sejam asseguradas. Portanto, nutrição adequada e ambiente saudável resultam em plantas mais vigorosas e mais resistentes a pragas e a doenças (ORMOND et al., 2002).

De acordo com Altieri (2001), o objetivo da agricultura orgânica é trabalhar com sistemas agrícolas complexos, onde as interações ecológicas e sinergismos entre os componentes biológicos proporcionem uma interação entre a fertilidade do solo, produtividade e proteção das culturas.

O sistema orgânico de produção se limita a evitar ou exclui totalmente o uso de fertilizantes sintéticos, pesticidas e reguladores de crescimento. Para a fertilização dos solos,

são utilizados adubos verdes, restos de colheitas, tortas e farinhas de vegetais fermentados, compostos orgânicos bioestabilizados, resíduos industriais e agroindustriais isentos de agentes químicos ou biológicos com potencial poluente e de contaminação, fosfatos naturais e semisolubilizados, farinhas de ossos, termofosfatos, escórias e rochas minerais moídas, como fonte de cálcio, magnésio, fósforo, potássio e micronutrientes (sempre de baixa solubilidade) (PEREIRA et al., 2015).

Além disso, o sistema orgânico de produção visa à reciclagem de resíduos de origem orgânica, com o intuito de reduzir ao mínimo, o emprego de recursos não renováveis. A adubação orgânica é a forma mais importante de reconstruir, de maneira física, química e biológica dos solos, principalmente quando apresentam baixo teor de matéria orgânica. As vantagens de sua utilização vão desde a melhoria na estrutura do solo, ativação microbiológica, aumento nos teores de matéria orgânica, retenção de cátions (Ca, Mg e K), efeito de proteção da umidade do solo e até o aumento da resistência das plantas ao ataque de pragas e doenças (PEREIRA et al., 2015).

Para Lattuca et al. (2002), a agricultura orgânica deve possibilitar bons níveis de produtividade e analogamente evitar todo tipo de risco de contaminação química para o agricultor urbano e os consumidores, bem como ao meio ambiente. Em adição, deve incorporar os avanços da ciência, promovendo a participação criativa dos agricultores, respeitando os conhecimentos, culturas e experiências locais.

Não é compatível com o sistema orgânico de produção a utilização de insumos que tenham como base recursos minerais não renováveis ou compostos sintéticos. Estes recursos representam uma intervenção brusca nas características do solo, na fisiologia das plantas e animais e, conseqüentemente, no ambiente (LATTUCA et al., 2002).

Conforme o regulamento da Comunidade Econômica Europeia (CEE) de 1991, “a fertilidade e a atividade biológica dos solos devem ser mantidas ou melhoradas por meio do cultivo de produtos hortícolas, fertilizantes verdes ou plantas com sistema radicular profundo, no âmbito de um programa de rotação plurianual adequado; e/ou da incorporação nos solos de matérias orgânicas de compostagem ou não...”. Em adição, para amenizar a ação de parasitas, a ocorrência de doenças e infestações, é necessário a escolha de espécies e de variedades apropriadas, rotação, processos mecânicos de cultura, fogo, disseminação de predadores, entre outros (BRASIL, 1999).

A Instrução Normativa 46/2011 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), no item 1.1, relata que sistema orgânico de produção agropecuária e industrial é todo aquele em que se adotam tecnologias que otimizem o uso dos recursos

naturais e socioeconômicos, respeitando a integridade cultural. Segundo a Instrução, o objetivo do sistema orgânico é a auto sustentação no tempo e no espaço, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energias não renováveis e a eliminação do emprego de agrotóxicos e outros insumos artificiais tóxicos. Também nesse sistema está a não utilização de organismos geneticamente modificados (OGM)/transgênicos ou radiações ionizantes em qualquer fase do processo de produção, armazenamento e de consumo (BRASIL, 1999).

A preservação da saúde ambiental e humana é prioridade no sistema orgânico de produção, assegurando a transparência em todos os estágios da produção e da transformação, no que se refere: à oferta de produtos saudáveis e de elevado valor nutricional, isentos de qualquer tipo de contaminantes que ponham em risco a saúde do consumidor, do agricultor e do meio ambiente; à preservação e à ampliação da biodiversidade dos ecossistemas, natural ou transformado, em que se insere o sistema produtivo; à conservação das condições físicas, químicas e biológicas do solo, da água e do ar; e ao fomento da integração efetiva entre agricultor e consumidor final de produtos orgânicos e ao incentivo à regionalização da produção desses produtos orgânicos para os mercados locais (BRASIL, 1999).

Algumas literaturas sugerem que uma área ideal para um plantio orgânico seria a utilização de terras inexploradas com novas instalações. No entanto, esse pressuposto difere dos próprios preceitos da filosofia da produção orgânica, pois a utilização de novas terras levaria a novos desmatamentos e, conseqüentemente, a maiores desequilíbrios ambientais. Desse modo, o mais aceitável e o que vem sendo mais utilizado é a conversão de áreas de agricultura convencional, apesar de ser mais demorado e oneroso.

A conversão se refere à mudança de processo de manejo do solo e se inicia pela suspensão total do uso de insumos sintéticos, os quais são substituídos por insumos naturais e biodegradáveis renováveis pelo período conveniente à “desintoxicação” da área. Enquanto houver resquícios de agroquímicos na terra agrícola, sua produção não poderá ser considerada orgânica (ORMOND et al., 2002).

A recomposição da fertilidade natural do solo ocorre por meio da ação de microrganismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica e suprimento dos elementos minerais necessários ao desenvolvimento da determinada cultura a ser desenvolvida. Deve-se levar em consideração o tempo, as condições originais do solo e o tipo de cultivo para que o processo seja completo. No caso de culturas anuais, o prazo geralmente é de um a dois anos. Para as culturas perenes pode chegar a três anos para plena recomposição.

2.5. Rochagem do solo

Uma das alternativas que tem se destacado recentemente como forma alternativa de adubação sem degradar o ambiente é o uso de rochas moídas (rochagem), devido à expansão da agricultura orgânica. No entanto, para a utilização desses resíduos são necessários estudos agronômicos sobre os efeitos que podem ser ocasionados no sistema solo-planta. Na literatura já foram encontrados efeitos positivos de sua utilidade como material corretivo do solo e até mesmo como fonte de nutrientes (SAINJU et al., 2001). Isso porque as rochas são fonte de quase todos os elementos químicos de ocorrência natural na superfície terrestre (SELINUS, 2006). Por meio do intemperismo, os elementos constituintes das rochas são liberados e disponibilizados no solo e podem ser absorvidos pelas raízes das plantas, entrando na cadeia alimentar.

Na maioria das vezes, o uso de rochas moídas é proveniente de rejeitos de pedreiras e mineradoras (LEONARDOS et al., 2000; VAN STRAATEN, 2006; THEODORO e LEONARDOS, 2006). Essa prática de utilização de rochas silicatadas como fonte de nutrientes na agricultura é bem antiga e foi reduzida com o advento do uso de fertilizantes solúveis. (HENSEL, 2003; WINIWARTER e BLUM, 2008).

O Brasil possui abundância das rochas silicatadas em seu território, as quais são disponibilizadas para aquisição como subproduto de baixo custo de pedreiras locais ou mineradoras (CORONEOS et al., 1996; THEODORO e LEONARDOS, 2006; THEODORO et al., 2006) e até mesmo de moagem na própria propriedade (ALMEIDA et al., 2007). Essas rochas moídas são utilizadas em estudos sobre o potencial de seu emprego na agricultura (VAN STRAATEN, 2006). As rochas moídas comumente utilizadas na agricultura são as calcárias, usadas principalmente como corretivos de acidez, fosfatos naturais (apatitas), rochas ígneas (basálticas) e metamórficas, comumente ricas em K, Ca, Mg e micronutrientes (LEAKE, 1950; GILLMAN, 1980; LEONARDOS, 1987; CORONEOS et al., 1996; HINSINGER et al., 1996; GILLMAN et al., 2001).

De acordo com Theodoro et al. (2006), a utilização de pós de rocha está condicionada a alguns pressupostos básicos: a rochagem deve conter quantidades mínimas de macronutrientes (desejável a presença de micronutrientes); não deve possuir contaminantes; e estar disponível na própria região (devido ao custo do transporte inviabilizar sua aplicação).

Pouco estudos relatam a utilização de rochas silicatadas como fonte de nutrientes. Em contrapartida, vários estudos foram realizados com rochagem máficas, como o pó de basalto (ESCOSTEGUY e KLAMT, 1998; BONIAO et al., 2002; LOPES- ASSAD et al.,

2010) ou rochagem apresentando algum tipo de nutriente, porém com restrita distribuição como flogopitito (SOUZA FILHO et al., 2006; RIBEIRO et al., 2010), micaxisto (BASAK e BISWAS, 2009), fonolito (VON WILPERT e LUKES, 2003), verdete ou glauconito (PIZA et al., 2011), entre outros.

Apesar das rochas silicatadas apresentarem a maioria dos nutrientes necessários ao crescimento vegetal, não há consenso na literatura quanto a sua eficácia em suprir nutrientes e promover o crescimento de plantas, fato que se explica principalmente pela lenta solubilização dos minerais presentes nas rochas (HARLEY e GILKES, 2000). Por outro lado, alguns autores obtiveram respostas positivas por meio da aplicação de pós de granitos (CORONEOS et al., 1996; HINSINGER et al., 1996) ou basaltos (LEONARDOS et al., 1987; SILVA et al., 2008; WELTER et al., 2011) no crescimento vegetal.

A efetividade da solubilização dos minerais e até mesmo a liberação de nutrientes dos pós de rocha está diretamente relacionada à atividade biológica, a qual deve ser realizada de forma concomitante com práticas culturais que estimulem a microbiota do solo (HINSINGER et al., 2001). Por este motivo, alguns trabalhos vêm sendo desenvolvidos sobre tecnologias relacionadas a processos biológicos, no intuito de viabilizar a velocidade intempérica e, conseqüentemente, incrementar a liberação de nutrientes de pós de rocha, tais como biofertilizantes, compostagem e vermicompostagem (LIMA et al., 2009; LOPES-ASSAD et al., 2010; LIMA et al., 2010; SOUZA, 2010).

A título de exemplificação, Almeida et al. (2007) relatam que alguns agricultores agroecológicos no sul do país tem associado pós de basalto com diferentes fontes de biomassa, entre elas, o uso de adubação verde, evidenciando resultados promissores.

A granulometria dos pós de rocha é um fator importante na velocidade de dissolução dos minerais (Martins et al., 2010), porque quando a rochagem é fina, há aumento da velocidade de dissolução dos minerais. No entanto, elevadas doses de materiais finos associados à baixa solubilidade podem alterar negativamente a porosidade do solo e, conseqüentemente, prejudicar o crescimento de raízes (KNAPIK e ANGELO, 2007).

As culturas agrícolas comumente são deficientes em elementos-traço, ou seja, elementos que geralmente ocorrem em baixíssimas concentrações nos solos e, por essa razão, programas de suplementação são práticas aplicadas na agricultura (SELINUS, 2006). Para tanto, na agricultura torna-se necessário a reposição dos elementos reconhecidamente essenciais para as plantas, em detrimento da reposição daqueles que são essenciais para os animais que as consomem.

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, o Brasil é o quarto maior consumidor de fertilizantes do mundo, no entanto, participa com apenas 2% da produção mundial, configurando-se, portanto, como um dos maiores importadores mundiais de fertilizantes. Este fato não se encontra vinculado apenas economicamente à produção agrícola, mas também impede um saldo mais positivo na balança comercial do país, gerando uma situação de enorme vulnerabilidade que, associado à dependência tecnológica por defensivos agrícolas, reduz consequentemente a produtividade (RODRIGUES et al., 2010).

Desse modo, é necessário buscar fontes alternativas que atendam às necessidades das agriculturas de bases agroecológicas, com restrições ao uso de fertilizantes solúveis, dando ênfase à utilização de recursos locais, minimizando os impactos ambientais (MÄDER et al., 2002; PIMENTEL et al., 2005; MARTINS et al., 2010).

Na cultura do feijoeiro comum, uma opção utilizada em sua produção, ao invés do uso de fertilizantes solúveis, são as rochas moídas e aplicadas ao solo na forma de pó ou rochagem (THEODORO e LEONARDOS, 2006). Essa prática é considerada relevante, pois potencialmente fornece aos solos grande número de macronutrientes e micronutrientes (KNAPIK e ANGELO, 2007). Isso pode influenciar na qualidade nutricional dos alimentos, uma vez que se diferenciam em sua composição, devido a fatores como solo, adubação, clima, variedades genéticas, entre outros (ARAÚJO, 1998; AZEVEDO, 2003).

2.6. Feijoeiro comum orgânico

Atualmente, o comércio e produção de produtos orgânicos é uma das áreas do agronegócio que apresenta maiores taxas de crescimento. Os sistemas de produção de alimentos orgânicos tendem a incluir manejos sustentáveis do solo e da água, além de revelarem os riscos para a saúde, advindos do consumo de alimentos contaminados dos resíduos de produtos químicos (MADAIL et al., 2011).

