



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

RENDIMENTO DO FEIJÃO-FAVA (*Phaseolus lunatus* L.) EM FUNÇÃO DA
ADUBAÇÃO ORGANOMINERAL

ADRIANA URSULINO ALVES

AREIA-PB
FEVEREIRO-2006

RENDIMENTO DO FEIJÃO-FAVA (*Phaseolus lunatus* L.) EM FUNÇÃO DA
ADUBAÇÃO ORGANOMINERAL

ADRIANA URSULINO ALVES

RENDIMENTO DO FEIJÃO-FAVA (*Phaseolus lunatus* L.) EM FUNÇÃO DA
ADUBAÇÃO ORGANOMINERAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção do Grau de Mestre em Agronomia-Área de Concentração: Agricultura Tropical

ORIENTADOR: Prof. Dr. ADEMAR PEREIRA DE OLIVEIRA

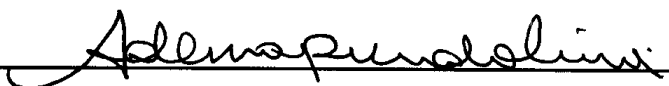
AREIA-PB
FEVEREIRO-2006

ADRIANA URSULINO ALVES

RENDIMENTO DO FEIJÃO-FAVA (*Phaseolus lunatus* L.) EM FUNÇÃO DA
ADUBAÇÃO ORGANOMINERAL

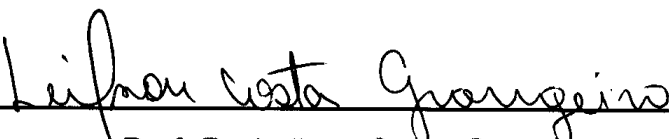
Dissertação aprovada em 16/02/2006

BANCA EXAMINADORA



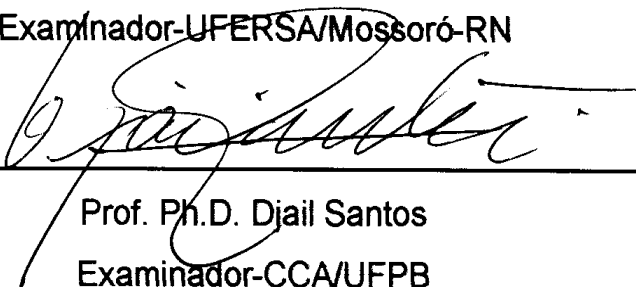
Prof. Dr. Ademir Pereira de Oliveira

Orientador-CCA/UFPB



Prof. Dr. Leilson Costa Grangeiro

Examinador-UFERSA/Mossoró-RN



Prof. Ph.D. Djail Santos

Examinador-CCA/UFPB

Aos meus pais

Avós

Irmãos e irmãs

Sobrinhos e sobrinhas

Noiva

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas conquistas concedidas, tornando-me confiante a cada etapa superada.

A todos da minha família, que são meu porto seguro e inspiração para busca dos meus ideais, em especial aos meus pais, que com amor e dedicação fizeram de tudo para esta conquista.

Ao Prof. Dr. Ademar Pereira de Oliveira, pela orientação e amizade, contribuindo para meu aprendizado e amadurecimento; e a sua esposa Prof^a. Dr^a Edna Ursulino Alves, pelo incentivo, confiança e imensurável contribuição na execução deste trabalho.

A coordenação de Pós-Graduação nas pessoas de Riselane de Lucena Alcântara Bruno e Genildo Bandeira Bruno, pela amizade, incentivo e confiança que sempre dispuseram a minha pessoa.

Aos meus irmãos queridos Leandro e Anarlete Ursulino Alves e os meus amigos Gilson Batista da Silva e Macio Farias de Moura, pela ajuda prestada.

Ao Prof. Ivandro de França da Silva, pela doação das sementes.

A nossa equipe de pesquisa, nas pessoas de Edson Almeida, Carina Seixas, Iordam Silva, Jandiê Araújo e Arnaldo Nonato, pela amizade e contribuição na execução deste trabalho.

Aos funcionários do Setor de Olericultura, Francisco de Castro Azevedo, José Barbosa da Silva, Francisco Soares de Brito, Francisco Silva Nascimento e Expedito Souza Lima (*in memorian*) que muito contribuíram na execução dos trabalhos de campo.

Ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Agronomia do CCA-UFPB, por ter contribuído substancialmente para esta nova etapa da minha formação acadêmica, especialmente aqueles que demonstraram amor ao transmitir seus conhecimentos.

Aos professores Leilson Costa Grangeiro e Djail Santos, membros da Banca Examinadora, pela delicadeza e sensibilidade em suas observações, as quais foram de fundamental importância para o enriquecimento da versão final do nosso trabalho.

À secretária do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Cícera Eliane de Araújo, pela consideração, dedicação e apoio a nós alunos, durante todo o curso.

Aos funcionários da biblioteca, Admilson Gomes de Oliveira, Edinaldo Barbosa Coelho, Elisabete Sirino da Silva, Márcia Maria Marques Gentil Dias, Heronides Elias da Silva, João Pequeno de Souza, Jorge Luiz Ferreira Teixeira, Maria Isabel O. da Silva, Maria das Victorias F. Lima, Narcísio do N. dos Santos, Paulo Gomes da Silva, Vicente Bernardo Dias e Maria das Mercês Batista dos Santos.

Aos meus amigos e colegas de curso, Carina Seixas, Cícero de Souza, Adriana Araújo, Aldení Barbosa, Socorro, Valéria Veras, Noelma Miranda, Mirian, João Felinto, José Pires, Carlos Henrique, George Nascimento e Thiago Jardelino, pela amizade e convivência.

A Capes pela concessão da bolsa de estudo.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para realização deste trabalho.

LISTA DE TABELAS.....	IX
LISTA DE FIGURAS.....	X
RESUMO.....	XI
ABSTRACT.....	XII
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Adubação orgânica.....	3
2.2 Adubação mineral.....	8
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1. Variáveis estudadas.....	16
3.1.1. Comprimento de vagens.....	16
3.1.2. Número e produção de vagens e de grãos por planta.....	16
3.1.3. Produtividade de vagens e de grãos verdes e secos.....	16
3.1.4. Teores de NPK no tecido foliar.....	17
3.2. Análise estatística.....	17
3.3. Análise econômica.....	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
4.1. Comprimento de vagens.....	19
4.2. Número e produção de vagens e de grãos por planta.....	21
4.3. Produtividade de vagens e de grãos verdes e secos.....	26
4.4. Análise econômica.....	33
4.5. Teores de NPK no tecido foliar.....	34
4.6. Correlação simples.....	37
5. CONCLUSÕES.....	40
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Dados climáticos de setembro de 2004 a maio de 2005, período de condução do experimento. CCA-UFPB, Areia, PB, 2006.....	14
Tabela 2. Resumo das análises de variância e de regressão do comprimento de vagens (CV) de feijão-fava, em função de doses de esterco bovino e NPK. CCA-UFPB, Areia, 2006.....	20
Tabela 3. Resumo das análises de variância e de regressão do número de vagens (NVP) e produção de vagens (PVP) e grãos (PGP) por planta de feijão-fava, em função de doses de esterco bovino e NPK. CCA-UFPB, Areia, 2006.....	22
Tabela 4. Resumo das análises de variância e de regressão da produtividade de vagens (PV), grãos verdes (PGV) e secos (PGS) de feijão-fava, em função de doses de esterco bovino e NPK. CCA-UFPB, Areia, 2006.....	27
Tabela 5. Resumo da análise econômica da produtividade de vagens e de grãos secos. CCA-UFPB, Areia, 2006.....	33
Tabela 6. Resumo das análises de variância e de regressão dos teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) no tecido foliar de feijão-fava, em função de doses de esterco bovino e NPK. CCA-UFPB, Areia, 2006..	35
Tabela 7. Teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) no tecido foliar de feijão-fava, em função de doses de esterco bovino e NPK. CCA-UFPB, Areia, 2006.....	36
Tabela 8. Coeficientes de correlação simples (r). CCA-UFPB, Areia, 2006.....	39

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Comprimento de vagens de feijão-fava, cultivar “Raio-de-Sol”, em função de doses de esterco bovino e presença (y_1) e ausência (y_2) de adubação mineral com NPK. CCA-UFPB. Areia, PB, 2006..... 21
- Figura 2.** Número de vagens por planta de feijão-fava, cultivar “Raio-de-Sol”, em função de doses de esterco bovino e presença (y_1) e ausência (y_2) de adubação mineral com NPK. CCA-UFPB. Areia, PB, 2006..... 24
- Figura 3.** Produção de vagens por planta de feijão-fava, cultivar “Raio-de-Sol”, em função de doses de esterco bovino e presença (y_1) e ausência (y_2) de adubação mineral com NPK. CCA-UFPB. Areia, PB, 2006..... 25
- Figura 4.** Produção de grãos por planta de feijão-fava, cultivar “Raio-de-Sol”, em função de doses de esterco bovino e presença (y_1) e ausência (y_2) de adubação mineral com NPK. CCA-UFPB. Areia, PB, 2006..... 26
- Figura 5.** Produtividade de vagens de feijão-fava, cultivar “Raio-de-Sol”, em função de doses de esterco bovino e presença (y_1) e ausência (y_2) de adubação mineral com NPK. CCA-UFPB. Areia, PB, 2006..... 29
- Figura 6.** Produtividade de grãos verdes de feijão-fava, cultivar “Raio-de-Sol”, em função de doses de esterco bovino e presença (y_1) e ausência (y_2) de adubação mineral com NPK. CCA-UFPB. Areia, PB, 2006..... 29
- Figura 7.** Produtividade de grãos secos de feijão-fava, cultivar “Raio-de-Sol”, em função de doses de esterco bovino e presença (y_1) e ausência (y_2) de adubação mineral com NPK. CCA-UFPB. Areia, PB, 2006..... 31