Os sistemas orgânicos de produção colaboram com o aumento da resistência de cultivos a estresses hídricos e a ataques de pragas e doenças, e com o aumento da segurança alimentar e mitigação das mudanças climáticas (AZADI et al., 2011).

O aproveitamento de resíduos orgânicos na adubação tem sido uma estratégia muito utilizada por agricultores familiares em pequenas propriedades (SEDIYAMA et al., 2014). A exemplo disso, o estado de Minas Gerais está entre os principais estados produtores de aves, atividade que produz um volume significativo de resíduos orgânicos, principalmente as camas

de galinhas poedeiras e de frangos de corte (UBA, 2014). Esse tipo de adubação orgânica é muito utilizado na produção de hortaliças, devido a seus teores de nutrientes, especialmente nitrogênio, cálcio e fósforo, os quais são disponibilizados em maiores concentrações do que os do esterco bovino, do húmus de minhoca e dos compostos orgânicos (ABREU et al., 2010).

Existe um grande interesse na produção de feijão orgânico, devido ao fato de ser uma leguminosa de importância mundial, utilizada como fonte alimentar em vários países (ISLAM et al., 2016). Além disso, possui elevada expressão social e econômica, considerado uma boa alternativa agrícola aos pequenos produtores e é amplamente distribuído em todo o território brasileiro.

O feijoeiro comum faz parte do prato típico da alimentação do povo brasileiro, pois juntamente com o arroz é fonte acessível de proteínas, com elevado valor energético, sendo um alimento que apresenta em sua constituição todos os aminoácidos essenciais (RIBEIRO, 2007).

Além de sua importância para a dieta do brasileiro, seu cultivo pode ocorrer em vários ambientes e em distintos níveis tecnológicos de produção, ou seja, tanto em grandes áreas, necessitando de muita mão-de-obra, como em pequenas propriedades na agricultura familiar (BROUGHTON et al., 2003).

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) tem destaque na produção brasileira e mundial, não apenas pelo enfoque econômico e valores nutricionais, mas também por sua importância na segurança alimentar e por fazer parte da cultura culinária em vários países (EMBRAPA, 2012).

A área plantada no Brasil, na safra 2016/2017, foi de 3.151,20 hectares, somando-se a primeira, segunda e terceira safra, com produtividade média de 1064 kg ha, com produção total de 3.354,10 toneladas (CONAB, 2017). Comumente, para melhoria da produção do feijoeiro comum, sistemas conservacionistas, como o plantio direto, vêm sendo utilizados (EMBRAPA, 2012). No entanto, a demanda por feijão produzido organicamente tem aumentado, apesar de seu valor ser de 30 a 40% superior ao do feijão cultivado de forma convencional. Isso é devido a seus benefícios, como a não utilização de fungicidas, inseticidas, herbicidas e adubos químicos, consequentemente reduzindo o risco à saúde dos produtores, dos consumidores e os danos ao ambiente, tornando um sistema sustentável, com utilização de adubos verdes, compostos orgânicos, dejetos animais e resíduos agroindustriais (APTA, 2011).

A cultura do feijoeiro comum necessita de grandes quantidades de nutrientes do solo, sendo o nitrogênio e o potássio absorvidos em maior quantidade, seguidos pelo cálcio, magnésio, enxofre e potássio. Isso é devido ao pequeno e pouco aprofundamento do sistema radicular e do ciclo curto. Por este motivo, a absorção de nutrientes, especialmente o nitrogênio (N), ocorre praticamente durante todo o ciclo da cultura, sendo que sua maior absorção ocorre dos 35 aos 50 dias da emergência da planta, coincidindo com a época do florescimento, correspondente de 2,0 a 2,5 kg ha⁻¹ de N dia (ROSOLEM e MARUBAYASHI, 1994). Na obtenção de uma boa produtividade, é necessário que as condições físico-químicas do solo estejam adequadas, principalmente no que tange à primeira camada do solo, por ser o local aonde 80% das raízes desta cultura se concentram (BITTENCOURT et al., 2015).

Desse modo, as limitações existentes à sustentabilidade no cultivo do feijoeiro comum para a agricultura orgânica são o manejo do solo e do fertilizante, principalmente no que diz respeito à má distribuição de nutrientes no perfil do solo, bem como ao desequilíbrio entre os mesmos (AIDAR e KLUTHCOUSKI, 2009). Nesse caso, um dos aspectos que devem ser melhorados na cultura do feijoeiro é o manejo de adubação das plantas, uma vez que, com o fornecimento adequado e equilibrado de nutrientes em relação às sementes e ao solo, tornam-se possíveis aumentos significativos na produtividade de grãos (MIRANDA et al., 2000, ANDRADE et al., 2004, ARF et al., 2011).

Magalhães et al. (2017), ao avaliarem o efeito da adubação com esterco de galinha sobre a produtividade, o acúmulo e a exportação de nutrientes pelas vagens de feijão-vagem evidenciaram que esse tipo de adubação supre os nutrientes essenciais e aumenta a produtividade de vagens, além de que os restos vegetais do feijão-vagem constituem importante fonte de nutrientes, os quais poderão retornar ao solo com a incorporação das plantas.

Os compostos orgânicos, biofertilizante e inoculante, têm sido empregados na adubação do feijoeiro comum, os quais proporcionam valores de produtividade que demonstram a capacidade destes compostos em atender à necessidade dessa leguminosa por nutrientes. Para Magro et al. (2010), quando a adubação das plantas ocorre de maneira adequada e equilibrada, promove maior número de sementes e de melhor qualidade, por resistirem às adversidades durante a produção.

Martins et al. (2013), ao avaliarem a infestação por insetos de sementes de feijão produzidas em campo com adubação orgânica, inoculação e adubação mineral, demonstraram que a associação do biofertilizante com inoculante ou composto orgânico favoreceu o

desenvolvimento dos insetos, prejudicando a qualidade sanitária das sementes. Por outro lado a adubação orgânica e inoculação de forma isolada apresentou melhores resultados.

De acordo com o Ministério da Agricultura (MAPA, 2013), não é permitido mais que 3% de infestação nas sementes comerciais de feijão, independente da classe as quais se encontram inseridas. No experimento realizado por Martins et al. (2013), os tratamentos Testemunha (TA); composto orgânico (CO); biofertilizante (BIO); inoculante (INOC); composto orgânico + biofertilizante + inoculante (CO + BIO + INOC); e adubo mineral (AM) evidenciaram as porcentagens de infestação abaixo do máximo permitido, podendo, portanto, serem comercializadas.

Um dos problemas que vem se agravando é o ataque de insetos em sementes armazenadas. Para tanto, é necessário o estabelecimento de medidas de controle de pragas por meio de métodos alternativos (LIMA et al., 1999).

Um dos aspectos positivos de métodos alternativos de adubação no plantio, em comparação ao uso de materiais sintéticos, usualmente utilizados no tratamento de sementes, é que são derivados de recursos naturais renováveis que podem influenciar as sementes produzidas. Deste modo, torna-se importante os estudos que envolvam os processos naturais de controle de organismos prejudiciais à produção agrícola. Isso é devido aos benefícios importantes que podem promover ao agricultor, como a obtenção de sementes de qualidade, com baixo custo de produção e de fácil acesso e manuseio, o que implica num importante rumo à sustentabilidade da agricultura (LIMA et al., 1999).

O cultivo orgânico não somente substitui adubos minerais por orgânicos. Esse sistema visa a utilizar de maneira racional os recursos ambientais não renováveis. Um fator que pode contribuir com o cultivo orgânico é o uso de plantas de cobertura, que favorece a ciclagem de nutrientes, contribuindo com a fertilidade do solo, além de melhorar os aspectos físicos e biológicos no solo (EMBRAPA, 2006). Ademais, essas plantas de cobertura ainda apresentam um maior teor de matéria orgânica no solo, promovendo benefícios nos agregados do solo (CUNHA, et al., 2011). Esse tipo de cultivo pode alcançar médias de produtividade acima de 2000 kg, o que contribui com a produção do feijão orgânico que supera a média nacional (APTA, 2011).

Tanto o uso de preparo de solo quanto as coberturas vegetais no cultivo orgânico são de extrema importância, não apenas para um maior rendimento e efeitos físicos benéficos ao solo, mas influencia a disponibilidade de nutrientes, como fonte de nitrogênio, auxilia na reciclagem de nutrientes lixiviados e disponibiliza o fósforo para as plantas, além de reduzir a

quantidade de plantas daninhas e o controle da população de pragas (APTA, 2011; CUNHA et al., 2011).

Estudos realizados por Cavalcante et al. (2009), Melo et al. (2009) e Pereira et al. (2013), em feijão caupi; por Alves et al. (2000), em feijão vagem; e por Pereira et al. (2011), em feijoeiro comum, evidenciaram a viabilidade da agricultura orgânica na utilização de fertilizantes orgânicos, o que resultou no aumento de produtividade.

Experimentos conduzidos por Carvalho e Wanderley (2007a), no Distrito Federal, no comparativo de produção orgânica e convencional, a produtividade do feijoeiro comum orgânico com o feijoeiro comum produzido pelo sistema convencional foi similar. A viabilidade do sistema orgânico de produção de feijoeiro comum foi demonstrada em estudos realizados por Padovan et al. (2007) ao avaliarem 12 cultivares de feijoeiro comum na região de Dourados (MS). Assim, para a implementação de sistemas orgânicos na produção de feijoeiro comum, é necessário a identificação de cultivares mais adaptadas a este manejo, devido ao fato da diversidade que ocorre quanto ao desempenho entre os genótipos (SINGH e CHAUHAN, 2009).

Ainda faltam estudos sobre o desempenho do feijoeiro comum em sistema orgânico de produção e a maioria das informações disponíveis são provenientes de práticas dos próprios agricultores ou de experiências internacionais (CARVALHO e WANDERLEY, 2007a). Portanto, são necessárias avaliações do desempenho de cultivares de feijoeiro comum que contemplem genótipos com diferentes tipos de grãos e de fenologia.

A melhoria do manejo da cultura do feijoeiro comum em sistema orgânico, em condições favoráveis ao desenvolvimento das plantas e com a utilização de técnicas adequadas, pode ser de extrema importância para o aumento da produtividade e qualidade de grãos.

2.7. Componentes de rendimento

A produtividade de grãos é o caráter de maior importância econômica, porém de caráter complexo, resultante da expressão e da associação de diferentes componentes (AMORIM et al., 2008). No feijoeiro comum considera-se componentes de rendimento (PROD): número de sementes por vagens (NSV), número de vagens por plantas (NVP) e massa fresca de 100 grãos (MTG) (COSTA; ZIMMERMANN, 1988). Dependendo das condições, alguns componentes da produção podem aumentar e outros diminuir, facilitando a manutenção da estabilidade produtiva (CASQUERO et al., 2006).

O número de vagens por unidade de área é determinado pela população de plantas, pela produção de flores por planta e pelo número de flores que efetivamente desenvolvem vagens (ZILIO et al., 2011). Segundo Ramos Junior et al. (2005), o tamanho de grãos e o número de grãos por vagem são os componentes de maior influência na produtividade de grãos de feijão. Já para Kurek et al., 2001, o caráter número de vagens por planta é um dos componentes principais da produção na cultura do feijoeiro comum com maior contribuição no rendimento de grãos.

Trabalhos realizados por Ramalho, Santos e Zimmermann (1993) evidenciaram que o número de vagens por planta é o caráter com maior potencial a ser utilizado em uma seleção de feijão, quando o objetivo é incrementar o rendimento de grãos.

O potencial de rendimento de grãos é dependente de processos fisiológicos que podem ter influência direta e/ou indireta nesses componentes (FEHR, 1987), além disso, são determinados pelo genótipo, influenciados pelas condições ambientais ocorrentes durante o ciclo da cultura, pelas práticas fitotécnicas adotadas durante a implantação e condução da lavoura e pelo nível tecnológico adotado pelo agricultor (BEZERRA et al., 2007; KAPPES et al., 2008).

Poderá haver efeito compensatório no rendimento de grãos, com a diminuição do número de vagens e de grãos por planta de feijão e do aumento da massa dos grãos, em resposta ao aumento da população de plantas por área (ZILIO et al., 2011). Em feijão, o efeito compensatório nos componentes de rendimento foi observado quando esta cultura foi submetida à densidade de plantas menores que a recomendada (SHIMADA et al., 2000).

Muitos trabalhos vêm sendo realizados a fim de explicar a ação desses componentes de rendimento para a produção do feijoeiro comum, seja de forma conjunta ou isolada. Segundo Fageria et al. (2006), os componentes da produção não influenciam o rendimento final de grãos de forma independente, mas sim em conjunto.

De acordo com trabalho conduzido por Kappes e colaboradores, em 2008, houve uma maior produtividade de grãos para a cultivar BRS-Valente, mesmo apresentado um número menor de vagens por planta, quando comparado com a cultivar BRSRequinte.