RESUMO

Objetivou-se avaliar a produtividade do feijão-fava, variedade “Raio-de-Sol”, em função de doses de esterco bovino na presença e ausência de NPK. Para tanto, foi realizado um experimento, no período de setembro de 2004 a maio de 2005, em solo classificado como Neossolo Regolítico Psamítico típico, na Universidade Federal da Paraíba, em Areia. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, em esquema fatorial 6×2 , com quatro repetições, sendo a parcela experimental constituída de 40 plantas. Foram avaliados o comprimento de vagens, o número e a produção de vagens e de grãos, por planta, a produtividade de vagens e de grãos verdes e secos e os teores de NPK no tecido foliar. O comprimento máximo de vagens, 8,7 cm, ocorreu empregando-se 19,5 e 17,5 t ha⁻¹ de esterco bovino, na presença e na ausência de NPK, respectivamente. As doses de 22,6 e 21,7 t ha⁻¹ de esterco bovino, respectivamente, foram responsáveis pelos números máximos de 41 e 38 vagens, por planta, na presença e na ausência de NPK. As produções máximas de vagens e de grãos, por planta, de 125,9 e 35,3 g, respectivamente, foram obtidas com 26,6 t ha⁻¹ de esterco bovino, na presença de NPK, enquanto que na sua ausência, a produção máxima de vagens de 111,9 g foi alcançada com 21,4 t ha⁻¹ de esterco bovino, e a produção média de 19,2 g de grãos, por planta, em função das doses de esterco bovino. As doses de 21,4 e 23,0 t ha⁻¹ de esterco bovino foram responsáveis pelas produtividades máximas de vagens (12,6 e 11,2 t ha⁻¹), na presença e na ausência de NPK, respectivamente, enquanto as doses de 21,3 e 22,9 t ha⁻¹ de esterco bovino proporcionaram produtividades máximas de grãos verdes de 11,1 e 9,9 t ha⁻¹, respectivamente, na presença e na ausência de NPK. A dose de 26,6 t ha⁻¹ de esterco bovino foi responsável pela produtividade máxima de 3,5 t ha⁻¹ de grãos secos, na presença de NPK. Na ausência de NPK, obteve-se a produtividade média de 2,0 t ha⁻¹, em função das doses de esterco bovino. As doses de 17,0 e 18,6 t ha⁻¹ de esterco bovino proporcionaram máximas eficiências econômicas para a produtividade de vagens, com receitas previstas de 2,88 e 3,36 t ha⁻¹, respectivamente, na presença e na ausência de NPK. Para a produtividade de grãos secos, a máxima eficiência econômica foi obtida com 23,0 t ha⁻¹ de esterco bovino, com receita de 2,12 t ha⁻¹. As doses de esterco bovino influenciaram apenas o teor de K na presença de NPK, enquanto que em sua ausência foi observado diferença somente no teor de N.

ABSTRACT

It was aimed at to evaluate the productivity of the bean-broad bean, "Raio-de-Sol" variety, in function of doses of bovine manure in the presence and absence of NPK. For so much, an experiment was accomplished, in the period of September of 2004 to May of 2005, in typical Quartzpsament soil, in the Federal University of Paraíba, in Areia city. It was used the experimental design of randomized blocks, in factorial outline 6 x 2, with four repetitions, being the constituted experimental portion of 40 plants. They were appraised the length of beans, the number and the production of beans and of grains, for plant, the productivity of beans and of green and dry grains and the tenors of NPK in the tissue foliar. The maximum length of beans, 8,7 cm, it happened being used 19,5 and 17,5 t ha⁻¹ of bovine manure, in the presence and in the absence of NPK, respectively. The levels of 22,6 and 21,7 t ha⁻¹ of bovine manure, respectively, they were responsible for the maximum numbers of 41 and 38 beans by plant in the presence and in the absence of NPK. The maximum productions of beans and of grains by plant of 125,9 and 35,3 g, respectively, they were obtained with 26,6 t ha⁻¹ of bovine manure, in the presence of NPK, while in your absence, the maximum production of beans of 111,9 g was reached with 21,4 t ha⁻¹ of bovine manure, and the medium production of 19,2g of grains, for plant, in function of the levels of bovine manure. The levels of 21,4 and 23,0 t ha⁻¹ of bovine manure they were responsible for the maximum productivities of beans (12,6 and 11,2 t ha⁻¹), in the presence and in the absence of NPK, respectively, while the levels of 21,3 and 22,9 t ha⁻¹ of bovine manure they provided maximum productivities of green grains of 11,1 and 9,9 t ha⁻¹, respectively, in the presence and in the absence of NPK. The level of 26,6 t ha⁻¹ of bovine manure it was responsible for the maximum productivity of 3,5 t ha⁻¹ of dry grains, in the presence of NPK. In the absence of NPK, it was obtained the medium productivity of 2,0 t ha⁻¹, in function of the levels of bovine manure. The levels of 17,0 and 18,6 t ha⁻¹ of bovine manure they provided maximum economical efficiencies for the productivity of beans, with foreseen revenues of 2,88 and 3,36 t ha⁻¹, respectively, in the presence and in the absence of NPK. For the productivity of dry grains, the maximum economical efficiency was obtained with 23,0 t ha⁻¹ of bovine manure, with revenue of 2,12 t ha⁻¹. The levels of bovine manure just influenced the tenor of K in the presence of NPK, while in your absence it was observed it only differentiates in the tenor of N.

1. INTRODUÇÃO

O feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.), também conhecido como feijão-de-lima ou fava, é uma das quatro espécies do gênero *Phaseolus* exploradas comercialmente, atingindo relativa importância econômica em alguns Estados brasileiros (SANTOS et al., 2002). Apresenta vagens compridas e de formato oblongo ou recurvado, com número de grãos variando de dois a quatro (ZIMMERMANN e TEIXEIRA, 1996). É planta de cultivo anual e possui hábitos de crescimento determinado e indeterminado (VIEIRA, 1992b).

O feijão-fava tem uma utilização menor quando comparado com outras espécies do gênero *Phaseolus*. Entretanto, parece ter uma capacidade de adaptação mais ampla que o feijão-comum (LYMAN, 1983), adapta-se melhor a climas quentes e úmidos, devendo ser cultivado de preferência no período de baixa precipitação. É cultivado em diversas regiões, sendo que na região tropical, é uma das leguminosas mais cultivadas, por apresentar potencial para fornecer proteína vegetal à população, diminuindo a dependência quase exclusiva dos feijões do grupo carioca (VIEIRA, 1992a). Seu plantio é realizado por meio de semeadura direta, em covas espaçadas de 1,00 m x 0,50 m, realizando-se um desbaste quinze dias após a emergência, deixando-se duas plantas por cova (FILGUEIRA, 2000).

Nos Estados Unidos, um dos maiores produtores mundiais de feijão-fava seu consumo é em estado verde, na forma de conserva (grãos enlatados ou congelados e empacotados). No Brasil, seu consumo é na forma de grãos verdes e secos cozidos (VIEIRA, 1992b), sendo o consumo relativamente menor em relação a outras espécies do gênero *Phaseolus*.

No Estado da Paraíba, um dos principais produtores nacionais de feijão-fava, com produção anual de 9347 toneladas e rendimento médio de 476 kg ha⁻¹ de grãos secos (IBGE, 2004) o seu cultivo, a exemplo, de outros Estados produtores, é realizado sem adoção de tecnologia de produção, que vise o aumento da produtividade (SANTOS et al., 2002), como o uso de variedades melhoradas.

Além dos fatores relacionados anteriormente, a baixa produtividade do feijão-fava, pode ser atribuída também à ausência de um programa de adubação mineral e orgânica, o que tem proporcionado baixo rendimento e retorno econômico, tornando-se praticamente uma cultura de subsistência, sendo comercializada em feiras livres apenas o excedente da produção (FRAZÃO et al., 2004).

No Brasil, a adoção da adubação orgânica na agricultura tem crescido nos últimos anos, devido principalmente, aos seus efeitos benéficos sobre as características físicas do solo (SANTOS et al., 2001a), elevação na disponibilidade de nutrientes minerais de forma imediata ou residual, de acordo com seu grau de decomposição (SANTOS et al., 2001b), incremento na produtividade das culturas e obtenção de plantas com características qualitativas semelhantes às aquelas cultivadas exclusivamente com adubos minerais (SANTOS et al., 1994).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade do feijão-fava, variedade Raio-de-Sol, nas condições edafoclimáticas de Areia, PB, em função do emprego de doses de esterco bovino, na presença e ausência de adubação mineral com NPK.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Adubação Orgânica

A adubação orgânica é uma prática relevante para manter e aumentar a fertilidade do solo, tendo sido praticada por diferentes povos em maior ou menor grau, ao longo do tempo. Isso porque a busca de solos ricos em "húmus" para a produção agrícola tem sido uma regra geral entre os agricultores, desde a mais remota antigüidade (IGUE, 1984). Contudo, como a melhoria da capacidade produtiva do solo é um processo gradual, no qual a matéria orgânica tem elevada importância (BONILLA, 1992), a manutenção da alta produtividade, depende do conhecimento de sua dinâmica no solo, fatores climáticos e fisiológicos (MIYASAKA, 1997).

A aplicação de materiais orgânicos no solo pode proporcionar efeito residual, determinado pela velocidade de decomposição do material, e no caso de esterco, pode persistir por três ou quatro anos (LUND e DOSS, 1980; SCHERER e BARTZ, 1984). Dessa forma, "ela" possibilita a liberação de nutrientes às plantas, permitindo aos agricultores a obtenção de um insumo de baixo custo e ótima qualidade, proporcionando economia no consumo de fertilizantes minerais (MELLO et al., 2000). Além disso, os nutrientes não são lixiviados durante a irrigação, tendo, portanto, a vantagem de fornecer nutrientes as plantas de forma equilibrada e com maior poder residual (KIEHL, 1985; PRIMAVESI, 1990).

Em regiões de clima tropical, é intensa a queima de matéria orgânica presente no solo (FERREIRA et al., 1993). Esse fato torna esse insumo um dos mais usados nessas

regiões, chegando-se ao fornecimento de doses que ultrapassam 20 t ha⁻¹, principalmente em cultivos de hortaliças (ROE et al., 1997).

A matéria orgânica também traz uma série de benefícios para a fertilidade do solo e, conseqüentemente, para as plantas cultivadas, porque reduz a acidez, diminui os teores de alumínio e manganês tóxicos, aumenta pH, CTC, transporte e disponibilidade de micronutrientes, melhora a estrutura do solo, refletindo positivamente na aeração, permeabilidade e infiltração de água, promovendo um desenvolvimento vegetativo adequado e proporcionando produtividades economicamente viáveis (RODRIGUES, 1994; CARDOSO e OLIVEIRA, 2002). Nesse sentido, a adição de matéria orgânica, principalmente na forma de esterco, tornou-se prática comum e viável na agricultura.

As fontes de adubos orgânicos podem apresentar características bastante distintas, podendo ser agrupadas em fertilizante orgânico e composto orgânico. O fertilizante orgânico é o “fertilizante de origem vegetal ou animal contendo um ou mais nutrientes das plantas” e o composto orgânico, mais conhecido como composto, é o “fertilizante obtido por processo bioquímico, natural ou controlado com mistura de resíduos de origem vegetal ou animal” (VILLAS BOAS et al., 2004).

A grande maioria dos trabalhos envolvendo matéria orgânica, se refere ao uso de esterco como melhoradores do solo e fornecedores de nutrientes (VILLAS BOAS et al., 2004). Dentre eles, destacam-se os esterco bovino, caprino, suíno e de aves (MALAVOLTA, 1989). O esterco bovino tem 30 a 58% de matéria orgânica na sua composição, sendo considerado um ótimo meio de cultura para os organismos, por elevar a quantidade de bactérias do solo. Julgava-se, inicialmente, que esse aumento era devido aos microorganismos existentes no esterco; mais tarde, no entanto, foi demonstrado que mesmo adicionando ao solo esterco esterilizado, sem microorganismos vivos, obtinha-se

aumento considerável da população microbiana (ERNANI e GIANELLO, 1983; DEMÉTRIO, 1988; ARAÚJO et al., 1999).

A adição de quantidades adequadas de esterco bovino de boa qualidade ao solo pode suprir as necessidades das plantas em macronutrientes, sendo o potássio, o nutriente com teores mais elevados no solo, como resultado do uso contínuo desta prática (CAMARGO, 1984). Porém, sua adição em quantidade excessiva pode trazer prejuízos às plantas em algumas situações de solos muito ácidos e argilosos, onde os benefícios da adubação orgânica não são muito evidentes. Neste caso, o uso indiscriminado de altas doses de esterco bovino, pode aumentar os teores de nitrogênio e salinização do solo, pela possibilidade de elevação da condutividade elétrica, desbalanço nutricional e, conseqüentemente, redução da produtividade das culturas (BRADY, 1979; SILVA et al., 2000).

Diversos trabalhos enfatizam efeitos positivos da matéria orgânica no aumento da produtividade das espécies do gênero *Phaseolus*.

Para a cultura do feijão-comum, Henriques (1997) ao utilizar esterco de origem caprina ($7,6 \text{ t ha}^{-1}$), obteve aumento no peso de grãos na ordem de 80 % e na matéria seca de 26,6 %. Ao avaliar o total de matéria seca, o autor observou um efeito significativo a 5 %, permitindo um aumento de 45,3 % na produção de biomassa. Pereira (1984) obteve aumentos na produção de grãos, matéria seca e índice de colheita do feijão das "águas" com o uso de doses crescentes de composto orgânico (0, 15, 37,5 e 75 t ha^{-1}), quando combinado com adubo mineral. Na época da "seca" a produção de grãos cresceu com o aumento da dose do composto associado ao uso do adubo mineral, entretanto, o índice de colheita cresceu com o aumento da dose de composto e diminuiu com a adubação mineral. Esses dados demonstram a possibilidade da utilização do composto

orgânico, associada ou em substituição à adubação mineral, para se obter aumentos na produção de feijão-comum. Já Brandin (1987) ao utilizar esterco caprino nas doses de 0, 10, 20, 30, 40 e 50 t ha⁻¹ não constatou diferenças significativas sobre a produtividade.

O emprego da adubação organomineral tem favorecido a produção de sementes no feijão-comum. Ben et al. (1982) testaram o efeito do esterco de galinha não "curtido", aplicado a lanço e na linha e concluíram que a adubação com esterco mostrou-se eficiente e economicamente viável para a cultura do feijoeiro, podendo ser recomendada associada ou não à adubação mineral com incrementos compensadores no rendimento de grãos para as duas situações, até 4 a 6 t ha⁻¹, respectivamente. Os autores acrescentam que o esterco não curtido mostrou-se mais eficiente quando distribuído a lanço para o cultivo imediato à aplicação.

As afirmações de Scherer e Bartz (1984) referem-se ao uso de 6,5 t ha⁻¹ de esterco de aves em solo corrigido com calcário para se obter altos rendimentos na cultura do feijão. Segundo os autores, a combinação do esterco com adubo fosfatado proporcionou boas produções, sendo que o aumento da dose de esterco, reduziu a necessidade da aplicação anual de fósforo para obtenção da produção máxima. Os autores consideram que, aos preços de 1984, foi mais vantajosa a aplicação inicial de 6 t ha⁻¹ de esterco mais uma aplicação anual complementar de 2 t ha⁻¹, para suprir as exigências nutricionais da cultura do feijão-comum.

Vieira (1988) estudou os efeitos da aplicação de quatro níveis de composto orgânico (0, 20, 40 e 60 m³ ha⁻¹), combinados com dois níveis de adubo mineral (0-0-0 e 15-70-40 t ha⁻¹ de N-P₂O₅-K₂O) e com três níveis de calcário (0, 0,6 e 1,2 t ha⁻¹) sobre a cultura do feijão-comum. Os dados obtidos evidenciaram aumentos com o uso das adubações orgânica e mineral sobre o feijão das "águas", no entanto, a adubação orgânica resultou em aumentos significativos no "stand" final, número de vagens por metro

quadrado, peso de 100 grãos, produção de grãos, peso da palhada e índice de colheita. Pereira et al. (1988) na mesma cultura utilizaram composto orgânico (palha de milho triturada com palha de feijão e esterco de gado) nas doses de 0, 15, 37,5 e 75 t ha⁻¹, associado ou não à adubação química e obtiveram aumentos acentuados na produtividade, índice de colheita e teores foliares de N, P, Mg e K. Em relação à fertilidade do solo, houve aumento nos teores de N, P, K, Ca e Mg. Os autores verificaram que o composto atuou como excelente adubo e que a dose pode ser diminuída quando associado aos fertilizantes químicos.

No feijão-vagem, Araújo (2000) alcançou produtividade de 35 t ha⁻¹ de vagens quando empregou a dose de 40 t ha⁻¹ de esterco de suínos. Noronha (2000) obteve o maior número de vagens por planta quando utilizou a dose de 15 t ha⁻¹ de esterco bovino. Santos et al. (2001) obtiveram produtividade máxima de vagens de 20, 23 e 19 t ha⁻¹ com o emprego de 13, 23 e 16 t ha⁻¹ dos estercos de galinha, bovino e caprino, respectivamente. Alves et al. (1999) estudando os efeitos do húmus de minhoca e do esterco de galinha nas doses de 0, 5, 10, 15 e 20 t ha⁻¹ e dos estercos bovino e caprino nas doses de 0, 10, 20, 30 e 40 t ha⁻¹ sobre a produção de sementes, concluíram que o húmus de minhoca nas doses empregadas não afetou a produtividade, enquanto a utilização de 20; 29,19 e 20,86 t ha⁻¹ de estercos de galinha, bovino e caprino, respectivamente, proporcionaram as maiores produtividades de sementes.

No feijão-caupi, um maior incremento no peso médio de vagens foi verificado com o emprego de 7,5 t ha⁻¹ de esterco bovino, associado ao biofertilizante (VIANA et al., 2005), enquanto as doses de 21 e 25 t ha⁻¹ de esterco bovino, na presença e ausência de NPK, respectivamente, foram responsáveis pelos mais elevados rendimentos de sementes (OLIVEIRA et al., 2000). Na Serra do Mel-RN, Bezerra Neto et al. (1984) recomendam o uso de 15 t ha⁻¹ de esterco de curral, por considerar de máxima eficiência econômica,

além de aumentar os teores de P e K disponíveis no solo, em aproximadamente cinco e duas vezes, respectivamente, após um ano de aplicação. Rosolem (1987) também observou o efeito positivo dos esterco de galinha e bovino como fontes de adubação.

2.2 Adubação Mineral

A adubação mineral exerce papel importante no crescimento e desenvolvimento das culturas. O nitrogênio e o potássio fornecidos de forma equilibrada promovem crescimento vegetativo, formação de gemas floríferas e frutíferas (MARSCHNER, 1995), aumenta a resistência a pragas e doenças (MALAVOLTA et al., 1989; MARSCHNER, 1995), enquanto o fósforo é indispensável à fotossíntese, divisão celular e desenvolvimento do sistema radicular, além de promover abundância de florescimento e frutificação, influenciando diretamente na produtividade e qualidade dos produtos colhidos (FILGUEIRA, 2000).

Os macronutrientes principais (NPK) atuam em vários processos metabólicos dos vegetais. O nitrogênio é um fator importante e limitante na produção das culturas, principalmente nas que fornecem massa verde (OLIVEIRA et al., 1996), o fósforo por fazer parte na divisão celular, reprodução sexuada, fotossíntese, respiração e síntese de substâncias orgânicas, torna-se indispensável à vida vegetal (BALDISSERA e SCHERER, 1992) e o potássio por atuar no mecanismo de proteção e no controle estomático (OLIVEIRA et al., 1996).

No feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*) o nitrogênio é o nutriente absorvido em quantidades mais elevadas, sendo aproximadamente 50 % do N total absorvido exportado para os grãos e o restante permanece no solo, na forma de resíduos culturais (OLIVEIRA et al., 1996; FAGERIA et al., 1999). Portanto, a maximização do seu uso nessa espécie é

importante por causa dos aspectos econômicos e ambientais, por apresentar risco ao meio ambiente e por ser potencialmente contaminante de lençóis freáticos. Nesse sentido, o conhecimento do manejo do N é fundamental para aumentar a eficiência de seu uso, porque os sistemas agrícolas futuros devem ser economicamente viáveis, ecologicamente sustentáveis e social e politicamente aceitáveis (FAGERIA et al., 1999).

Em virtude do N ser o nutriente que apresenta deficiências nutricionais mais freqüentes na cultura do feijão-comum, deve-se precisar a dose e época corretas, de modo a propiciar boa nutrição da planta no momento em que ainda é possível aumentar o número de vagens por planta, ou seja, até o início do florescimento para recuperação da produtividade da cultura (CARVALHO et al., 2001). Nesse sentido, Stone e Moreira (2001) verificaram que o número de vagens por planta, massa de 100 sementes e produtividade do feijoeiro, responderam significativamente ao emprego de N, aplicados aos 35 dias após a emergência, sob o sistema de plantio direto. Constataram ainda que houve aumento na produtividade com o decorrer de vários anos de cultivo com o incremento das doses desse nutriente. Soratto et al. (2001) observaram que a aplicação de N em cobertura, aos 15, 25 e 35 dias após a emergência proporcionou melhor desenvolvimento e aumentos da produtividade de grãos em regime de cultivo irrigado, em sistema de plantio direto. Meira et al. (2005) relataram que o nitrogênio aumentou a produtividade de grãos e esta se correlacionou com o número de vagens por planta, sendo a dose de nitrogênio recomendada em cobertura de 164 kg ha^{-1} , independentemente da época de aplicação. Em contrapartida, Rapassi et al. (2003), testando 20, 40, 60, 80 e 100 kg ha^{-1} de N com duas fontes, uréia e nitrato de amônio, no sistema de plantio direto, constataram que não houve diferenças entre os níveis de produtividade, em função das doses de N aplicadas.

O efeito da aplicação de doses de nitrogênio em cobertura no feijão-comum (0, 25, 50, 75 e 100 kg ha^{-1}), sob diferentes sistemas de preparo de solo (convencional, mínimo e

direto) foi testado por Silva et al. (2004) sobre o florescimento pleno, matéria seca de plantas, número de vagens e de grãos por planta, número de grãos por vagem, massa de 100 grãos, ciclo, rendimento de grãos e teor de nitrogênio nas plantas, onde verificaram que o rendimento de grãos foi influenciado pelas doses de nitrogênio e incrementos significativos foram obtidos com a aplicação de 75 a 100 kg N ha⁻¹, sendo que os sistemas de preparo do solo não influenciaram no rendimento de grãos, embora o “cultivo mínimo” tenha se sobressaído nos dois primeiros anos.