Já Zilio et al. (2011) evidenciaram que elevadas produtividades estão associadas com um maior número de vagens por planta, número de grãos por vagem e número de lóculos por vagem, e com um menor tamanho de grão, mas a contribuição desses caracteres na produção de grãos é diferenciada, dependendo do local de cultivo.

Vários autores relataram a importância dos componentes de rendimento para explicar as variações na produção de grãos de feijoeiro comum, sem a necessidade de correlacionar as características vegetativas associadas com a produção de grãos (DAWO, 2007).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Cultivar de feijoeiro comum IAC Imperador

A cultivar utilizada no experimento foi o “IAC Imperador” (Figura 1), proveniente do Instituto Agronômico de Campinas. Esta cultivar apresenta um potencial produtivo de 4.600 Kg ha⁻¹, observado em campos de produção no Estado de São Paulo, com ciclo precoce de 75 dias e massa de mil grãos com 270 gramas. Além disso, apresenta resistência a algumas raças de *Colletotrichum lindemuthianum*, patógeno da antracnose, uma das principais doenças que ocasionam perda de até 100% na produção do feijoeiro comum.

A produtividade média da IAC Imperador em ensaios de Valor Cultivo e Uso (VCU) varia de 2.132 a 2.521 Kg ha⁻¹, dependendo da época de cultivo. No estado do Paraná, a cultivar é recomendada nas épocas da seca e das águas.



Fonte: Fazenda Experimental de Iguatemi/UEM (2017).
Figura 1- Cultivar IAC Imperador.

Na Tabela 1, podem ser observadas outras características importantes da Cultivar IAC Imperador

Tabela 1 - Características da Cultivar IAC Imperador

Características	IAC Imperador
Cor da flor	Branca
Cor do grão	Bege claro e rajas marrons claras
Cor da vagem	Verde
Cor do caule	Verde
Hábito de crescimento	Determinado tipo I

A escolha dessa cultivar no presente estudo se deve ao fato de ser uma das mais produzidas no Estado do Paraná com elevada produção. As sementes foram obtidas na Cooperativa Coopertradição, safra 2016-2017, com validade de germinação em julho de 2017, pertencente ao Lote número 3784403003.

3.2. Local do experimento

O experimento foi conduzido no ano de 2017, na terceira safra, na primeira semana de abril, na Propriedade Rural Três Irmãos Negrisolli: Chacará Três Irmãos (Latitude 23° 29'12.15"S e Longitude 52°33'50.22"O), localizada na cidade de Japurá, Paraná, pertencente ao Terceiro Planalto Paranaense, na microrregião de Cianorte e mesorregião Noroeste Paranaense, conforme mostra a Figura 2.



Figura 2 - Local do experimento com diferentes tipos de adubações. Propriedade Rural Três Irmãos Negrisolli: Chacará Três Irmãos.
Fonte: Google Earth (2017).

3.2.1. Caracterização do solo

O solo da área experimental na Propriedade Rural Três Irmãos Negrisolli (Chacará Três Irmãos), Japurá, Paraná, é caracterizado como Latossolo Vermelho distroférico (EMBRAPA, 2006) e sua caracterização química está apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 - Atributos químicos do solo da área experimental profundidade 0-20cm

Prof. 1 (cm)	P ² mg dm ⁻³	C g dm ⁻³	Ph CaCl ₂	Al cmol _c dm ⁻³	H+Al cmol _c dm ⁻³	Ca ²⁺ cmol _c dm ⁻³	Mg ²⁺ cmol _c dm ⁻³	K ⁺ cmol _c dm ⁻³	V (%)	CTC ³ cmol _c d m ⁻³	SB cmol _c dm ⁻³
0-20	25,49	7,31	5,2	0,00	3,06	2,32	1,25	0,31	55,86	6,93	3,87

¹Profundidade; ²P extraído por Mehlich I ³CTC estimada pela soma de bases + H + Al.

A análise de solo foi realizada antes da adubação e, posteriormente, em cada área foi realizada uma nova análise afim de verificar a eficiência de cada adubo.

3.2.2. Condições climáticas

O clima foi caracterizado segundo Köppen como Cfa, clima subtropical (IAPAR, 2013), temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C (mesotérmico) e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, mas sem estação seca definida.

As plantas em estudo permaneceram em condições de campo até o final da fase de maturação. Os dados de precipitação pluviométrica, temperaturas máxima, média e mínima e umidades relativa do ar máxima, média e mínima, foram fornecidos pela Estação Meteorológica de Maringá – Convênio UEM/INMET (Latitude 23°25'S e Longitude 51°54'W), estação mais próxima do local do experimento (Figura 3).

A área onde foi implementado o experimento corresponde a 500 m², a qual foi dividida em cinco áreas correspondentes a 100 m² cada, compostas por 26 linhas de 10 metros de comprimento, espaçadas a 0,38 metros. A densidade de semeadura foi de seis sementes por metro linear de sulco, totalizando 158 mil plantas por hectare. O ensaio baseou-se em amostragem e não seguiu um delineamento específico. Nos cinco tratamentos (Pó de Rocha, Cama de Aviário, Esterco Bovino, N-P-K (2-20-20) e Testemunha) foram avaliadas 100 plantas por tratamento, totalizando 500 plantas.

O preparo do solo adotado foi o convencional, realizando-se a descompactação do solo com um subsolador de haste modelo Ikeda, a uma profundidade aproximada de 0,40 m. Posteriormente, realizou-se duas gradagens, primeiramente com grade aradora a 0,20 m de profundidade e depois com o uso da grade niveladora, com a finalidade de destorroamento e homogeneização do terreno.

O controle de plantas daninhas foi realizado através da capina manual até o momento da colheita. Para o controle de pragas, foi feita a aplicação do Óleo de Neem, na dose de 100

mL do produto para 20 L de água sempre que necessário. Além disso, para o controle de doenças, foi realizada a aplicação da Calda Bordolesa e Biofertilizante Supermagro, oriundos da Universidade Estadual de Maringá (UEM), setor de agroecologia e produção orgânica.

Devido à ocorrência de chuvas constantes durante a realização do experimento, não foi necessária irrigação complementar, tendo em vista que não houve falta de água em nenhuma fase crítica da cultura do feijão.

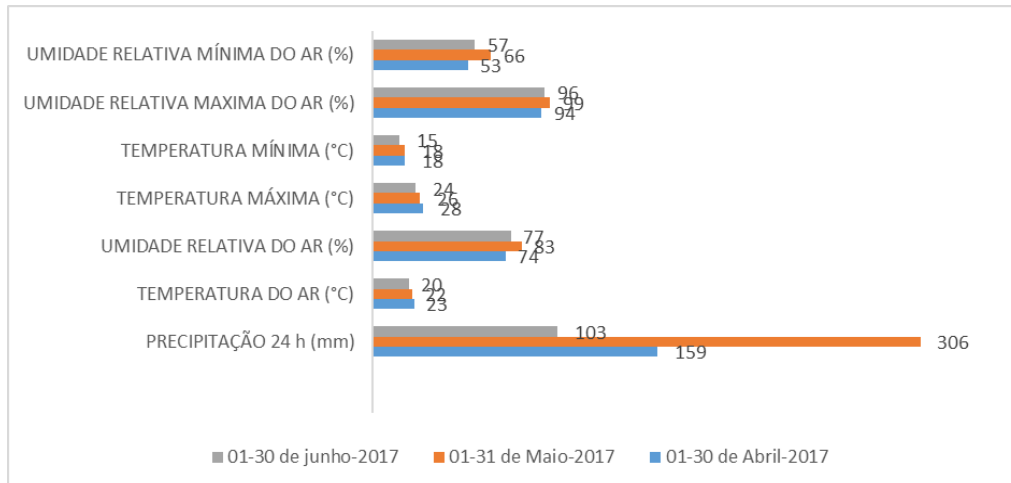


Figura 3- Condições climáticas registradas durante a condução do experimento nos meses de abril, maio e junho de 2017.

3.3. Instalação e condução do experimento

3.3.1. Características dos adubos utilizados

O experimento foi constituído por quatro tratamentos, conferidos por diferentes tipos de adubação e uma Testemunha (Tabela 3):

Tabela 3 - Tipos de tratamentos utilizados no experimento de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.)

Tratamentos	Quantidade/100m ²
Pó de rocha (PR)	40 Kg
Cama de Aviário (CA)	13 Kg
Esterco Bovino (EB)	11,5 Kg
NPK (2-20-20)	39 Kg
Testemunha	Sem adubação

- Pó de Rocha (PR): de origem basáltica, adquirido na Mineração São Tomé LTDA, Estrada Indianópolis S/N Gleba Jaracatiá, município de São Tomé-PR
- Cama de Aviário (CA): obtido no barracão de frangos, (Estrada Marmelo, lote 84 e 85 A)
- Esterco bovino (EB): oriundo da mangueira de gado (Estrada Marmelo, lote 84 e 85 A)
- NPK (2-20-20): Nitrogênio, Fósforo e Potássio, respectivamente.
- Testemunha sem adubação.

3.3.2. Avaliação de componentes de rendimento e produção de grãos

Por ocasião da fase de maturação fisiológica do feijão (estádio R₉), foram avaliados os seguintes caracteres de 100 plantas de cada tratamento individualmente:

- a) número de vagens por planta (NVP), obtido pela contagem total de vagens produzidas por planta;
- b) número médio de sementes por vagem (NSV), obtido pela razão entre o número total de sementes e o número total de vagens produzidas por planta;
- c) massa fresca de 100 grãos (MTG), obtida pela pesagem de 100 grãos tomados ao acaso em cada parcela útil.
- d) produção de grãos (PROD), expressa em Kg ha⁻¹.

3.3.3. Componentes econômicos

A fim de verificar o ganho econômico do agricultor, foi feito o levantamento do lucro bruto versus o lucro líquido entre os diferentes tratamentos adotados neste experimento.

3.3.4. Avaliação de características fitotécnicas

A característica fitotécnica avaliada na fase de maturação fisiológica do feijão (estádio R₉), foi:

- a) Superfície das raízes: 20 (vinte) raízes de cada tratamento foram escolhidas ao acaso e cortadas aleatoriamente utilizado o método de intersecções de linhas, para estimar a densidade e o comprimento das raízes finas (TENNANT, 1975). Em seguida, essas raízes foram pesadas para obter a massa fresca, em balança específica (STANTON 14S, 4 casas decimais), na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI) da Universidade Estadual de Maringá. Por fim, para

obtenção da massa seca, as raízes foram colocadas na estufa para secagem e esterilização com circulação de ar forçada (FAMEM MODELO 320-SE) na FEI a 65° até peso constante (48 horas).

3.3.5. Análises estatísticas

As análises estatísticas foram baseadas em amostragem, optando-se por Inferência Estatística. Desse modo, foram coletados 100 pontos (plantas) em cada talhão, portanto, $n=100$. Os dados foram analisados de acordo com o teste de Kruskal-Wallis em 5% de significância pelo software BioEstat 2007 (AYRES, et al. 2007).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise química para fins de fertilidade

O resultado da análise do solo antes da implementação do experimento apresentou valores consideráveis para a utilização de fertilizantes orgânicos, demonstrados na Tabela 4.

Conforme relato de Ormond et al. (2002), a implementação de um experimento orgânico não precisa ocorrer em terras inexploradas, o que levaria ao desmatamento, contrariando os princípios da agricultura orgânica. O solo indicado para uma agricultura orgânica é aquele que não apresenta resquícios de agroquímicos na terra agrícola.

O índice de pH na área total sem adubação foi de 5,20. Conforme Souza e Lobato (2004), o índice de pH em água a ser atingido para uma produção de grãos é de 5,5 a 6,3, isso porque nesses intervalos as plantas têm boas condições de assimilação dos nutrientes essenciais a seu desenvolvimento.

Tabela 4 - Análise de solo de experimento com adubação orgânica em feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.)

Tratamento	pH H ₂ O	Al	H+Al	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	V (%)	CTC cmol _c dm ⁻³	SB cmol _c dm ⁻³	P mg dm ⁻³	C g dm ⁻³
Pó de Rocha	5,40	0,00	3,83	2,99	0,91	0,44	53,07	8,16	45,23	10,40	4,33
Esterco	5,70	0,00	3,55	2,77	0,98	0,39	53,84	7,69	48,77	9,75	4,14
Bovino											
Cama de	5,50	0,00	3,69	3,09	0,96	0,38	54,59	8,16	44,63	11,15	4,44
Aviário											
NPK	6,40	0,00	3,18	3,26	1,06	0,49	60,25	7,99	73,94	10,40	4,81
Testemunha	5,60	0,00	3,55	3,12	1,01	0,32	55,62	8,00	46,78	10,31	4,45
Área total sem adubação	5,20	0,00	3,06	2,32	1,25	0,31	55,86	6,93	25,49	7,31	3,87

Com relação aos tratamentos pó de rocha, esterco bovino, cama de aviário e testemunha, apresentaram índices aceitáveis de pH do solo para uma boa produtividade na cultura do feijoeiro comum. É possível inferir que nesta faixa de pH há uma disponibilidade de nutrientes, como fósforo, cálcio, magnésio e potássio, à medida que a concentração de alumínio se apresenta inexistente (0,00) (Tabela 4).