Fullin et al. (1999) obtiveram maior produtividade de grãos secos no feijão-comum com a aplicação de 10 e 40 kg ha⁻¹ de N no plantio e em cobertura, respectivamente, associados a 20 g ha⁻¹ de Mo via foliar. Almeida et al. (2000) também constataram que a adubação nitrogenada em cobertura, proporcionou aumentos na sua produtividade, o mesmo não ocorrendo com a adubação foliar. Resultados semelhantes foram relatados por Crusciol et al. (2003), com um fornecimento de 25,0 kg ha⁻¹ de N na semeadura do feijão, cv. IAC-Carioca que proporcionou o aumento dos componentes da produção (número de sementes/planta e massa de 100 sementes) sem, no entanto, elevar a produtividade. Os autores enfatizaram ainda que a disponibilidade de N, pela adubação de cobertura, aumentou o tamanho das sementes.

A adubação nitrogenada na cultura do feijão-comum em várzeas tropicais propicia ao produtor ganho econômico considerável em razão da resposta da planta ao nutriente, onde a aplicação de parte do nitrogênio incorporada ao solo foi mais eficaz que a aplicação a lanço na superfície (SANTOS et al., 2003).

Os sistemas agrícolas influenciam as respostas do feijão-comum à adubação nitrogenada. Nesse sentido, Silva e Silveira (2000); Guerra et al. (2000); Stone e Moreira (2001); Santos et al. (2003) e Soratto et al. (2004) verificaram efeito positivo da fertilização nitrogenada, sendo que o feijão-comum respondeu a doses acima de 100 kg ha⁻¹ de N,

especialmente em sistemas de cultivo associados a outras tecnologias, como a irrigação, que exigem mais N.

A grande maioria dos solos brasileiros é de natureza ácida, de baixa fertilidade natural e com elevada capacidade de retenção de fósforo, levando a necessidade de aplicação de elevadas doses de fosfatos, contribuindo para o aumento nos custos de produção e redução dos recursos naturais não renováveis, que originam esses insumos (MOURA et al., 2001). Em função desses fatores, nas adubações é o fósforo que entra em maiores proporções (COUTINHO et al., 1993).

O fósforo é o nutriente que tem proporcionado as maiores e mais frequentes respostas das culturas. Entretanto, sua baixa disponibilidade no solo afeta negativamente o crescimento das plantas e sua produção (PASTORINI et al., 2000). Na cultura do feijão-comum, Miranda et al. (2000) constataram que quanto mais elevados forem os níveis de fósforo, maiores serão as produtividades, uma vez que houve resposta linear às doses de adubação fosfatada aplicadas a lanço, antes do plantio, de até 1.000 kg ha^{-1} de P_2O_5 . No feijão-vagem, Oliveira et al. (2005), estudando o efeito da adubação fosfatada alcançaram produtividade de $30,13 \text{ t ha}^{-1}$ de vagens empregando a dose de 252 kg ha^{-1} P_2O_5 e Pôrto et al. (2005) de $17,54 \text{ t ha}^{-1}$ de vagens na dose residual de 165 kg ha^{-1} de P_2O_5 .

O potássio é o primeiro macronutriente em ordem de extração na maioria das culturas, por favorecer a formação e translocação de carboidratos, uso eficiente da água pela planta, além de equilibrar a aplicação de nitrogênio, facilitar a absorção e utilização de outros nutrientes, a exemplo do cálcio, melhorar a qualidade do produto e o valor de mercado, sendo conhecido como o nutriente da qualidade, interfere na resistência ao armazenamento dos produtos, participa do aprimoramento do tamanho, da forma, do sabor, da cor e de suas propriedades culinárias (FILGUEIRA, 2000). Este nutriente é encontrado em grande quantidade nos folíolos jovens e vagem dos feijões de modo geral.

O feijão-comum, em condições favoráveis de cultivo, absorve quantidades significativas de potássio (ROSOLEM, 1996). No entanto, quando cultivado em condições deficientes desse nutriente, apresenta maturação lenta, perda de vigor e redução na produção de grãos (OLIVEIRA et al., 1996). No feijão-vagem, Silva (2005) obteve resposta da aplicação de potássio, alcançando produção de $171 \text{ g planta}^{-1}$ com 173 kg ha^{-1} de K_2O , e produtividade máxima de vagens de 25 t ha^{-1} com 168 kg ha^{-1} de K_2O e receita líquida de $11,27 \text{ t ha}^{-1}$ proporcionada pela dose de máxima eficiência econômica (163 kg ha^{-1} de K_2O).

A utilização de formulações de adubação com NPK, tem sido reportada com eficiência na elevação do rendimento no feijão-comum. Barbosa Filho e Silva (1994) obtiveram resposta significativa da adubação NPK, onde a dose máxima econômica foi de 359 kg ha^{-1} do adubo formulado 4-30-16, com produção de 2.234 kg ha^{-1} de grãos. Esses mesmos autores em (2000), atingiram a maior produtividade na dose de 400 kg ha^{-1} da fórmula 4-30-16 no plantio, mais 30 kg ha^{-1} de N em cobertura. Em estudos em Anápolis (GO) sobre o efeito da adubação NPK na produção de feijão-vagem, Peixoto et al. (2002) em ambiente modificado por sete doses da formulação 4-30-16 no plantio (0, 200, 400, 600, 800, 1000 e 1200 kg ha^{-1}) concluíram que as melhores respostas foram observados em solos com nível médio de fertilidade, tanto no ponto de vista econômico, como da melhoria das características de vagens (comprimento, diâmetro e teor de fibra).

Com relação ao feijão-fava (*Phaseolus lunatus*), ele se mostra bastante exigente em nutrientes minerais, principalmente potássio, nitrogênio, cálcio, fósforo e magnésio, chegando a retirar do solo 135, 91, 81, 30, e 11 kg ha^{-1} desses elementos, respectivamente (HESTER et al., 1951). Contudo, embora retire muito potássio do solo, é recomendado apenas adubação fosfatada no plantio. No entanto, se o teor de potássio do solo for baixo, deve-se incluir adubação potássica, como também, a nitrogenada, caso as

plantas apresentem-se amareladas (FILGUEIRA, 1981). Isso porque, a deficiência de nitrogênio nas fabáceas é caracterizada por um amarelecimento nas folhas velhas devido à translocação do elemento para as folhas jovens, sendo que com a escassez desse nutriente de forma prolongada, a planta demonstra clorose e produz poucas vagens e grãos pequenos (BALDISSERA e SCHERER, 1992), podendo a situação ser revertida através de adubação nitrogenada em cobertura (STONE e MOREIRA, 2001).

Alguns autores têm obtido resultados satisfatórios com a aplicação de NPK na cultura do feijão-fava. Vieira et al. (1992) em Viçosa (MG), obtiveram produtividade de 3,5 t ha⁻¹ de grãos, aplicando-se no plantio 100, 400 e 32 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. Yuyama (1982) em Manaus (AM) obteve produtividade variando de 1,0 a 2,1 t ha⁻¹ utilizando 32, 58 e 34 kg ha⁻¹ de nitrogênio, fósforo e potássio, respectivamente. Nos Estados Unidos, Sirait et al. (1994) alcançaram produtividade de 3,6 t ha⁻¹, em sistema de cultivo irrigado, empregando adubação mineral com NPK.

O emprego de NPK no feijão-fava é pouco estudado. Oliveira et al. (2004) estudaram o efeito de doses de fósforo sobre a sua produção e alcançaram rendimentos de grãos verdes (5,2 t ha⁻¹) e secos (2,7 t ha⁻¹) utilizando-se 309 e 302 kg ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente. Frazão et al. (2004) avaliando o crescimento do feijão-fava, em resposta a níveis desse nutriente e presença e ausência de calagem, em condições de telado, constataram que houve aumento na produção de matéria seca de vagens e grãos, com doses de até 300 mg kg⁻³ de fósforo e 1 g kg⁻¹ de calcário. Entretanto, os maiores teores de matéria seca nas folhas, foram verificados nas menores doses de fósforo (até 150 mg kg⁻³) na ausência de calagem. Os referidos autores afirmam que o efeito da adubação fosfatada foi realçado com a calagem, possivelmente diminuindo a fixação de fósforo pelo solo, aumentando, assim, a disponibilidade de fósforo para as plantas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de setembro de 2004 a maio de 2005, no Setor de Olericultura do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, localizado no município de Areia-PB (latitude 6°58'12" S e longitude 35°42'15" W e a uma altitude de 574,62 m). De acordo com a classificação bioclimática de Köppen, o clima é do tipo As' (BRASIL, 1972), o qual se caracteriza como quente e úmido, com chuvas de outono-inverno. A temperatura média anual oscila entre 23 e 24 °C, com variações mensais mínimas. As condições climáticas da região no período da realização do experimento foram as seguintes (Tabela 1).

Tabela 1 Dados climáticos de setembro de 2004 a maio de 2005, período de condução do experimento. CCA-UFPB, Areia, PB, 2006.

Meses	TMax	TMin	TM	UR	Prec
Setembro	26,7	18,7	21,3	85	51,1
Outubro	28,1	19,2	22,4	81	14,6
Novembro	29,4	19,5	23,0	77	13,5
Dezembro	29,8	19,9	23,4	77	14,3
Janeiro	30,6	20,8	24,2	77	53,7
Fevereiro	30,2	21,4	24,6	78	45,2
Março	31,1	21,5	24,8	78	25,7
Abril	28,9	21,5	24,1	84	57,1
Maio	26,4	20,4	22,8	88	246,5

Fonte: Estação meteorológica do CCA-UFPB, Areia, PB, 2006.

O solo da área experimental é um NEOSSOLO REGOLÍTICO psamítico típico (EMBRAPA, 1999), com as seguintes características químicas: pH em H₂O = 6,5; P disponível, 51,33 mg dm⁻³; K = 99,0 mg dm⁻³; Al trocável = 0,0 cmol_c dm⁻³; Ca + Mg = 2,25 cmol_c dm⁻³ e 11,61 g kg⁻¹ de matéria orgânica. O esterco bovino utilizado possuía as seguintes características químicas: P = 5,2 g kg⁻¹; K = 4,9 g kg⁻¹; N = 3,2 g kg⁻¹; matéria orgânica = 112,07 g dm⁻³ e relação C/N = 14/1.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, em esquema fatorial 6 x 2, com seis doses de esterco bovino (0, 10, 20, 30, 40 e 50 t ha⁻¹) e presença e ausência de NPK, com quatro repetições. A parcela experimental com área de 4 m² foi constituída de 40 plantas tutoradas pelo método de varas cruzadas, espaçadas de 1,00 x 0,50 m, sendo 20 plantas selecionadas para a colheita de vagens imaturas e 20 para a colheita de vagens secas. A área experimental foi preparada por meio de roço, capinas, levantamento de leirões e abertura de covas, com uso de enxadas. A semeadura ocorreu no dia 28 de setembro de 2004, onde foram colocadas cinco sementes por cova da cultivar “Raio de Sol”, realizando-se desbaste para duas plantas, aos 15 dias após a semeadura.