De acordo com Vieira (2006), um ótimo pH do solo para oferecer as melhores condições para o desenvolvimento do feijoeiro comum é aquele que se encontra na faixa de 6,0, disponibilizando ao máximo os nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, B), e até mesmo em boa disponibilidade (Mo, Fe, Cu, Mn, Zn), ao passo que a concentração de alumínio tóxico é reduzida ao mínimo.

Para Fageria (1996), toda cultura possui sua exigência nutricional conforme a sua capacidade produtiva, fertilidade do solo, irrigação e condições ambientais. Em se tratando do feijoeiro comum, essa leguminosa é altamente exigente quanto aos nutrientes, necessitando de sua disponibilidade quando necessário.

Na cultura do feijoeiro comum, logo após a germinação das sementes, é essencial a disponibilidade de nutrientes para o estabelecimento da cultura, pois a limitação nesse período decorrente retarda e diminui a formação de raízes, comprometendo, assim, o crescimento das plantas (VIEIRA, 2006). Além disso, a exigência nutricional do feijoeiro comum é devida a seu sistema radicular pequeno e pouco profundo e, também, ao seu ciclo curto, sendo o nitrogênio e o potássio os nutrientes mais absorvidos e exportados e, conseqüentemente, o cálcio, magnésio, enxofre e fósforo (BULISANI, 1987).

Desse modo, existem vários benefícios relacionados à incorporação de matéria orgânica no solo, conforme os resultados evidenciaram no presente estudo (Tabela 4). No trabalho realizado por Lopes (1994) os objetivos foram: verificar o benefício dessa incorporação a elevação da capacidade de troca de cátions (CTC); retenção de água; redução dos efeitos fitotóxicos de agroquímicos; melhoramento da estrutura do solo; e favorecimento do controle biológico pelo incremento da população microbiana antagonista.

4.2. Massa seca da parte aérea

Os resultados para a característica avaliada massa seca da parte aérea demonstraram os melhores índices para pó de rocha (7,55) e NPK (6,89) (Tabela 5). A utilização de pó de rocha na adubação tem apresentado bons resultados para algumas culturas de leguminosas como o feijoeiro comum. Além disso, o resultado entre as adubações: PR vs. CA, PR vs. EB, EB vs. TEST e NPK vs. EB demonstraram valores significativos. Estes resultados corroboram os obtidos em alguns trabalhos, que relataram experiências bem sucedidas na utilização de dupla fertilização de culturas com pó de rocha e outros fertilizantes orgânicos e minerais, demonstrando ganhos significativos tanto para produtividade quanto aos aspectos seconômicos, com conseqüente diminuição de impactos ambientais (THEODORO, 2000).

Tabela 5 - Análise da diferença de médias da massa seca da parte aérea (MSA) de plantas com adubação orgânica em feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.)

	TEST ¹	CA ²	EB ³	PR ⁴	NPK ⁵
Testemunha (TEST) ¹	-----				
Cama de Aviário (CA) ²	0,368 ^{ns}	-----			
Esterco Bovino (EB) ³	0,032*	0,215 ^{ns}	-----		
Pó de Rocha (PR) ⁴	0,535 ^{ns}	0,004*	0,001*	-----	
Mineral (NPK) ⁵	0,945 ^{ns}	0,333 ^{ns}	0,027*	0,062 ^{ns}	-----
	TEST¹	CA²	EB³	PR⁴	NPK⁵
<i>Médias (gramas)</i>	6,78	6,47	6,09	7,55	6,89
<i>Desvio Padrão</i>	2,43	2,38	2,45	2,92	2,69

OBS.: (*) há diferença e (ns) não há diferença entre as médias dos tratamentos pelo teste Kruskal-Wallis em $\alpha \leq 0,05$.

Estudos realizados por Osterroht (2003) evidenciaram maior eficiência no aproveitamento dos minerais presentes no pó de rocha com sua aplicação feita junto com esterco bovino, aumentando a atividade biológica e a disponibilidade de nutrientes no solo. Desse modo, é possível inferir que a adubação realizada com pó de rocha, conjuntamente com esterco bovino ou cama de aviário, poderá ocasionar o aumento da massa seca da parte aérea.

Diante disso, o rendimento de uma cultura depende da produção de biomassa total e da distribuição de matéria seca entre as partes produtivas e não produtivas da planta (HOLE et al., 1983). Assim, a produção de matéria seca de uma cultura depende de condições não limitantes de plantas daninhas, pragas, doenças e do solo e até mesmo da disponibilidade de água e nutrientes em quantidades suficientes. Além disso, depende também da radiação absorvida pelo dossel, da eficiência média de conversão da radiação absorvida para matéria seca e da partição desta entre as partes úteis e o restante da planta (CHARLES-EDWARDS, 1986; HAY e WALKER, 1989).

4.3. Número de vagens por planta (NVP)

Quanto à característica NVP, os resultados mostraram que houve maior produção de vagens para o tratamento com pó de rocha, o qual apresentou média de 16,79 vagens por planta, por consequente o tratamento esterco bovino com média de 15,87 vagens por planta, sendo que NPK apresentou menor média desta variável. Ambos tratamentos superaram a Testemunha (15,0) e o tratamento com NPK, o qual obteve média de 14,39 vagens por planta. Isso evidencia a superioridade do tratamento pó de rocha e esterco bovino em comparação com os demais (Tabela 6). Estes resultados evidenciam que o tipo de adubação com pó de

rocha poderá resultar no rendimento de grãos com menor custo, na comparação com os demais sistemas de adubação.

Tabela 6 - Análise de número de vagens por planta (NVP) com adubação orgânica em feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.)

	TEST ¹	CA ²	EB ³	PR ⁴	NPK ⁵
Testemunha (TEST) ¹	-----				
Cama de Aviário (CA) ²	0,754 ^{ns}	-----			
Esterco Bovino (EB) ³	0,099 ^{ns}	0,049*	-----		
Pó de Rocha (PR) ⁴	0,019*	0,043*	0,001*	-----	
Mineral (NPK) ⁵	0,235 ^{ns}	0,013*	0,064 ^{ns}	0,004*	-----
	TEST ¹	CA ²	EB ³	PR ⁴	NPK ⁵
Médias (vagem por planta)	15,0	15,41	15,87	16,79	14,39
Desvio Padrão	4,89	5,29	4,91	5,58	5,58

OBS.: (*) há diferença e (ns) não há diferença entre as médias dos tratamentos pelo teste Kruskal-Wallis em $\alpha \leq 0,05$.

Camargo et al. (2012) evidenciaram que o uso de pó de rocha, além de ser considerado ecologicamente correto, apresenta um custo reduzido, de tal modo a propiciar maior velocidade de crescimento e ocasionar melhor sanidade às plantas e, conseqüentemente, melhoria na fertilidade do solo.

Bertoldo et al. (2015) analisaram algumas alternativas para reduzir a aplicação de N-Ureia quando da sua utilização na cultura do feijoeiro comum. Estes autores observaram que a inoculação das sementes de feijão com N-Ureia, associada à aplicação com pó de rocha propiciou a manutenção da produção do número de vagens por planta e, conseqüentemente, do rendimento de grãos com menor custo, comparado ao método de cultivo convencional. Os autores concluíram que o uso do pó de rocha apresenta diversas vantagens em relação aos outros fertilizantes.

Por conseguinte, a adubação orgânica com esterco bovino apresentou o segundo melhor índice relativo médio para número de vagens por planta. A aplicação de adubos orgânicos aos solos proporciona melhoria de suas propriedades físicas, químicas e biológicas, obtendo-se boas respostas das plantas, incluindo o número de vagens por planta, um dos principais componentes de rendimento na cultura do feijoeiro comum.

Estudos realizados por Fernandes e colaboradores (2015) evidenciaram que houve maior produção de vagens por planta quando realizada a adubação orgânica com esterco bovino, similar ao obtido no presente estudo, onde o tratamento com esterco bovino produziu em média 15,87 vagens por planta, mantendo a produção do número de vagens por planta na comparação de seu índice relativo médio com a Testemunha.

Araújo (2008), avaliando diferentes cultivares de feijoeiro comum com a adubação orgânica de esterco bovino, obteve o maior resultado de 15,57 vagens por planta para a cultivar de feijoeiro comum IAC-Tunã, similar ao valor obtido no presente estudo.

Foram obtidos resultados significativos por meio do teste Kruskal-Wallis entre os seguintes tipos de adubo orgânico e mineral: TEST vs. PR, CA vs. EB, CA vs. PR, CA vs. NPK, EB vs. PR e PR vs. NPK (Tabela 6). Desse modo, é possível inferir que a adubação, quando realizada conjuntamente conforme resultados apresentados, poderá resultar num melhor aumento de produtividade de grãos na cultura do feijoeiro comum.

Entre os componentes de rendimento, o número de vagens por planta é o que tem melhor contribuição para o aumento da produtividade do feijoeiro comum do que quaisquer outras variáveis. Para Ramalho, Santos e Zimmermann (1993) o componente com maior participação na produtividade de sementes do feijoeiro e com maior potencial no processo seletivo é o número de vagens por planta.

4.4. Número de sementes por vagem (NVP)

Com relação ao número de sementes por vagem, conforme mostra a Tabela 7, analogamente ao NVP apresentou uma melhor resposta para o tratamento com pó de rocha, produzindo em média 4,2 sementes por vagem, seguido pelo tratamento com NPK e Testemunha, os quais resultaram em média de 4,1 sementes por vagem. Esterco bovino e cama de aviário obtiveram NSV correspondente a 4,0 e 3,9, respectivamente.

Tabela 7 - Análise do número de sementes por vagens (NSV) com adubação orgânica em feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.)

	TEST ¹	CA ²	EB ³	PR ⁴	NPK ⁵
Testemunha (TEST) ¹	-----				
Cama de Aviário (CA) ²	0,025*	-----			
Esterco Bovino (EB) ³	0,239 ^{ns}	0,291 ^{ns}	-----		
Pó de Rocha (PR) ⁴	0,185 ^{ns}	0,004*	0,012*	-----	
Mineral (NPK) ⁵	0,791 ^{ns}	0,012*	0,149 ^{ns}	0,289 ^{ns}	-----
	TEST ¹	CA ²	EB ³	PR ⁴	NPK ⁵
Médias (semente por vagem)	4,1	3,9	4,0	4,2	4,1
Desvio Padrão	0,61	0,60	0,62	0,58	0,63

OBS.: (*) há diferença e (ns) não há diferença entre as médias dos tratamentos pelo teste Kruskal-Wallis em $\alpha \leq 0,05$.

Os resultados dos tratamentos TEST vs. CA, PR vs. CA, NPK vs. CA vs. PR vs. EB, demonstraram diferenças significativas. O tratamento PR foi o que apresentou melhor

resultado no comparativo com os demais tratamentos. Esses resultados estão de acordo com inúmeros trabalhos que vêm demonstrando que o uso do pó de rocha, quando associado, por exemplo, ao uso do esterco bovino, promove um aumento na produtividade do feijoeiro comum (FERREIRA et al., 2009). Similarmente, Santos et al. (2015b), em seus estudos, avaliaram os efeitos de doses de pó de rocha sobre a cultura do feijão em sistema agroecológico de produção e verificaram que, nos tratamentos adubados, com pós de rocha houve maior número de sementes por vagem quando comparado ao tratamento sem adubação.

Estudos evidenciaram que a aplicação de pó de rocha de forma conjunta com outros adubos orgânicos ou minerais pode ser benéfica ao feijoeiro comum, gerando incremento à fixação biológica do nitrogênio, aumento na produtividade, tolerância a estresses de ambiente e aumento no teor de clorofila e da capacidade fotossintética, dentre outros (THEODORO e LEONARDOS 2006, FERREIRA et al. 2009, MATYSIAK et al. 2011, VASCONCELOS e GONÇALVEZ 2013, MATOSO e KUSDRA 2014; BERTOLDO et al., 2015).

4.5. Massa fresca de 100 grãos

Para a característica MTG, observou-se que o tratamento com Cama de Aviário (20,19g) foi superior aos demais tratamentos, seguido pelo tratamento PR (18,53g) conforme consta na Tabela 8. A comparação entre as adubações CA vs. EB, PR vs. EB e PR vs. NPK demonstraram significância para estes tratamentos em ação conjunta. Conforme resultados apresentados para a característica MTG, a utilização de adubagem orgânica e mineral podem substituir ou até mesmo diminuir a utilização de adubos químicos.

Tabela 8 - Análise da massa fresca de 100 grãos (MTG) com adubação orgânica em feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.)

	TEST ¹	CA ²	EB ³	PR ⁴	NPK ⁵
Testemunha (TEST) ¹	-----				
Cama de Aviário (CA) ²	0,019*	-----			
Esterco Bovino (EB) ³	0,177 ^{ns}	0,002*	-----		
Pó de Rocha (PR) ⁴	0,357 ^{ns}	0,158 ^{ns}	0,023*	-----	
Mineral (NPK) ⁵	0,294 ^{ns}	0,007*	0,764 ^{ns}	0,049*	-----
	TEST ¹	CA ²	EB ³	PR ⁴	NPK ⁵
Médias (gramas por planta)	17,732	20,192	16,750	18,538	16,636
Desvio Padrão	0,73	1,38	3,33	1,28	2,33

OBS.: (*) há diferença e (ns) não há diferença entre as médias dos tratamentos pelo teste Kruskal-Wallis em $\alpha \leq 0,05$.

Em um estudo com a cultivar IAC Carioca, no cultivo das “águas”, Zagonel (1997) obteve peso médio de 100 grãos de 19,7 g em função de diferentes profundidades de

aplicação de adubação orgânica e mineral, sendo que no cultivo das “secas” obteve peso médio de 20,5 g.

Na avaliação de diferentes cultivares de feijoeiro comum em sistema orgânico de produção e na avaliação de massa de 100 grãos, Fernandes et al. (2015) obtiveram médias superiores de a 33,0 gramas no ano agrícola de 2011 e de 44,0 gramas no ano agrícola 2012, o que funcionou como efeito compensatório para a produtividade avaliada.

Uma das principais estratégias de manejo utilizada é a associação do uso de pó de rocha com diferentes fontes de biomassa. Desse modo, acredita-se que a sua aplicação na forma de pó, juntamente com adubação verde e/ou adubo orgânico, possibilitará o aumento de microrganismos que promoverão a revitalização dos solos, ou seja, a dinamização de sua atividade biológica de forma a manter os nutrientes em constante reciclagem na biomassa do sistema, seja ela viva ou morta, além de permitir uma produção mais ecologicamente correta (PLEWKA et al., 2009).

4.6. Produção de grãos

Com relação aos resultados para a característica produção de grãos, os melhores tratamentos foram para as adubações com pó de rocha (935,37g) e cama de aviário (857,53g). Quando os valores foram extrapolados para Kg por hectare, os mesmos corresponderam respectivamente a 1.478 Kg ha⁻¹ e 1.355 Kg ha⁻¹. A adubação com pó de rocha foi a que se destacou dos demais sistemas de adubação. Esse resultado é de extrema importância, uma vez que a produção de grãos para esse tipo de adubação (PR) superou a adubação por NPK e a Testemunha (Tabela 9).

Os resultados de correlação entre os tratamentos: EB vs. TEST, PR vs. TEST, NPK vs. TEST, EB vs. CA, NPK vs. CA e NPK vs. PR foram significativos, demonstrando melhoria na produção de grãos na utilização conjunta de adubos mineral e orgânico.

Theodoro (2000) evidenciou bons resultados tanto de produtividade quanto econômico na utilização desta prática em dupla fertilização de culturas com fertilizantes convencionais e pó de rocha. A vantagem desta prática está na utilização bem menor de fertilizantes químicos, com conseqüente colaboração da diminuição de impactos ambientais.

Osterroht (2003) relatou que a eficácia é bem maior no aproveitamento desses minerais quando a sua aplicação é feita juntamente com esterco, ocasionando o aumento da atividade biológica e a disponibilidade de nutrientes no solo. Desse modo, a utilização de adubação orgânica cama de aviário e pó de rocha como componentes para substratos, pode

propiciar a redução dos custos na produtividade para muitas culturas, correspondente a do feijoeiro comum, além de auxiliar na minimização de impactos ambientais negativos.

Por sua vez, a ação conjunta de CA vs. TEST, PR vs. CA e NPK vs. EB apresentaram valores não significativos. Isso indica que a adubação pode ser tanto orgânica quanto mineral, uma vez que sua ação conjunta não demonstrou efeitos significativos.

Tabela 9 - Análise da produção (Kg ha⁻¹) com adubação orgânica em feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.)

	TEST ¹	CA ²	EB ³	PR ⁴	NPK ⁵
Testemunha (TEST) ¹	----				
Cama de Aviário (CA) ²	0,344 ^{ns}	---			
Esterco Bovino (EB) ³	0,001*	0,001*	---		
Pó de Rocha (PR) ⁴	0,050*	0,335 ^{ns}	0,001*	---	
Mineral (NPK) ⁵	0,001*	0,001*	0,956 ^{ns}	0,001*	----
	TEST ¹	CA ²	EB ³	PR ⁴	NPK ⁵
Médias (quilogramas por hectare)	1286	1355	1022	1478	1000
Desvio Padrão	607,9	573,5	609,9	684,9	518,7

OBS.: (*) há diferença e (ns) não há diferença entre as médias dos tratamentos pelo teste Kruskal-Wallis em $\alpha \leq 0,05$.

Com relação à adubação com pó de rocha, Knapik e Angelo (2007) relataram que a adição de rocha triturada ao solo para finalidades agrícolas tem apresentado bons resultados para algumas culturas.

Em estudos realizados por Islam e colaboradores (2016) sobre os efeitos de fertilizantes orgânicos no crescimento e na produção de grãos em feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*), feijão caupi (*Phaseolus unguiculata*) e feijão alado (*Psophocarpus tetragonolobus*), a utilização de fertilizantes orgânicos demonstrou ser uma alternativa promissora capaz de reduzir as quantidades de fertilizantes químicos a serem aplicados nas culturas agrícolas.

Joshi et al. (2009), Manivannan et al. (2009), Singh e Chauhan (2009) e Luqueno et al. (2010) também encontraram maiores valores para produção de grãos em feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) nos tratamentos com adubação orgânica.

A utilização de adubo químico na forma de ureia pode ser substituído pela utilização orgânica cama de aviário no plantio de uma determinada cultura. Isso porque o aumento da produção de resíduos vem provocando impactos ambientais, devido a sua taxa de geração ser bem maior que a de degradação. Assim, existe a necessidade de reduzir, reciclar e reaproveitar os resíduos gerados na agropecuária, no intuito de recuperar matéria e energia (STRAUS e MENEZES, 1993).

De acordo com Bratti (2013), a adubação com cama de aviário se mostra muito promissora dado sua alta concentração de N, P, K e Ca associada à produtividade de grãos. Para Kiehl (1997), o efeito da matéria orgânica sobre a produtividade quando da utilização da cama de aviário como forma de adubação pode ser direto ou indireto. O seu efeito direto condiz com o fornecimento de nutrientes para as plantas, enquanto o indireto ocasiona modificações das propriedades físicas do solo, melhorando o ambiente radicular e estimulando o desenvolvimento das plantas.

Estudos realizados por Carvalho e Wanderley (2007a), no Distrito Federal, mostraram que o feijão orgânico tem produtividade similar à do feijão cultivado sob sistema convencional. Padovan et al. (2007) avaliaram 12 cultivares de feijoeiro comum, na região de Dourados (MS), na qual obteve como resultado a viabilidade do sistema orgânico de produção de feijoeiro comum.

4.7. Componentes econômicos

A agricultura, em geral, tem buscado formas de cultivo que apresentem menores custos de implantação, que causem menos danos possíveis ao meio ambiente, principalmente ao solo, objetivando um manejo conservacionista com menor utilização possível de insumos como fertilizantes e agrotóxicos (MARTINS, 1999). Assim, a agricultura orgânica e mineral vem sendo apontada como opção para a agricultura familiar e tem alcançado incrementos de produção de até 25% ao ano (GONÇALVES RECH et al., 2006).

De acordo com a Tabela 10, a adubação realizada com pó de rocha destaca-se com relação aos demais tratamentos, tanto com relação ao investimento, quanto aos lucros obtidos. Isso pode ser explicado pelo fato do baixo custo de investimento desse fertilizante mineral.

Alguns autores relataram que o uso do pó de rocha apresenta diversas vantagens em relação aos fertilizantes solúveis. Entre essas, cita-se o fato de ser considerado ecologicamente correto e principalmente apresentar custo reduzido, propiciando maior velocidade de crescimento e sanidade das plantas, além de melhorar a fertilidade do solo e, possivelmente, o incremento na produtividade (SANTOS et al. 2001, FERREIRA et al. 2009, PLEWKA et al. 2009, CAMARGO et al. 2012).

Tabela 10 - Custos e produção dos diferentes tipos de adubação

	Valor/t ¹	T/ha ²	Custo/ha ³	Prod/ha ⁴	Valor/s ⁵	Lucro ⁶	
	R\$		R\$		R\$	Bruto	Líquido
Testemunha	0,00	0,00	0,00	22,00	90,00	1.980,00	1.980,00
Cama de Aviário	80,00	5,00	400,00	23,00	90,00	2.070,00	1.670,00
Esterco Bovino	80,00	5,00	400,00	17,00	90,00	1.530,00	1.130,00
Pó de Rocha	20,00	5,00	100,00	25,00	90,00	2.250,00	2.150,00
Mineral (NPK)	1.200,00	0,400	480,00	17,00	90,00	1.530,00	1.050,00

Valor/t¹: Valor da tonelada para cada tipo de adubação ; T/ha²: Quantidade de toneladas por hectare; Custo/ha³: Custos de toneladas por hectare; Prod/ha⁴: Produção em sacas por hectare; Valor/s⁵: Valor da saca no mercado; Lucro⁶: Lucro bruto e líquido por hectare.

Os resultados da Tabela acima são de grande relevância para novas alternativas no cultivo de feijão, uma vez que demonstraram eficiência com relação à produção e a seus componentes de rendimento, além de proporcionar um melhor custo benefício.

4.8. Superfície das raízes

Conforme se observa na Tabela 11, a característica avaliada superfície das raízes demonstraram melhores efeitos nos tratamentos de cama de aviário e pó de rocha. No entanto, na ação conjunta, não apresentou diferença significativa. Isso indica que a adubação desses fertilizantes de forma isolada mantém amplitude espacial em termos de raízes. É possível inferir que o melhor desenvolvimento das raízes das plantas com consequente absorção de nutrientes nos tratamentos cama de aviário e pó de rocha no presente estudo foi ocasionado pelo equilíbrio entre os nutrientes, que até mesmo colaborou com o aumento dos componentes de rendimento e produção de grãos. Em contrapartida, o resultado foi significativa para as adubações realizadas em conjunto por CA vs. TEST e PR vs. TEST.

De acordo com Kiehl (1997), o efeito da matéria orgânica promove a melhoria do ambiente radicular e estimula o desenvolvimento das plantas. Isso é devido ao fornecimento de nutrientes de forma lenta e gradual, ocasionando o aumento do teor de matéria orgânica do solo ou pelas modificações das propriedades físicas do solo que, consequentemente, possibilitarão resultados positivos sobre a produtividade dos grãos (MENEZES et al., 2004).

Grinsted et al. (1982) relatam que os ácidos orgânicos excretados pelas raízes e por microrganismos podem incrementar a dissolução de minerais no solo. As raízes das plantas podem colaborar com o aumento da dissolução de minerais por meio das mudanças que podem ocasionar no pH da rizosfera através da liberação de H⁺, OH⁻ e HCO₃⁻ resultantes da

respiração e da absorção de íons pelas células (NEUMANN e HOMHELD, 2012). Uma única raiz pode aumentar ou diminuir o pH da rizosfera, podendo colaborar com a dissolução dos compostos de serem mais solúveis em alto ou baixo pH.

Em estudos realizados por Barros e Filho (2008), ao utilizarem na adubação composto orgânico sólido em suspensão na cultura de feijão mungo verde (*Vigna radiata* (L.) Wilkzeck), verificaram efeito significativo para a variável massa seca das raízes.

Júnior et al. (2012), ao analisarem a produtividade da cultivar IPA 206 de feijão caupi submetida a diferentes doses de biofertilizante orgânico, constataram que houve diferença significativa para a variável comprimento de raiz, de acordo com as doses analisadas.

Similarmente, Magalhães et al. (2017), em estudos sobre a produtividade e exportação de nutrientes em feijão vagem adubado com esterco de galinha, obtiveram maior número de vagens por planta e melhor desenvolvimento das raízes das plantas para absorção de nutrientes.

Tabela 11 - Análise da superfície das raízes com adubação orgânica em feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.)

	TEST ¹	CA ²	EB ³	PR ⁴	NPK ⁵
Testemunha (TEST) ¹	----				
Cama de Aviário (CA) ²	0,004*	---			
Esterco Bovino (EB) ³	0,124 ^{ns}	0,190 ^{ns}	---		
Pó de Rocha (PR) ⁴	0,002*	0,883 ^{ns}	0,145 ^{ns}	---	
Mineral (NPK) ⁵	0,084 ^{ns}	0,263 ^{ns}	0,848 ^{ns}	0,206 ^{ns}	----
	TEST¹	CA²	EB³	PR⁴	NPK⁵
Médias (Centímetros quadrados)	698.112	2138.874	1011.321	1899.226	1544.588
Desvio Padrão	840.911	2692.243	725.328	1792.841	1867.993

OBS.: (*) há diferença e (ns) não há diferença entre as médias dos tratamentos pelo teste Kruskal-Wallis em $\alpha \leq 0,05$.