A adubação constou da aplicação das doses de esterco bovino definidas no delineamento experimental, quinze dias antes da semeadura. Nos tratamentos que receberam NPK, foram fornecidos, no plantio, 30 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato simples) e 60 kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio) e, em adubação de cobertura 30 kg ha⁻¹ de N (sulfato de amônio), parcelado, sendo 50 % aos 30 e 50 % aos 60 dias, após a semeadura.

Durante a condução da cultura foram realizadas capinas manuais com auxílio de enxadas e irrigações pelo sistema de aspersão convencional nos períodos da ausência de

precipitações. Não foi realizado controle fitossanitário em decorrência de ausência de pragas e doenças capazes de prejudicar o desenvolvimento do feijão-fava.

As colheitas, em número de quatorze, foram realizadas semanalmente de forma manual, com início em fevereiro de 2005 e prolongando-se até maio desse mesmo ano. Foram colhidas vagens ainda imaturas, para avaliação do rendimento de vagens e de grãos verdes e vagens secas, para avaliação de grãos secos.

3.1. Variáveis estudadas

3.1.1. Comprimento de vagens

O comprimento de vagens foi determinado pela medição de 30 vagens por tratamento, com auxílio de paquímetro digital.

3.1.2. Número e produção de vagens e de grãos por planta

Corresponderam à contagem e pesagem de todas as vagens e de grãos colhidos em cada tratamento, dividido pelo número de plantas avaliadas.

3.1.3. Produtividade de vagens e de grãos verdes e secos

A produtividade de vagens foi determinada pela pesagem de todas as vagens colhidas e a de grãos verdes e secos, pela pesagem dos grãos após a debulha das vagens verdes e secas, respectivamente, sendo os dados transformados para tonelada por hectare.

3.1.4. Teores de NPK no tecido foliar

Amostras de 20 folhas do terço mediano da planta foram coletadas aos 80 dias após a semeadura e foram encaminhadas para o Laboratório de Química e Fertilidade do Solo, da Universidade Federal da Paraíba do Centro de Ciências Agrárias, Areia, PB, para determinação dos teores de NPK no tecido foliar. As folhas foram secas em estufa com circulação de ar forçada, regulada a 60-65°C, até atingir peso constante para determinação dos teores de NPK, conforme metodologia de Tedesco et al. (1995).

3.2. Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o teste F para verificar o efeito dos tratamentos. Foram realizadas análises de regressão polinomial, onde se testou os efeitos linear, quadrático, cúbico e quártico das características, em função dos tratamentos, sendo selecionado para expressar o seu comportamento, o modelo significativo de maior ordem e que apresentou maior valor de determinação. Também foram determinados os coeficientes de correlação simples. Nas análises estatísticas foi empregado o programa software SAEG (SAEG, 2000), desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa (MG).

3.3 Análise econômica

A avaliação econômica dos tratamentos foi a partir das equações de segundo grau ajustadas. Calcularam-se as doses de esterco bovino aplicadas no solo que proporcionaram produtividade de máxima eficiência econômica. Entretanto, a fim de atenuar os problemas de variação cambial, para as doses de esterco bovino, foi levada em

consideração uma relação de troca ao invés de moeda corrente, igualando-se a derivada segunda das equações de regressão representativas das doses de esterco bovino, às relações entre preços do produto e do insumo (Raij, 1991; Natale et al., 1996), vigentes em Areia-PB, em outubro de 2005, buscando-se assim dados mais estáveis, por meio da relação de $dy/dx = a_1 + 2a_2x$. A dose mais econômica (X') foi então calculada pela equação:

$$x' = \frac{a_1 \text{ relação de equivalência}}{2(-a_2)}$$

Nesta pesquisa, os valores utilizados para as variáveis vagens, grãos secos e esterco bovino, foram: R\$ 0,50/kg de vagens, R\$ 1,50/kg de grãos secos e R\$ 0,043/kg de esterco bovino. Dessa forma, a “moeda” utilizada nos cálculos da dose econômica de esterco bovino, foi a própria vagem e grãos. Assim, as relações de equivalência entre o quilograma de esterco bovino e o quilograma de vagens e grãos foram de 0,086 e 0,029, respectivamente, ressaltando, porém, que o preço do quilograma de vagens e grãos correspondeu ao utilizado pelo produtor e, que essa relação de preços pode variar a cada ano, conforme a demanda e oferta.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Comprimento de vagens

Constatou-se efeito significativo apenas para as doses de esterco bovino, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F, para o comprimento de vagens. No entanto, o desdobramento da interação esterco bovino e NPK revelou que as médias se ajustaram a modelos linear e quadrático de regressão, em função das doses de esterco bovino na ausência e presença de NPK, respectivamente (Tabela 2).

O comprimento máximo estimado de vagens do feijão-fava, em função de emprego de esterco bovino na presença e ausência de NPK, foi igual a 8,7 cm. Contudo, na presença de NPK, foi necessário o emprego de 19,5 t ha⁻¹ de esterco bovino contra 17,5 t ha⁻¹, na sua ausência (Figura 1), o que pode indicar que a fertilização apenas com esterco bovino é suficiente para incrementar o desenvolvimento de vagens, isso porque Santos et al. (2002) obtiveram vagens com comprimento de 8,4 cm nessa leguminosa, em função da adubação balanceada com NPK.

No feijão-vagem, pertencente à mesma família do feijão-fava, foi verificado incremento do comprimento de vagens, em função da nutrição orgânica e mineral. Nesse sentido, Santos et al. (2001) constataram aumento no comprimento com elevação de doses de esterco de galinha, bovino e caprino. Oliveira et al. (2001a) buscando estabelecer uma adubação equilibrada, concluíram que 20 t ha⁻¹ de esterco bovino mais adubação NPK, proporcionou o maior comprimento de vagens. Tavares Sobrinho (2001) obteve comprimento máximo de vagens com 51,3 kg ha⁻¹ de N e Silva (2005) verificou que 250 kg ha⁻¹ de K₂O resultou em um comprimento máximo de vagens. Por outro lado, Silva

(2002) e Araújo (2000) não obtiveram resposta para o comprimento de vagens com o uso de fontes e doses de N e doses crescentes de esterco suíno e NPK, respectivamente. Noronha (2000) verificou redução no comprimento de vagens em função de doses de esterco bovino.

Tabela 2. Resumo das análises de variância e de regressão do comprimento de vagens (CV) de feijão-fava, em função de doses de esterco bovino e NPK. CCA-UFPB, Areia, 2006.

Fontes de Variação	GL	Quadrado Médio
		CV
Bloco	3	0,288 ^{NS}
Esterco bovino (EB)	5	2,308 ^{**}
NPK	1	0,000 ^{NS}
EB x NPK	5	0,057 ^{NS}
EB/Sem NPK	(5)	-
Efeito linear	1	3,102 ^{**}
Efeito quadrático	1	2,938 ^{**}
Efeito cúbico	1	0,003 ^{NS}
Efeito quártico	1	0,010 ^{NS}
Falta de ajuste	1	0,673 [*]
EB/Com NPK	(5)	-
Efeito linear	1	1,629 ^{**}
Efeito quadrático	1	3,251 ^{**}
Efeito cúbico	1	0,030 ^{NS}
Efeito quártico	1	0,083 ^{NS}
Falta de ajuste	1	0,107 ^{NS}
Resíduo	33	0,11067
CV%	-	4,02

* significativo ($p < 0.05$); ** significativo ($p < 0,01$); ^{NS} não significativo pelo teste F.

CV% = coeficiente de variação

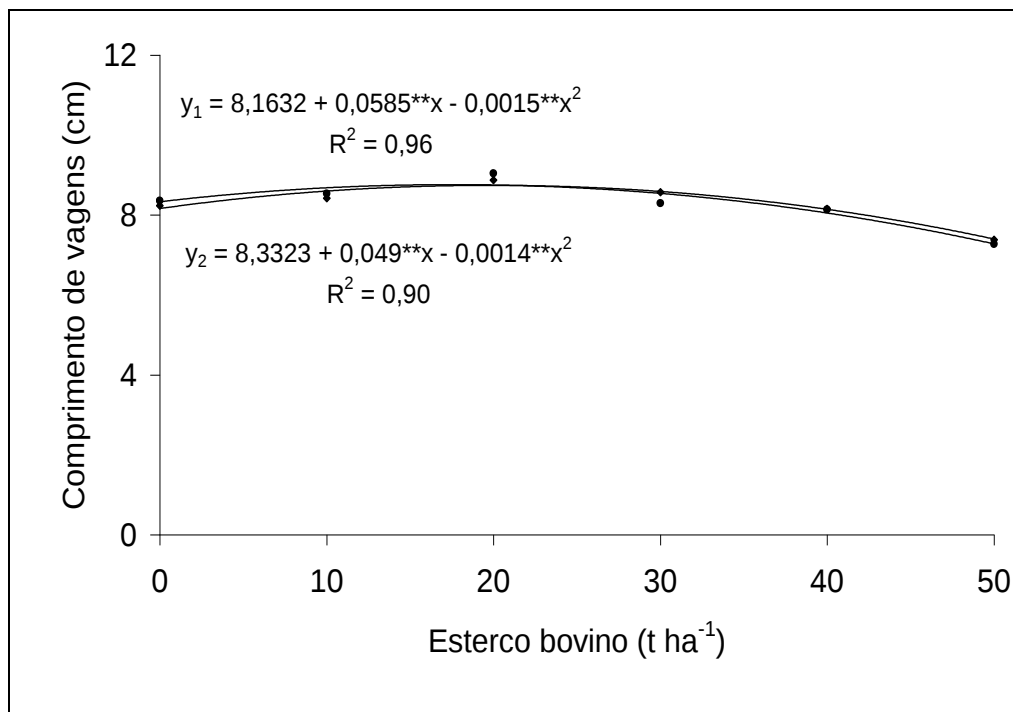


Figura 1. Comprimento de vagens de feijão-fava, cultivar “Raio-de-Sol”, em função de doses de esterco bovino e presença (y_1) e ausência (y_2) de adubação mineral com NPK. CCA-UFPB. Areia, PB, 2006.

4.2 Número de vagens e produção de vagens e de grãos por planta

Foram verificados efeitos significativos do esterco bovino e NPK e da interação entre eles, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F, para as variáveis número de vagens e produção de vagens e de grãos por planta (Tabela 3). Quando foi realizado o desdobramento da interação, constatou-se ajuste das médias aos modelos linear, quadrático e cúbico de regressão, em função das doses de esterco bovino na ausência de NPK, enquanto que na sua presença, as médias ajustaram-se a modelos linear, quadrático e quártico. Entretanto, foi escolhido o modelo quadrático para explicar os resultados, por apresentar maior coeficiente de determinação (R^2).

Tabela 3. Resumo das análises de variância e de regressão do número de vagens (NVP) e produção de vagens (PVP) e grãos (PGP) por planta de feijão-fava, em função de doses de esterco bovino e NPK. CCA-UFPB, Areia, 2006.

Fontes de variação	GL	Quadrado Médio		
		NVP	PVP	PGP
Blocos	3	98,395 ^{NS}	124,175 ^{NS}	9,714 ^{NS}
Esterco bovino (EB)	5	1435,432 **	8360,221 **	951,609 **
NPK	1	239,235 **	1827,431 **	154,873 **
EB x NPK	5	171,243 **	529,038 **	765,662 **
EB/Sem NPK	(5)	-	-	-
Efeito linear	1	525,859 **	1000,220 **	3038,912 **
Efeito quadrático	1	2521,292 **	14026,60 **	272,431 **
Efeito cúbico	1	582,173 **	1040,856 **	843,939 **
Efeito quártico	1	22,923 ^{NS}	889,935 **	15,518 ^{NS}
Falta de ajuste	1	59,954 ^{NS}	2246,120 **	850,526 **
EB/Com NPK	(5)	-	-	-
Efeito linear	1	1343,431 **	3664,438 **	123,293 **
Efeito quadrático	1	1606,543 **	14764,60 **	2382,031 **
Efeito cúbico	1	0,036 ^{NS}	141,593 ^{NS}	0,945 ^{NS}
Efeito quártico	1	897,953 **	5824,063 **	1037,916 **
Falta de ajuste	1	473,159 **	847,564 **	21,605 ^{NS}
Resíduo	33	35,19783	54,78302	10,24808
CV%	-	21,24	8,28	14,75

* significativo ($p < 0.05$); ** significativo ($p < 0,01$); ^{NS} não significativo pelo teste F.

CV% = coeficiente de variação

As doses de 18,3 e 21,7 t ha⁻¹ de esterco bovino foram responsáveis pelos números máximos de 41 e 38 vagens por planta na presença e ausência de NPK, respectivamente. Esses resultados superaram aquele obtido por Yuyama (1982) em feijão-fava quando em condições de adubação balanceada com NPK, observou a formação de 24 vagens por planta, e pode indicar que um manejo nutricional adequado é essencial para garantir incrementos no número de vagens por planta no feijão-fava. Isso porque, de acordo com Calvache et al. (1995), o número de vagens por planta nos feijões, é o componente da produção mais influenciado pela adubação.

Outros autores têm observado respostas de algumas culturas quanto ao número de vagens por planta, em função tanto da adubação orgânica, quanto da adubação mineral. Nesse sentido, Araújo (2000) obteve número máximo de vagens por planta no feijão-vagem (34 vagens), utilizando adubação orgânica. Araújo et al. (2001) obtiveram 34 vagens por planta empregando adubação orgânica e mineral, enquanto Pôrto (2004) verificou número máximo de 26 vagens por planta, em função da adubação fosfatada. No feijão-comum Soratto et al. (2004) constatou elevação no número de vagens por planta, em função da aplicação de doses crescentes de N.

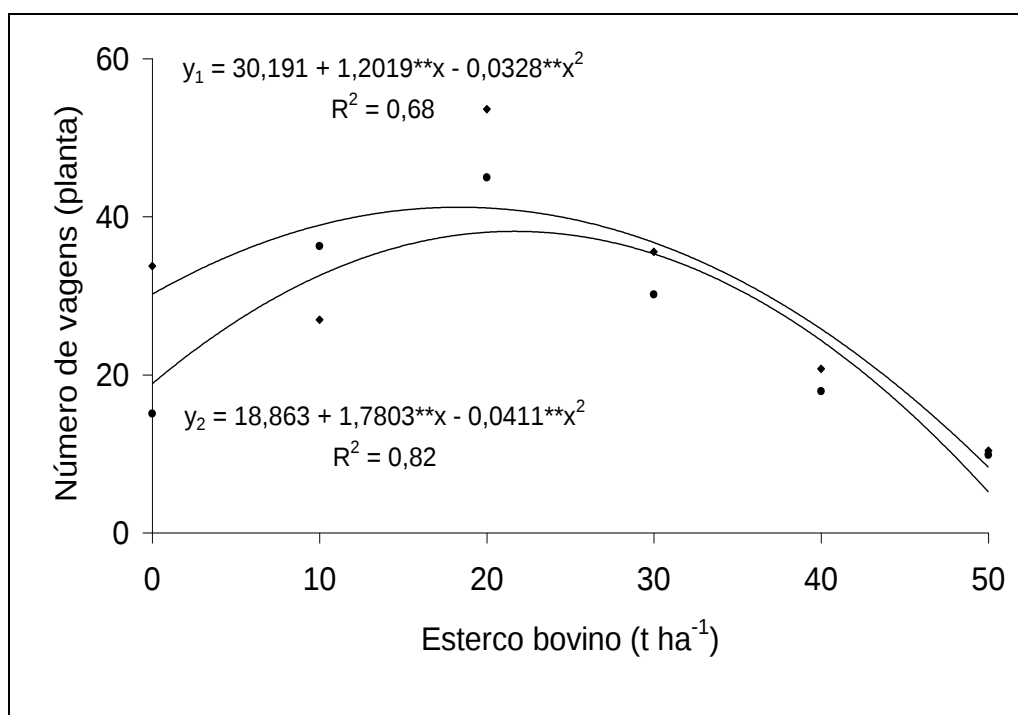


Figura 2. Número de vagens por planta de feijão-fava, cultivar “Raio-de-Sol”, em função de doses de esterco bovino e presença (y₁) e ausência (y₂) de adubação mineral com NPK. CCA-UEPB. Areia, PB, 2006.

Em relação à produção de vagens e de grãos secos por planta, foram observados valores máximos de 125,9 e 35,3 g, respectivamente, utilizando-se 21,4 e 26,6 t ha⁻¹ de esterco bovino, na presença de NPK. Na sua ausência, a produção máxima de vagens de 111,9 g, foi alcançada com 23,0 t ha⁻¹ de esterco bovino e produção média de 19,2 g de grãos por planta, em função das doses de esterco bovino (Figuras 3 e 4). Efeitos positivos da nutrição sobre a produção de vagens em outros feijões têm sido também observados por alguns autores. Em feijão-vagem, Noronha (2000) alcançou produção de vagens de 335 g utilizando 20 t ha⁻¹ de esterco bovino e Tavares Sobrinho (2001) obteve 720 g empregando 54 kg ha⁻¹ de N. No feijão-caupi, Lisboa (2003) atingiu 224 e 197 g na presença e ausência de NPK, respectivamente.

Embora tenha sido necessário o fornecimento de menor quantidade de esterco bovino para obtenção de produção de vagens na ausência de NPK, a forma ideal de

fertilização do feijão-fava para incrementar as produções de vagens e de grãos secos por planta deverá ser através da aplicação de matéria orgânica e NPK.

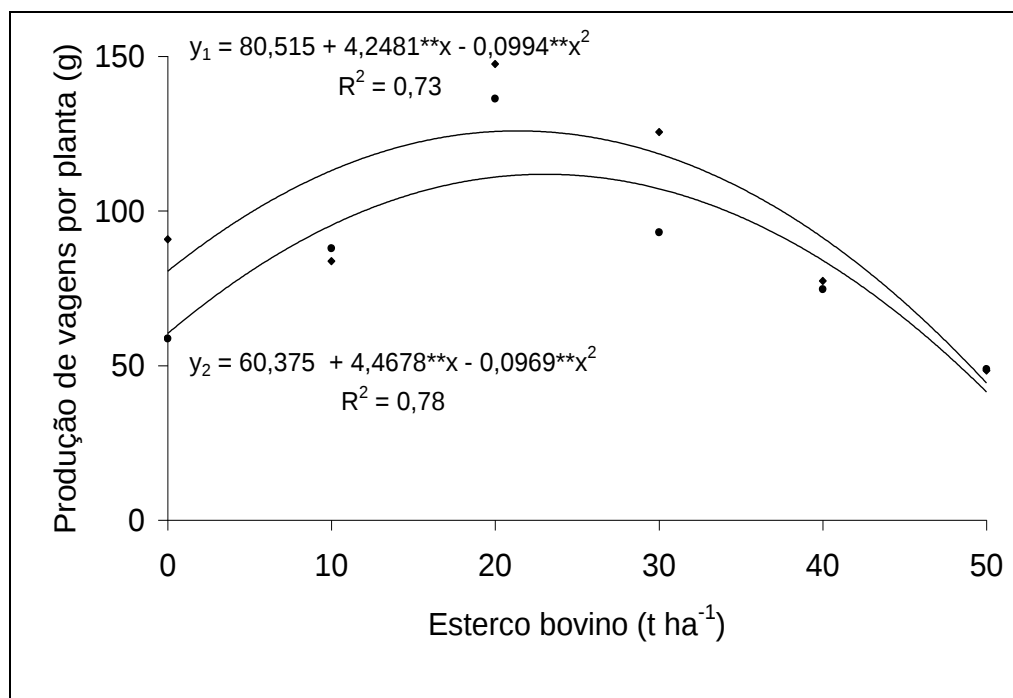


Figura 3. Produção de vagens por planta de feijão-fava, cultivar “Raio-de-Sol”, em função de doses de esterco bovino e presença (y₁) e ausência (y₂) de adubação mineral com NPK. CCA-UFPB. Areia, PB, 2006.

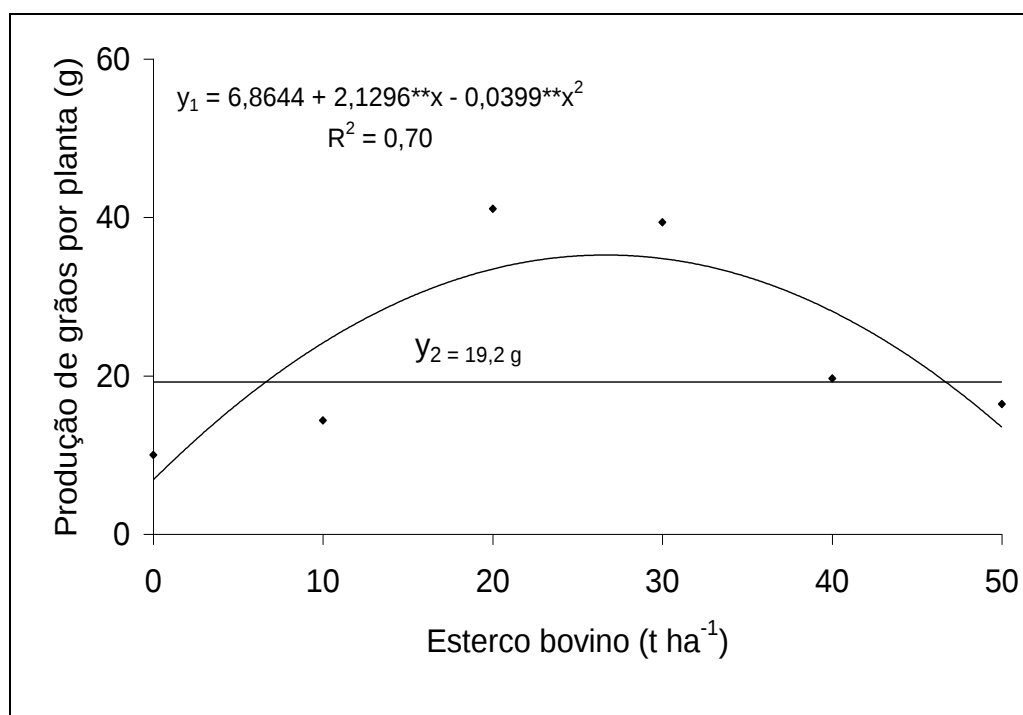


Figura 4. Produção de grãos por planta de feijão-fava, cultivar “Raio-de-Sol”, em função de doses de esterco bovino e presença (y_1) e ausência (y_2) de adubação mineral com NPK. CCA-UFPB. Areia, PB, 2006.