Desse modo, a adubação do solo com cama de aviário e pó de rocha demonstrou melhora no estado nutricional da planta de feijoeiro comum e aumento em sua produtividade. Assim, tanto a utilização do pó de rocha quanto a cama de aviário promoveram o crescimento das plantas, melhor absorção de nutrientes e alterações químicas desejáveis no solo. O pó de rocha basáltica utilizado no presente experimento não restringiu a atividade biológica do solo, a qual é importante para a disponibilidade de nutrientes das rochas. Isso demonstra a sua utilização em potencial na agricultura.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitiram as algumas conclusões.

A adubação com pó de rocha e cama de aviário apresentaram os melhores resultados para a cultura do feijoeiro comum em todas as características avaliadas, sendo o pó de rocha o que mais se destacou. Esse resultado é de extrema importância, uma vez que apresenta como vantagem menor utilização de fertilizantes químicos. Por sua riqueza e equilíbrio mineral, a aplicação contínua de pó de rocha promove a construção de um solo produtivo de forma ecologicamente correta e economicamente sustentável, tornando-se, assim, um importante insumo para o manejo ecológico do solo.

Estes resultados são promissores, pois podem propiciar redução dos custos na produção da cultura do feijoeiro comum e em sistema de cultivo em base ecológica.

6. REFERÊNCIAS

ABREU, I.M.O.; JUNQUEIRA, A.M.R.; PEIXOTO, J.R.; OLIVEIRA, A.S. Qualidade microbiológica e produtividade de alface sob adubação química e orgânica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, p. 108-118, 2010.

AGRICULTURA. **Revista Destaques Acadêmicos**, v. 5, p. 85-93, 2013.

AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J. Realidade versus sustentabilidade na produção do feijoeiro comum. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (eds.) **Fundamentos para uma agricultura sustentável, com ênfase na cultura do feijoeiro**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2009. p. 23-33.

ALBIACH, R.; CANET, R.; POMARES, F.; INGELMO, F. Microbial biomass content and enzymatic activities after the application of organic amendments to a horticultural soil. **Bioresource Technology**, v. 75, p. 43-48, 2000.

ALMEIDA, D.L.; MAZUR, N.P.; PEREIRA, N.C. Efeitos de composto de resíduos urbanos em cultura do pimentão no município de Teresópolis-RJ. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 22, Vitória. **Resumos...** Vitória: SOB/SEAG-ES, 1982 p. 322.

ALMEIDA, E.; SILVA, F.J.P.; RALISCH, R. Revitalização dos solos em processos de transição agroecológica no sul do Brasil. **Agriculturas**, v. 4, p. 7-10, 2007.

ALTIERI, M. **Agroecologia, a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001 (Síntese Universitária, 54).

ALTIERI, M.A. Agricultura alternativa nos EUA; avanços e, perspectivas. In: SEMINARIO DE PESQUISA EM AGRICULTURA ALTERNATIVA, 1984, Londrina. **Resumos...** Londrina: Fundação Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR), 1987. p. 117-151.

ALTIERI, M.A. Agricultura sustentável. Entrevista, **Jaguariúna**, v. 2, p. 5-11, 1995.

ALVES, E.U.; OLIVEIRA, A.P.; BRUNO, R.L.A.; ARAÚJO, E.; SILVA, J.A.L.; GONÇALVES, E.P.; COSTA, C.C. Produção de sementes de feijão vagem em função de fontes e doses de matéria orgânica. **Horticultura Brasileira**, v. 18, p. 215- 221, 2000.

AMORIM, E.P.; RAMOS, N.P.; UNGARO, M.R.G.; KIIHL, T.A.M. Correlações e análise de trilha em girassol. **Bragantia**, v. 67, p. 307-316, 2008.

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 e Agrotecnologia**, v. 28, p. 1077- 1086, 2004.

APTA. Agência paulista de tecnologia dos agronegócios. Potencialidades de produção do feijão orgânico. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 8, p. 1-6, 2011.

AQUINO, A.M.; ASSIS, R.L. Agricultura orgânica em áreas urbanas e periurbanas com base na agroecologia. **Ambiente & Sociedade**, v. 10, p. 137-150, 2007.

ARAÚJO, J.C. Avaliação de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) para o sistema orgânico de produção. **Piracicaba**, 2008. 83 p.

ARAÚJO, R.A.C. Fibras alimentares. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, v. 13, p. 201-209, 1998.

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

ASSIS, R.L.; AREZZO, D.C.; DE-POLLI, H. Aspectos socioeconômicos da agricultura orgânica no estado do Rio de Janeiro. **Revista de Administração Pública**, v. 30, p. 26-42, 1996.

ASSIS, R.L.; ROMEIRO, A.R. Agroecologia e agricultura orgânica: controvérsias e tendências. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 1, p. 67-80, 2002.

AYRES, M.; AYRES JUNIOR, M.; SANTOS, A.A.S. **BioEst. 4**. Belém: Universidade Federal do Pará, 2007. 364p.

AZADI, H.; SCHOONBEEK, S.; MAHMOUDI, H.; DERUDDER, B.; MAEYER, P.; WITLOX, F. Organic agriculture and sustainable food production system: main potentials. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 144, p. 92-94, 2011. DOI: 10.1016/j.agee.2011.08.001.

AZEVEDO, S. M.; CARDOSO, M. G.; PEREIRA, N. E.; RIBEIRO, C. F. S.; SILVA, V. F.; AGUIAR, F. C. Levantamento da contaminação por cobre nas aguardentes de canade-açúcar produzidas em Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, p. 620-621, 2003.

BASAK, B.B.; BISWAS, D.R. Influence of potassium solubilizing microorganism (*Bacillus mucilaginosus*) and waste mica on potassium uptake dynamics by sudan grass (*Sorghum vulgare* Pers.) grown under two alfisols. **Plant and Soil**, v. 317, p. 235-255, 2009.

BAZIRAMAKENGA, R.; SIMARD, R.R.S. Effect of de-inking paper sludge compost on nutrient uptake and of snap bean and potatoes grown in rotation. **Compost Science and Utilization**, v. 9, p. 115-126, 2001.

BERTOLDO, J.G.; PELISSER, A.; SILVA, R.P.; FAVRETO, R.; OLIVEIRA, L.A.D. Alternativas na fertilização de feijão visando a reduzir a aplicação de N-ureia. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, p. 348-355, 2015.

BEZERRA, A.P.A. et al. Rendimento, componentes da produção e uso eficiente da terra nos consórcios sorgo x feijão-de-corda e sorgo x milho. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, p. 104-108, 2007.

BITTENCOURT, M.N.; BANDEIRA, C.T.; FORTES, S.K.G.; GODOY, F.; RIBEIRO, G. Influência das diferentes adubações na cultura do feijão. **Resumos ... VII Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão – Universidade Federal do Pampa**, v. 7, p. 1-2, 2015.

BONIAO, R.D.; SHAMSHUDDIN, J.; RANST, E.V.; ZAUYAH, S.; OMAR, S.R.S. Changes in chemical properties and growth of corn in volcanic soils treated with peat, ground basalt pyroclastics, and calcium silicate. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 33, p. 1219-1233, 2002.

BRASIL. **Ministério da Agricultura e do Abastecimento**. Instrução normativa 7, de 17 de maio de 1999. Normas de produção, envase, distribuição, identificação e de certificação de qualidade para produtos orgânicos de origem animal e vegetal. Disponível em: <<http://www.oj4.agricultura.gov.br/>> Acesso em: 14, maio, 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Cadeia produtiva de produtos orgânicos. Coordenadores: Antônio Márcio Buainain, Mário Otávio Batalha. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Política Agrícola, Instituto**

Interamericano de Cooperação para a Agricultura. Série Agronegócios, Brasília, v. 5, 2007. 108p.

BRATTI, F.C. **Uso da cama de aviário como fertilizante orgânico na produção de aveia preta e milho**. 2013. 70p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2013.

BROUGHTON, W.J.; HERNANDEZ, G.; BLAIR, M.; BEEBE, S.; GEPTS, P.; VANDERLEYDEN, J. Bean (*Phaseolus* sp.) model food legumes. **Plant Soil**, v. 252, p. 55-128, 2003.

BULISANI, E.A. **Feijão: fatores de produção e qualidade**. Campinas: Fundação Cargill, 1987, 326p.

CAMARGO, C.K., et al. Produtividade do morangueiro em função da adubação orgânica e com pó de basalto no plantio. **Semina**, v.33, p. 2985-2994, 2012.

CANUTO, J.C. **Agricultura Ecológica em Brasil - Perspectivas socioecológicas**. (Tese de Doutorado) – Córdoba: Instituto de Sociología y Estudios Campesinos (ISEC), Escuela Superior de Ingenieros Agrónomos y Montes (ETSIAM), 1998. 200p.

CARRIJO O.A.; VIDAL, M.C.; REIS, N.V.B.; SOUZA, R.B.; MAKISHIMA, M. Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. **Horticultura Brasileira**, v. 22, p. 05-09, 2004.

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, 2007a.

CARVALHO, W.P.; WANDERLEY, A.L. Avaliação de cultivares de feijoeiro comum para o plantio em sistema orgânico no Cerrado, ciclo 2004/2005. **Bioscience Journal, Uberlândia**, v. 23, p. 50-59, 2007b.

CASQUERO, P. A. et al. Performance of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces from Spain in the Atlantic and Mediterranean environments. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 53, p. 1021-1032, 2006.

CAVALCANTE, S.N.; DUTRA, G.K.O.; MEDEIROS, R.; LIMA, S.V.; SANTOS, R.J.G.; ANDRADE, R.; MESQUITA, E.F. Comportamento da produção do feijoeiro macassar (*Vigna unguiculata* L. Walp) em função de diferentes dosagens e concentrações de biofertilizante. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 1, p. 10-14, 2009.

CESPEDES L.M.C.; STONE, A.; DICK, R.P. Organic soil amendments; impacts on snap bean common root rot and soil quality. **Applied Soil Ecology**, v. 31, p. 199-210, 2006.

CHARLES-EDWARDS, D. A. Physiological determinants of crop growth. London: **Academic Press**. p.161, 1986.

CONAB. **Companhia nacional de abastecimento**. Levantamento de safra, 2016/2017. Disponível em: <http://www.conab.gov.br> Acesso em: 08, outubro, 2017.

CORONEOS, C.; HINSINGER, E.; GILKES, R.J. Granite powder as a source of potassium for plants: a glasshouse bioassay comparing two pasture species. **Fertilizer Research**, v. 45, p. 143-152, 1996.

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

CUNHA, E.Q.; STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A.; FERREIRA, E.P.B.; DIDONET, A.D.; LEANDRO, W.M. Sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura na produção orgânica de feijão e milho. I- Atributos físicos do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 589- 602, 2011.

DAROLT, M.R. **Agricultura Orgânica**. Curitiba: IAPAR. Disponível em www.mda.gov.br. Acesso em: 10, maio, 2010.

DELGADO-SALINAS, A.; BIBLER, R.; LAVIN, M. Phylogeny of the Genus *Phaseolus* (Leguminosae): A recent diversification in an ancient landscape. **Systematic Botany**, v.31, p.779-791, 2006.

DIEZ, T.; KRAUSS, M. Effect of long-term compost application on yield and soil fertility. **Agribiological Research-Zeitschrift Fur Agrarbiologie-Agriculturechemie Okologie**, v. 50, p. 78-84, 1997.

EHLERS, E. **Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma**. São Paulo: Livros da Terra, 1996. 178p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos. 1. ed. Brasília: **Embrapa**, 2006.

EMBRAPA. **Empresa brasileira de pesquisa agropecuária**. Evolução e cadeia produtiva da agricultura orgânica. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2006. (Circular Técnica, 45).

EMBRAPA. **Empresa brasileira de pesquisa agropecuária**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na Região Central-brasileira: 2012-2014. 1. ed. Santo Antônio de Goiás-GO, 2012. 248p.

ESCOSTEGUY, P.A.V.; KLAMT, E. Basalto moído como fonte de nutrientes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, p. 11-20, 1998.

FAGERIA, N.K.; BARBOSA FILHO, M.P.; STONE, L.F. Resposta do feijão a adubação fosfatada. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S.R.S. Simpósio destaca a essencialidade do fósforo na agricultura brasileira. Informações Agronômicas. Piracicaba: **POTAFÓS**, p.8-9, 2003.

FAGERIA, N.K.; OLIVEIRA, L.P.; DUTRA, L.G. **Deficiências nutricionais na cultura do feijoeiro e suas correções**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP-APA, 1996. Disponível em: http://w.cnpaf.embrapa.br/publicacao/seriedocumentos/anteriores/doc_65.pdf. Acesso em: 8, julho, 2017.

FEHR, W.R. Principles of cultivars development. New York: **Macmillan Publishing Company**, 1987. v. 1, 536p.

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, E.R.N.C.; ALMEIDA, J.A.; MAFRA, A.L. Pó de basalto, desenvolvimento e nutrição do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) e propriedades químicas de um Cambissolo Húmico. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.8, p. 111-121, 2009.

FIXEN, P.E.; JOHNSTON, A.M. World fertilizer nutrient reserves: a view to the future. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 92, p. 1001-1005, 2012.