4.3 Produtividade de vagens e de grãos verdes e secos

Os resumos das análises de variância e de regressão para produtividade de vagens e de grãos verdes e secos, revelaram efeitos significativos da aplicação de esterco bovino e do NPK e da interação entre eles, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F (Tabela 4). Quando foi efetuado o desdobramento da interação, verificou-se que suas médias ajustaram-se a modelos linear, quadrático, cúbico e quártico de regressão, em função das doses de esterco bovino na ausência de NPK, enquanto que na sua presença, as médias ajustaram-se a modelos linear, quadrático e quártico. No entanto, decorrente do maior valor para o coeficiente de determinação (R^2), optou-se pelo ajuste dos dados ao modelo quadrático.

Tabela 4. Resumo das análises de variância e de regressão da produtividade de vagens (PV), grãos verdes (PGV) e secos (PGS) de feijão-fava, em função de doses de esterco bovino e NPK. CCA-UFPB, Areia, 2006.

Fontes de variação	GL	Quadrado Médio		
		PV	PGV	PGS
Blocos	3	1,252 ^{NS}	1,626*	0,095 ^{NS}
Esterco bovino (EB)	5	83,614**	75,481**	9,535**
NPK	1	18,106**	18,044**	1,552**
EB x NPK	5	5,274**	5,196**	7,667**
EB/Sem NPK	(5)	-	-	-
Efeito linear	1	10,192**	11,890**	30,492**
Efeito quadrático	1	140,534**	135,674**	2,745**
Efeito cúbico	1	10,315**	12,416**	8,417**
Efeito quártico	1	8,904**	3,979**	0,149 ^{NS}
Falta de ajuste	1	22,540**	19,752**	8,507**
EB/Com NPK	(5)	-	-	-
Efeito linear	1	36,692**	34,461**	1,234**
Efeito quadrático	1	147,234**	124,879**	23,851**
Efeito cúbico	1	1,428 ^{NS}	1,183 ^{NS}	0,001 ^{NS}
Efeito quártico	1	58,233**	47,060**	10,394**
Falta de ajuste	1	8,367**	12,086**	0,219 ^{NS}
Resíduo	33	0,54865	0,57936	0,10202
CV%		8,30	9,88	14,76

* significativo ($p < 0.05$); ** significativo ($p < 0,01$); ^{NS} não significativo pelo teste F.

CV% = coeficiente de variação

As doses de 21,4 e 23,0 t ha⁻¹ de esterco bovino, foram responsáveis pela produtividade máxima de vagens (12,6 e 11,2 t ha⁻¹), na presença e ausência de NPK, respectivamente (Figuras 5), enquanto as doses de 21,3 e 22,9 t ha⁻¹ de esterco bovino proporcionaram produtividades máximas de grãos verdes de 11,1 e 9,9 t ha⁻¹, respectivamente, na presença e ausência de NPK (Figura 6).

A combinação de esterco bovino e NPK proporcionou incrementos de 1,4 e 1,2 t ha⁻¹ de vagens e de grãos verdes, respectivamente, em relação ao emprego apenas de esterco bovino, o que pode indicar que essa é a forma mais recomendada para a fertilização do feijão-fava. Contudo, o uso apenas de esterco bovino poderá também atender a esse propósito, isso porque a produtividade máxima de grãos verdes obtida com seu uso isolado superou aquela alcançada por Oliveira et al. (2004) de 5,2 t ha⁻¹ de grãos verdes, empregando 20 t ha⁻¹ de esterco bovino e NPK.

Resultados de aumentos de produtividade de vagens também foram verificados por vários autores, em função da adubação orgânica e mineral. No feijão-vagem, Santos et al. (2001) alcançaram 20, 23 e 19 t ha⁻¹ utilizando 13, 23 e 16 t ha⁻¹ dos estercos de galinha, bovino e caprino, respectivamente. Silva (2002) obteve 32,9 t ha⁻¹ ao utilizar 49 kg ha⁻¹ de N. Silva (2005) constatou 25 t ha⁻¹ ao empregar 168 kg ha⁻¹ de K₂O. Oliveira et al. (2005) empregando 252 kg ha⁻¹ P₂O₅, colheram 30,13 t ha⁻¹ e Pôrto et al. (2005) obtiveram 17,54 t ha⁻¹ na dose residual de 165 kg ha⁻¹ de P₂O₅. No feijão-caupi Lisboa (2003) verificou rendimento de vagens de 10,4 e 9,5 t ha⁻¹, na presença e ausência de adubação mineral, respectivamente, e Oliveira et al. (2001b) verificaram 9,6 e 6,8 t ha⁻¹ de vagens e de grãos verdes, utilizando, respectivamente, 25 e 17 t ha⁻¹ de esterco bovino x NPK.

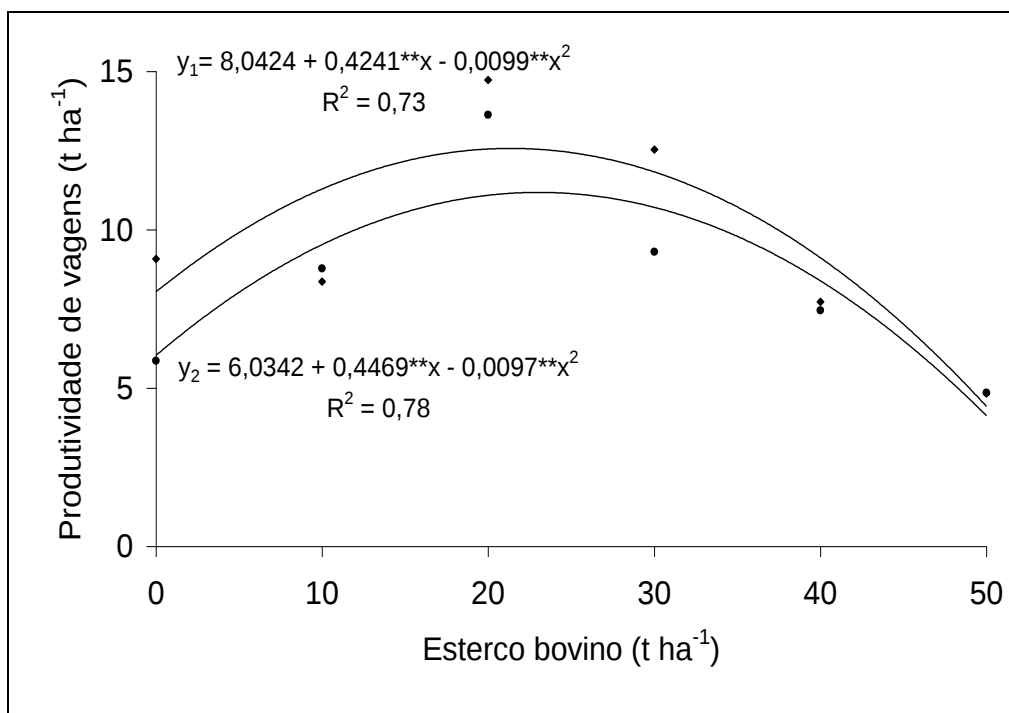


Figura 5. Produtividade de vagens de feijão-fava, cultivar "Raio-de-Sol", em função de doses de esterco bovino e presença (y₁) e ausência (y₂) de adubação mineral com NPK. CCA-UFPB. Areia, PB, 2006.

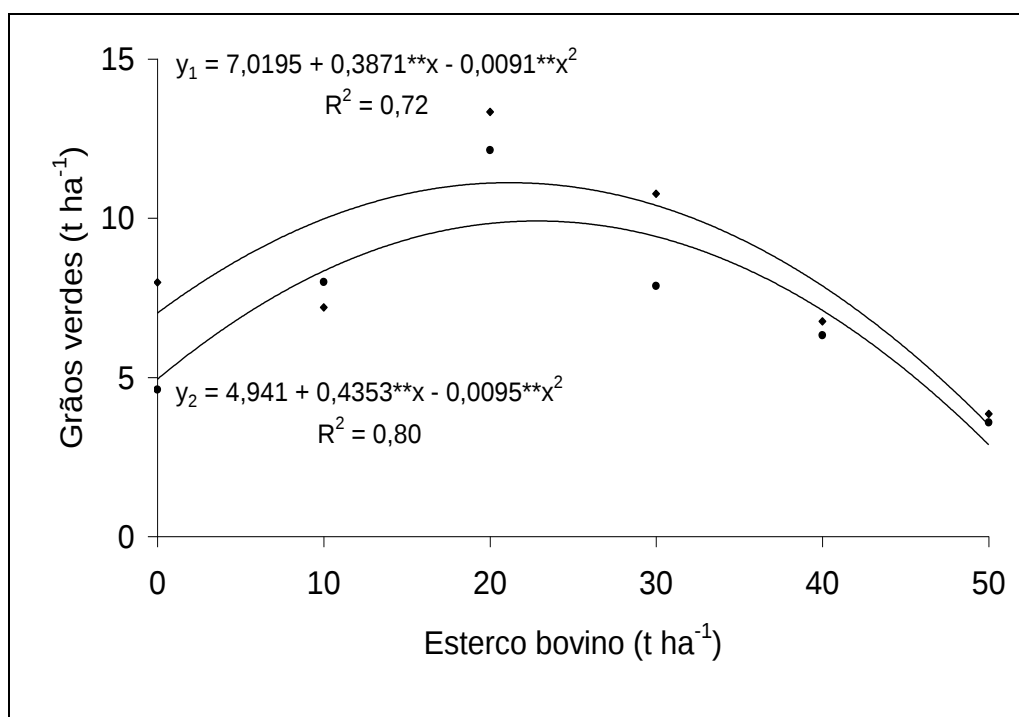


Figura 6. Produtividade de grãos verdes de feijão-fava, cultivar "Raio-de-Sol", em função de doses de esterco bovino e presença (y₁) e ausência (y₂) de adubação mineral com NPK. CCA-UFPB. Areia, PB, 2006.