FOLEY, J.A.; DEFRIES, R.; ASNER, G.P.; BARFORD, C.; BONAN, G.; CARPENTER, S.R.; CHAPIN, F.S.; COE, M.T.; DAILY, G.C.; GIBBS, H.K.; HELKOWSKI, J.H.; HOLLOWAY, T.; HOWARD, E.A.; KUCHARIK, C.J.; MONFREDA, C.; PATZ, J.A.; FONSECA, M.F.A.C.; BARBOSA, S.C.A.; COLNAGO, N.F.; SILVA, G.R.R. **Agricultura Orgânica: Introdução às normas, regulamentos técnicos e critérios para acesso aos mercados dos produtos orgânicos no Brasil**. Niterói: Programa Rio Rural, 2009. 46p. (Caderno de Formação, 1).

FRANCIS, C.A.; DANIEL, H. **Organic farming**. *Encyclopedia of soils in the environment*. Elsevier: Oxford, UK, 2004, p. 77-84.

FREYTAG, G.F.; DEBOUCK, D.G. **Taxonomy, distribution and ecology of the genus Phaseolus (Leguminosae- Papilionoideae) in North America, Mexico and Central America**. Fort Worth: BRIT, 2002, 300p.

GEPTS P.; DEBOUCK D.G. Origin, domestication, and evolution of the common bean, *Phaseolus vulgaris*. In: VOYSEST, O.; VAN SCHOONHOVEN, A. (eds.). **Common beans: research for crop improvement**, p. 7-53, 1991.

GEPTS, P.; BLISS, F.A. Phaseolin variability among wild and cultivated common beans (*Phaseolus vulgaris*) from Colombia. *Economic Botany*, v. 40, p.469-478, 1986.

GERLACH, G.A.X.; ARF, O.; SILVA, J.C.; YANO, E.H. Aplicação de fertilizante orgânico e mineral em feijoeiro irrigado no período “de inverno”. *Enciclopédia Biosfera*, v.9, p. 285, 2013.

GIUSQUIANI, P.L.; PAGLIAI, M.; GIGLIOTTI, G.; BUSINELLI, D.; BENETTI, A. Urban waste compost: effects on physical, chemical and biochemical soil properties. *Journal of Environmental Quality*, v. 24, p. 175-182, 1995.

GONÇALVES RECH, E.; FRANK, L.B.; BARROS, I.B. Adubação orgânica e mineral na produção de sementes de abobrinha. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 28, p.110-116, 2006.

GRINSTED, M.J.; HEDLEY, M.J.; WHITE, R.E.; NYE, P.H. Plant induced changes in the rhizosphere of rape (*Brassica napus* var. Emerald) seedling: I. pH change and the increase in P concentrations in the soil solution. **New Phytologist**, v. 91, p. 19-29, 1982.

GUARESCHI, R.F.; PERIN, A.; ROCHA, A.C.; ANDRADE, D.N. Adubação com cama de frango e esterco bovino na produtividade de feijão azuki (*Vigna angularis*). **Revista Agrarian**, v. 6, p. 29-35, 2013.

HALEY, S.D.; MIKLAS, P.N.; AFANADOR, L.; KELLY, J.D. Random amplified polymorphic DNA (RAPD) marker variability between and within gene pools of common bean. **Journal of American Society for Horticultural Science**, v.119, p.122-125, 1994.

HANS-RUDOLF, P.; SEYDON, N. **Use of waste water in urban agriculture in the dakar area, senegal: an interdisciplinary study towards sustainability**. Disponível em: <http://www.unil.ch/webdav/site/cam/users/jlavanch/public/recherche/Gueye_projet.pdf>. Acesso em: 16, junho, 2006.

HARLEY, A.D.; GILKES, R.J. Factors influencing the release of plant nutrient elements from silicate rock powders: a geochemical overview. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 56, p. 11-36, 2000.

HAY, R.K.M; WALKER, A.J. **An introduction to the physiology of crop yield**. UK: Longman Scientific & Technical., 1989. 292p.

HENSEL, J. **Pães de pedra**. Tradutores: Hans Landgraf, Jairo Restrepo Riveira, Sebastião Pinheiro. Canoas: Salles Editora, 2003. 79p.

HINSINGER, P.; BOLLAND, M.D.A.; GILKES, R.J. Silicate rock powder: effect on selected chemical properties of a range of soils from Western Australia and on plant growth as assessed in a glasshouse experiment. **Fertilizer Research**, v. 45, p. 69-79, 1996.

HOLE, C. C.; BARNES, A.; THOMAS, T. H.; SCOTT, P. A.; RANKIN, W. E. F. Dry matter distribution between the shoot and storage root of carrot (*Daucus carota* L.). I. Comparison of varieties. **Annual Botany**, v. 51, p.175-187. 1983.

IBGE. **Censo Agropecuário 2013**. Disponível em: <http://prefira.orgânicos.com.br>. Acesso em: outubro, maio, 2017.

ISLAM, M.A.; BOYCE, A.N.; RAHMAN, M.M.; AZIRUN, M.S.; ASHRAF, M.A. Effects of organic fertilizers on the growth and yield of bush bean, winged bean and yard long bean. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 59, p. 1-9, 2016.

JOSHI D.; HOODA, K.S.; BHATT, J.C.; MINA, B.L.; GUPTA, H.S. Suppressive effects of composts on soil-borne and foliar diseases of French bean in the field in the western Indian Himalayas. **Crop Protection**, v. 28, p. 608-615, 2009.

KAPPES, C. et al. Feijoeiro comum: características morfoagronômicas de cultivares. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 9., Campinas. **Resumos...** Campinas: IAC, 2008. p. 506-509.

KIEHL, E.J. Fertilizantes orgânicos. **Agronômica Ceres**, 1985, 492p.

KNAPIK, J.G.; ANGELO, A.C. Pó de basalto e esterco equino na produção de mudas de *Prunus sellowii* Koehne (Rosaceae). **Floresta**, v. 37, p. 4270-437, 2007.

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**, v. 7, n. 1, p. 29-32, 2001.

LAMPKIN, N. **Organic farming**. Cambridge: Farming Press, 1990. 715p.

LATTUCA, A.; MARIANI, S.; TERRILE, R. Una Estrategia de Desarrollo Local para Sectores de Bajos Recursos – Agricultura Urbana Orgânica. **Revista Agricultura Urbana**, Quito, v. 1, p. 30-31, 2002.

LEONARDOS, O.H.; FYFE, W.S.; KRONBERG, B.I. The use of ground rocks in laterite systems: an improvement to the use of conventional soluble fertilizers? **Chemical Geology**, 60:361-370, 1987.

LEONARDOS, O.H.; THEODORO, S.H.; ASSAD, M.L. Remineralization for sustainable agriculture: a tropical perspective from a Brazilian viewpoint. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 56, p.3-9, 2000.

LIMA, C.C.; MENDONÇA, E.S.; SILVA, I.R.; SILVA, L.H.M.; ROIG, A. Caracterização química de resíduos da produção de biodiesel compostados com adição mineral. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, p. 334-340, 2009.

LIMA, F.S.; STAMFORD, N.P.; SOUSA, C.S.; LIRA JUNIOR, M.A.; MALHEIROS, S.M.M.; VAN STRAATEN, P. Earthworm compound and rock biofertilizer enriched in nitrogen by inoculation with free living diazotrophic bacteria. **World Journal of Microbiol Biotechnology**, v. 26, p. 1769-1775, 2010.

LIMA, H.F.; BRUNO, R.L.A.; BRUNO, G.B.; ANDRADE, I.S.A. Avaliação de produtos alternativos no controle de pragas e na qualidade fisiológica de sementes de feijão-macassar armazenadas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.3, p.49-53, 1999.

LOPES, A. Manejo: aspectos químicos. In: PEREIRA, V.P.; FERREIRA, M.E.; CRUZ, M. C.P. (eds.) **Solos altamente suscetíveis à erosão**. Jaboticabal: UNESP/SBCS, 1994. p. 79-111.

LOPES-ASSAD, M.L.; AVANSINI, S.H.; ROSA, M.M.; CARVALHO, J.R.P.; CECCATO-ANTONINI, S.R. The solubilization of potassium-bearing rock powder by *Aspergillus niger* in small-scale batch fermentations. **Canadian Journal of Microbiology**, v. 56, p. 598-605, 2010.

LUQUENO, F.F.; REYES-VARELA, V.; MARTINEZ-SUAREZ, C.; SALOMON-HERNANDEZ, G.; YANEZ-MENESES, J.; CEBALLOS-RAMIREZ, J.M.; DENDOOVEN L. Effect of different nitrogen sources on plant characteristics and yield of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Bioresource Technology**, v. 101, p. 396-403.

MADAIL, J.C.M; BELARMINO, L.C.; BINI, D.A. Evolução da produção e mercado de produtos orgânicos no Brasil e no mundo. **Revista Científica Ajes**, v. 2, p. 1-9, 2011.

MÄDER, P.; FLIESSBACH, A.; DUBOIS, D.; GUNST, L.; FRIED, P.; NIGGLI, U. Soil fertility and biodiversity in organic farming. **Science**, v. 296, p. 1694-1697, 2002.

MAGALHÃES, I.P.B.; SEDIYAMA, M.A.N.; SILVA, F.D.B.; VIDIGAL, S.M.; PINTO, C.L.O.; LOPES, I.P.C. Produtividade e exportação de nutrientes em feijão-vagem adubado com esterco de galinha. **Revista Ceres**, v. 64, p. 098-107, 2017.

MAGRO, F.O.; ARRUDA, N.; CASA, J.; SALATA, A.C.; CARDOSO, A.I.I.; FERNANDES, D.M. Composto orgânico na produção e qualidade de sementes de brócolis. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, p. 596-602, 2010.

MANIVANNAN, S.; BALAMURUGAN, M.; PARTHASARATHI, K.; GUNASEKARAN, G.; RANGANATHAN, L.S. Effect of vermicompost on soil fertility and crop productivity-bean (*Phaseolus vulgaris*). **Journal of Environmental Biology**, v. 30, p. 275-281, 2009.

MAPA. **Ministério da Agricultura, Agropecuária e Abastecimento**
<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=detalharAtoArv>

MARTINS, E.S.; RESENDE, A.V.; OLIVEIRA, C.G.; FURTINI NETO, A.E. Materiais silicáticos como fontes regionais de nutrientes e condicionadores de solos. In: FERNANDES, F.R.; LUZ, A.B.; CASTILHOS, Z.C. (eds.). **Agrominerais para o Brasil**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010. 380p.

MARTINS, J.D.L.; GONÇALVES, M.V.; OLIVEIRA, J.P.F.; ZUMBA, J.S.; OLIVEIRA, M.; FÉLIX, C.A.; MOURA, M.F. Influência da adubação orgânica, mineral e inoculantes na qualidade fisiológica de sementes de feijão. XIII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO. Recife, 2013. **Resumos Expandidos...** Recife: JEPEX, 2013. p. 1-3.

MARTINS, S.R. Sustentabilidade na agricultura: dimensões econômicas, sociais e ambientais. **Revista Científica Rural**, Bagé, v.4, p.175-187, 1999.

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**, v. 18, p. 567-573, 2014.

MATYSIAK, K.; KACZMAREK, S.; KRAWCZYK, R. Influence of seaweed extracts and mixture of humic and fulvic acids on germination and growth of *Zea mays* L. **Acta Scientiarum Polonorum**, v. 10, p. 33- 45, 2011.

MELO, V.F.; CASTILHOS, R.M.V.; PINTO, L.F.S. Reserva mineral do solo. In: MELO, V.F.; ALLEONI, L.R.F. (eds.). **Química e mineralogia do solo - Parte I**. Viçosa: SBCS, 2009. 695p.

MENEZES, J.F.S.; ALVARENGA, R.; SILVA, G.P.; KONZEN, E.A.; PIMENTA, F.F. **Cama de frango na agricultura: perspectivas e viabilidade técnico e econômica**. Rio Verde: FESURV, 2004. (FESURV. Boletim Técnico, 3)

MIRANDA, L.N.; AZEVEDO, J.A.; MIRANDA, J.C.C.; GOMES, A.C. Produtividade do feijoeiro em resposta a adubação fosfatada e a regimes de irrigação em solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, vol. 35, p. 1-8, 2000.

MORETTIN, L.G. **Estatística básica: probabilidade e inferência**. São Paulo: Person Prentice Hall, 2010. 373p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Alternative agriculture**. Washington, D.C.: National Academy Press, 1989. 448p.

NEUMANN, G.; ROMHELD, V. Rhizosphere chemistry in relation to plant nutrition. In: MARSCHNER, P. (ed.). **Marschner's - Mineral Nutrition of Higher Plants**, 3 ed. Academic Press. 2012. 650p.

OLIVEIRA, A.B.; HERNANDEZ, F.F.F.; ASSIS JÚNIOR, R.N. Pó de coco verde, uma alternativa de substrato na produção de mudas de berinjela. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, p. 39-44, 2008.

ORMOND, J.G.P.; PAULA, S.R.L.; FAVERET FILHO, P.; ROCHA, L.T.M. **Agricultura orgânica: quando o passado é futuro**. Rio de Janeiro: BNDES Setorial, p. 3-34, 2002.

OSTERROHT, M. Rochagem. Para quê? **Agroecologia Hoje**, v. 20, p. 12-15, 2003.

PADOVAN, M.P.; LEONEL, L.A.K.; CESAR, M.N.Z.; AURO, C.; OTSUBO A.A.; LUIZ OLIVEIRA, F.L.; MARIANI, M.A.; CAVICHIONI, I. Potencial da cultura do feijoeiro, submetido a manejo orgânico, na região de Dourados-MS. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, 2007.

PAGLIAI, M.; VIGNOZZI, N.; PELLEGRINI, S. Soil structure and the effect of management practices. **Soil and Tillage Research**, v. 79, p. 131-143, 2004.

PENTEADO, S.R. **Introdução à agricultura orgânica**. Campinas: Editora Grafimagem, 2000. 114p.

PEREIRA, L.B.; ARF, O.; SANTOS, N.C.B.; ESTELA, A.; OLIVEIRA, Z.; KOMURO, L.K. Aplicação de fertilizante orgânico em feijoeiro irrigado no período de inverno. In: 10º CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO. Goiânia, 2011. **Resumos expandidos...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2011. 1 CD-ROM.

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

PEREIRA, R.F.; LIMA, A.S.; MAIA FILHO, F.C.F.; CAVALCANTE, S.N.; SANTOS, J.G.R.; ANDRADE, R. Produção de feijão vigna sob adubação orgânica em ambiente semiárido. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 9, p. 27-32, 2013.

PIMENTEL, D.; HEPPEL, P.; HANSON, J.; DOUDS, D.; SEIDEL, R. Environmental, energetic, and economic comparisons of organic and conventional farming systems. **BioScience**, v. 55, p. 573-583, 2005.

PIRES, C.V.; OLIVEIRA, M.G.A.; CRUZ, G.A.D.G.; MENDES, F.Q.; REZENDE, S.T.; MOREIRA, M.A. Composição físico-química de diferentes cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Alimentos e Nutrição**, v.16, p.157-162, 2005.

PIZA, P.A.T.; BERTOLINO, L.C.; SILVA, A.A.S.; SAMPAIO, J.A.; LUZ, A.B. Verdete da região de Cedro de Abaeté (MG) como fonte alternativa para potássio. **Geociências**, v. 30, p. 345-356, 2011.

PLEWKA, R.G.; ZAMULAK, J.R.; VENANCIO, J.A.; MARQUES, A.C. Avaliação do uso do pó de basalto na produção de feijão. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n.2, 2009.

PRENTICE, I.C.; RAMANKUTTY, N.; SNYDE, P.K. Global consequences of land use. **Science**, v. 309, p. 570-575, 2005.

RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; ZIMMERMANN, M.J.O. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia:Universidade Federal de Goiás, 1993. 271p.

RAMOS JUNIOR, E.U.; LEMOS, L.B.; SILVA, T.R.B. Componentes da produção, produtividade de grãos e características tecnológicas de cultivares de feijão. **Bragantia**, v. 64, p. 75-82, 2005.

RIBEIRO, N.D.; DOMINGUES, L.S.; GRUHN, E.M.; ZEMOLIN, A.E.M.; RODRIGUES, J. DE A. Desempenho agrônomico e qualidade de cozimento de linhagens de feijão de grãos especiais. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, p. 92-100, 2014.

RIBEIRO, N.D.; LONDERO, G.M.P.; CARGNELUTTI FILHO, A.; JOST, E.; POERSCH, L.N.; MALLMANN, A.C. Composição de aminoácidos de cultivares de feijão e aplicações para o melhoramento genético. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 1393-1399, 2007.

RODRIGUES, A.F.S.; FONSECA, D.S.; HIDER, M.; PARAHYBA, R.E.; CAVALCANTE, V.M.M. Agrominerais: recursos e reservas. In: FERNANDES, F.R.; LUZ, A.B.; CASTILHOS, Z.C. (eds). **Agrominerais para o Brasil**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010. 380p.

ROSOLEM, C.A.; MARUBAYASHI, O.M. **Seja o doutor do seu feijão. Encarte de Informações Agronômicas**, n. 68, dezembro 1994. 16p.

SAINJU, U.M.; RAHMAN, S.; SINGH, B.P. Evaluating hairy vetch residue as nitrogen fertilizer for tomato in soilless medium. **HortScience**, v. 36, p. 90-93, 2001.

SANTOS, G.M. et al. Características e rendimento de vagem do feijão-vagem em função de fontes e doses de matéria orgânica. **Horticultura Brasileira**, v. 19, p. 30-35, 2001.

SANTOS, J.F.; SANTOS, E.D.; XAVIER, J.F.; LEITE, J.E.M.; PARCIFICO, J.R.; ARAÚJO, A.C.P. Produção de feijão sob doses de Pó de Rocha (MP4) em sistema agroecológico. In: MEMORIAS DEL V CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGROECOLOGÍA **Archivo Digital**: descarga y online ISBN 978-950-34-1265-7, 2015b.

SANTOS, L.A.; SORATTO, R.P.; FERNANDES, A.M.; GONSALES, J.R. Crescimento, índices fisiológicos e produtividade de cultivares de feijoeiro sob diferentes níveis de adubação. **Revista Ceres**, v. 62, p. 107-116, 2015a.

SCHUMACHER, M.V.; CALDEIRA, M.V.W.; OLIVEIRA, E.R.V.; PIROLI, E.L. Influência do vermicomposto na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. **Ciência Florestal**, v. 11, p. 121-130, 2001.

SEDIYAMA, M.; SANTOS, I.C.; LIMA, P.C. Cultivo de hortaliças no sistema orgânico. **Revista Ceres**, v. 61, p. 829-837, 2014.

SELINUS, O. Geologia Médica. In: SILVA, C.R.; FIGUEIREDO, B.R.; CAPITANI, E.M.; CUNHA, F.G. (eds.) **Geologia médica no Brasil: efeitos dos materiais e fatores geológicos**

na saúde humana, animal e meio ambiente. Rio de Janeiro: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2006. p. 1-5.

SHANNON, D.; SEN, A.M.; JOHNSON, D.B. A comparative study of the microbiology of soils managed under organic and conventional regimes. **Soil Use and Management**, v. 18, p. 274-283, 2002.

SHEHATA, S.A.; EL-HELALY, M.A. Effect of compost, humic acid and amino acid on yield of snap beans. **Journal of horticultural Science and ornamental Plants**, v. 2, p. 107-110, 2010.

SHIMADA, M.M.; A.R.F.O.; SÁ, M.E. Componentes do rendimento e desenvolvimento do feijoeiro de porte ereto sob diferentes densidades populacionais. **Bragantia**, v. 59, n. 02, p. 181-187, 2000.

SICARD, D.; MICHALAKIS, Y.; DRON, M.; NEEMA, C. Genetic diversity and pathogenic variation of *Colletotrichum lindemuthianum* in the three centers of diversity of its host, *Phaseolus vulgaris*. **Phytopathology**, v. 87, p.807-813, 1997.

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

SILVA, E.A.; CASSIOLATO, A.M.R.; MALTONI, K.L.; SCABORA, M.H. Efeitos da rochagem e de resíduos orgânicos sobre aspectos químicos e microbiológicos de um subsolo exposto e sobre o crescimento de *Astronium fraxinifolium* Schott. **Árvore**, v. 32, p. 323- 333, 2008.

SILVEIRA E.B.; RODRIGUES, V.J.L.B.; GOMES, A.M.A.; MARIANO, L.R.L.; MESQUITA, J.C.P. Pó de coco como substrato para produção de mudas de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v. 20, p. 211-216, 2002.

SINGH, N.I.; CHAUHAN, J.S. Response of french bean (*Phaseolus vulgaris* L.) To organic manures and inorganic fertilizer on growth & yield parameters under irrigated condition. **Nature and Science**, v. 7, p. 1-3, 2009.

SOUZA FILHO, L.F.; CRUZ, J.L.; SOUZA, L.F.S.; CALDAS, R.C.; MAGALHAES, A.F.J.; CONCEIÇÃO, H.; SOUSA, J.S. Eficiência de um flogopitito como fonte de potássio para o desenvolvimento inicial do mamoeiro. **Espaço & Geografia**, v. 9, p. 215-229, 2006.

SOUZA, D.M.G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**, 2ª ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416p.

SOUZA, M.E.P. **Oligochaetas em solos sob sistemas de manejos a pleno sol e agroflorestal e vermicompostagem associada com pós de rocha**. 2010. 72p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

STRAUS, E.L.; MENEZES, L.V.T. Minimização de Resíduos. In: 17º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. **Anais...** 1993. p. 2012-225.

TAKAHASHI, K. Physiological disorders in Chinese cabbage. In: TALEKAR, N.S.; GRIGGS, T.D. (eds.). **Chinese cabbage**. AVRDC: Shan hua, Taiwan, 1981, p. 225-233.

TENNANT, D. A test of modified line intersect method of estimating root length. *J. Ecol.*, 63:995-1001, 1975.

THEODORO, S.C.H. **A fertilização da terra pela terra: uma alternativa para a sustentabilidade do pequeno produtor rural**. 2000. 225p. Tese (Doutorado em Agroecologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2000.

THEODORO, S.H.; LEONARDOS, O.H. The use of rocks to improve family agriculture in Brazil. **Anais...** Anais da Academia Brasileira de Ciências, v. 78, p. 721-730, 2006.

THEODORO, S.H.; LEONARDOS, O.H.; ROCHA, E.L.; REGO, K.G. Experiências de uso de rochas silicáticas como fonte de nutrientes. **Espaço & Geografia**, v. 9, p. 263-292, 2006.

THUNG, M.; SOARES, D.M.; AIDAR, H. Agregação de valores com feijões especiais. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (eds.). **Fundamentos para uma agricultura sustentável, com ênfase na cultura do feijoeiro**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2009, p. 81-96.

THY, S.; BUNTHA, P. Evaluation of fertilizer of fresh solid manure, composted manure or biodigester effluent for growing Chinese cabbage (*Brassica pekinensis*). **Livestock Research for Rural Development**, v. 17, p. 149-154, 2005.

Tipo=&desItem=&desItemFim=#. 28 Set. 2013.

UBA. **União brasileira de avicultura** (2014) Relatório Anual. Disponível em: <http://www.ubabef.com.br/publicacoes>. Acesso em: 23, julho de 2017.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). **Relatório e recomendações sobre agricultura orgânica**. Brasília: CNPQ, 1984. 128p.

VAN STRAATEN, P.V. Farming with rocks and minerals: challenges and opportunities. **Anais...** Anais da Academia Brasileira de Ciências, v. 78, p. 731-747, 2006.

VASCONCELOS, B. M. F.; GONÇALVES, A. A. Macroalgas e seus usos: alternativas para as indústrias brasileiras. **Revista Verde**, Pombal, v. 8, p. 125-140, 2013.

VIEIRA, C.; BORÉM, A.; RAMALHO, M.A.P.; CARNEIRO, J.E.S. Melhoramento do Feijão. In: Borém, A. (ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**, Viçosa: UFV, p.225-274, 2005.

VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, J.R.; BORÉM, A. **Feijão**. Viçosa: UFV, 2006. 600p.

VOGTMANN, H.; FRICKE, K.; TURK, T. Quality, physical characteristics, nutrient content, heavy metals and organic chemicals in biogenic waste compost. **Compost Science and Utilization**, v. 4, p. 69-87, 1993.

VON WILPERT, K.; LUKES, M. Ecochemical effects of phonolite rock powder, dolomite and potassium sulfate in a spruce stand on an acidified glacial loam. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 65, p. 115-127, 2003.

WELLS, A.T.; CHAN, K.Y.; CORNISH, P.S. Comparison of conventional and alternative vegetable farming systems on the properties of a yellow earth in New South Wales. **Agriculture Ecosystems and Environment**, v. 80, p. 47- 60, 2000.

WELTER, M.K.; MELO, V.F.; BRUCKNER, C.H.; GOES, H.T.P.; CHAGAS, E.A.; UCHOA, S.C.P. Efeito da aplicação de pó de basalto no desenvolvimento inicial de mudas de camu-camu (*Myrciaria dubia*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 922-932, 2011.

WINIWARTER, V.; BLUM, W.E.H. From marl to rock powder: on the history of soil fertility management by rock materials. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 171, p. 316-324, 2008.

ZAGONEL, J. **Produtividade e componentes da produção de duas cultivares de feijão em função da profundidade de aplicação de adubo**. 1997. 104f. Dissertação (Doutorado em Agronomia/Agricultura). Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1997.

ZILIO, M.; COELHO, C.M.M.; SOUZA, C.A.; SANTOS, J.C.; MIQUELLUTI, D.J. Contribuição dos componentes de rendimento na produtividade de genótipos crioulos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Ciência Agronômica*, v. 42, p. 429-438, 2011.