Quanto à produtividade de grãos secos, ocorreu rendimento máximo de $3,5 \text{ t ha}^{-1}$ com a dose de $26,6 \text{ t ha}^{-1}$ de esterco bovino na presença de NPK, enquanto que na sua ausência, obteve-se produtividade média de $2,0 \text{ t ha}^{-1}$, em função das doses de esterco bovino (Figura 7). Esses resultados demonstram boa produtividade do feijão-fava nas condições de Areia-PB, em virtude do resultado obtido pelo uso de esterco bovino e NPK ter sido semelhante àquele obtido por Sirait et al. (1994) nos Estados Unidos de $3,6 \text{ t ha}^{-1}$ e igual ao de Vieira et al. (1992) de $3,5 \text{ t ha}^{-1}$, nas condições do Estado de Minas Gerais. Com o uso apenas de esterco bovino, a produtividade média superou aquelas obtidas por Yuyama (1982), $1,0$ a $2,1 \text{ t ha}^{-1}$ e por Santos et al. (2002), $0,29$ a $0,85 \text{ t ha}^{-1}$, com a mesma cultivar empregada nessa pesquisa, utilizando plantas de milho com tutor, irrigação complementar e adubação com NPK.

Se compararmos os resultados obtidos nessa pesquisa, com aqueles alcançados por Santos et al. (2002), verifica-se que o esterco bovino empregado de forma isolada, também foi eficiente para aumentar a produtividade de grãos no feijão-fava. Esse fato é muito importante para os pequenos produtores, isso porque a adubação orgânica é a única forma de fertilização vegetal utilizada pela maioria desses produtores. No entanto, como o emprego do NPK proporcionou um incremento de $1,5 \text{ t ha}^{-1}$ de grãos, pode indicar que uma adubação balanceada com matéria orgânica e NPK, deve ser a forma recomendada para a fertilização do feijão-fava, quando se almeja obter maiores rendimentos.

No feijão-comum, Pereira (1984) e Scherer e Bartz (1984) obtiveram respostas positivas no rendimento com o uso da adubação orgânica. Ben et al. (1982); Vieira (1988) e Pereira et al. (1988) com adubação organomineral; Stone e Moreira (2001); Soratto et al. (2001) e Meira et al. (2005) empregando adubação nitrogenada. Já Almeida et al. (2000) não obtiveram resposta da aplicação de N via foliar sobre o rendimento e Rapassi et al.

(2003) não constatarem diferença de produtividade em função do emprego de diferentes fontes e doses de N. No feijão-caupi, Lisboa (2003) obteve 1,6 e 1,4 t ha⁻¹ de grãos na presença e ausência de adubação mineral, respectivamente e Oliveira et al. (2001b) alcançaram 3,0 t ha⁻¹ de sementes.

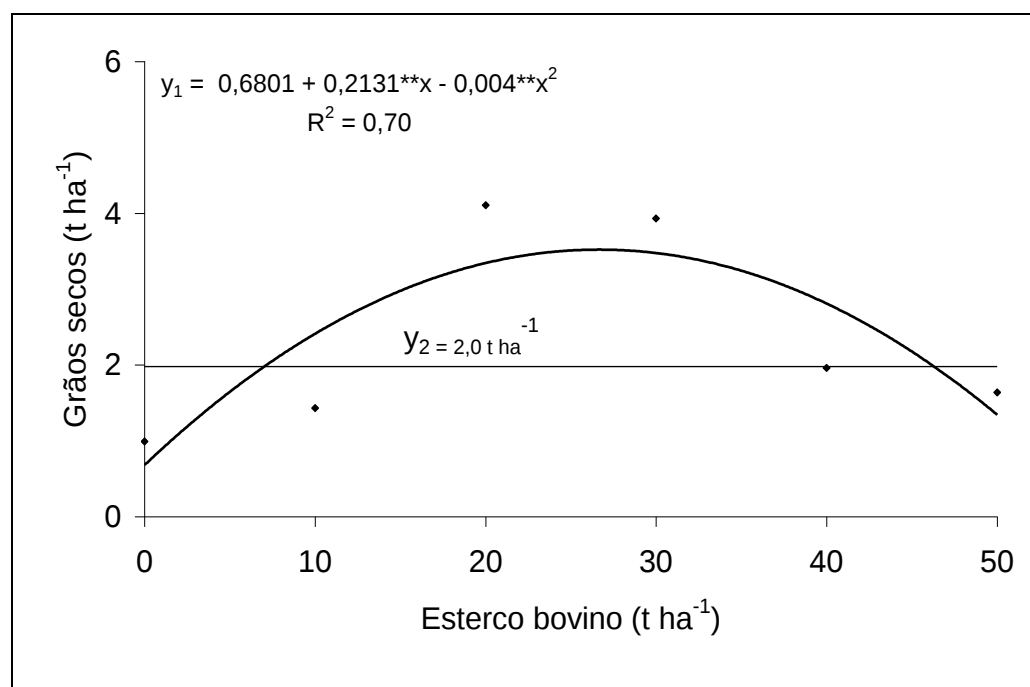


Figura 7. Produtividade de grãos secos de feijão-fava, cultivar “Raio-de-Sol”, em função de doses de esterco bovino e presença (y_1) e ausência (y_2) de adubação mineral com NPK. CCA-UFPB. Areia, PB, 2006.

Uma vez que o experimento foi instalado em solo com teores elevados de P e K, acredita-se que os efeitos benéficos do esterco bovino sobre os componentes de produção (número e produção de vagens e de grãos por planta; produtividade de vagens e de grãos verdes e secos), na presença e ausência de NPK, devam-se não somente ao suprimento de nutrientes, mas também à melhoria de outros constituintes da fertilidade do solo, no fornecimento de água por melhorar a retenção de umidade no solo (ASANO, 1986), no aumento da porosidade do solo, por elevar a quantidade de bactérias e,

conseqüentemente, aumentar a atividade microbiana (ARAÚJO et al., 1999), melhorando o arranjo da estrutura do solo por meio de formação de complexos húmus-argilosos e consequente aumento na CTC (MARCHESINI et al., 1988; YAMADA e KAMATA, 1989), proporcionando melhor aproveitamento do esterco bovino, do NPK e dos nutrientes inicialmente presentes no solo.

A matéria orgânica também pode favorecer a liberação de P, K e Ca (ARAÚJO et al., 1999) e manter o fósforo e outros nutrientes essenciais de forma disponível e absorvível pelas plantas (Tibau, 1983). Essas condições provavelmente favoreceram o desenvolvimento do feijão-fava, constatado pelas altas produtividades apresentadas e que para solos com características semelhantes ao da presente pesquisa o esterco bovino aplicado de forma isolada ou associado ao NPK garante adequado desenvolvimento do feijão-fava.

A estabilização e queda na produção do feijão-fava nas doses de esterco bovino, na presença e ausência de NPK, acima daquelas responsáveis pelos máximos valores podem ser devidas ao excesso de nutrientes fornecidos à cultura (MALAVOLTA, 1989; HUETT, 1989; SMITH e HADLEY, 1989), proporcionando possivelmente, desequilíbrio nutricional, prejudicando a absorção de nutrientes essenciais ao feijão-fava, resultando em menor rendimento.

Resultados de pesquisas têm mostrado que o nitrogênio e o potássio são os elementos que o feijoeiro retira do solo em maiores quantidades; embora o fósforo, cálcio, magnésio e enxofre sejam também extraídos em quantidades consideráveis (GUEDES e JUNQUEIRA NETO, 1978) e que o excesso de nitrogênio pode ocasionar um desenvolvimento vegetativo acentuado em detrimento da produção (OLIVEIRA, 1982).

4.4 Análise econômica

As curvas de resposta ao esterco bovino aplicado no solo na presença e ausência de NPK, foi de natureza quadrática (Figuras 5 e 7). Utilizando-se as equações de regressão nelas representadas e com base em Raij (1991) e Natale et al. (1996), foi possível calcular as doses mais econômicas de esterco bovino, para as produtividades de vagens, e de grãos secos, pela seguinte equação:

$$x' = \frac{a_1 \text{ relação de equivalência}}{2(-a_2)}$$

De acordo com Natale et al. (1996), a dose mais econômica, que define a quantidade de fertilizante ou nutriente a se aplicar para a obtenção máxima de receita por área, corresponde a um ponto em que esta quantidade aplicada proporciona a máxima distância entre a linha de custo do insumo e a curva de resposta. Por outro lado, a máxima eficiência técnica, M.E.T., (obtida ao igualar a primeira derivada à zero) representa a dose de fertilizante em que a resposta da produção atinge o máximo. No caso desta pesquisa, as doses mais econômicas para produtividade de vagens são 17,0 e 18,6 t ha⁻¹ de esterco bovino, na presença e ausência de NPK, respectivamente, e para a produtividade de grãos secos, 23,0 t ha⁻¹ de esterco bovino (Tabela 5).

Tabela 5. Resumo da análise econômica da produtividade de vagens e de grãos secos. CCA-UFPB, Areia, 2006.

Variáveis	Análise econômica			
	Doses econômicas	Aumento de produção	Receita	
			Produto	R\$
Vagens				
Presença	17,0	4,35	2,88	1.440
Ausência	18,6	4,96	3,36	1.680
Grãos secos				
Presença	23,0	2,78	2,12	3.180

A receita prevista, devido à aplicação do esterco bovino, pode ser calculada pelo aumento de produção proporcionado pelas doses econômicas, custo do fertilizante e pela receita obtida. Igualando-se a derivada primeira à zero, pôde-se calcular o aumento de produção proporcionado pelo esterco bovino na presença e ausência de NPK. Para produtividade de vagens o esterco bovino na presença e ausência de NPK, proporcionou, respectivamente, aumentos de 4,35 e 4,96 t ha⁻¹ de vagens e proporcionou aumento de 2,78 t ha⁻¹ de grãos secos na presença de NPK. Deduzindo-se o custo de aquisição das doses econômicas de esterco bovino, 17,0 t ha⁻¹ (1,47 t de vagens), 18,6 t ha⁻¹ (1,60 t de vagens) e 23,0 t ha⁻¹ (0,66 t de grãos secos), obteve-se uma receita prevista de 2,88 (R\$ 1.440) e 3,36 (R\$ 1.680) t ha⁻¹ de vagens na presença e ausência de NPK, respectivamente, e de 2,12 (R\$ 3.180) t ha⁻¹ de grãos secos.

As doses de máxima eficiência econômica representaram 79 e 80% da produtividade máxima de vagens, na presença e ausência de NPK, respectivamente, e 93% da produtividade máxima de grãos secos. Esses resultados demonstram a viabilidade econômica do emprego do esterco bovino no feijão-fava, tanto na presença, como na ausência de NPK.

4.5 Teores de NPK no tecido foliar

Houve efeito significativo apenas das doses de esterco bovino sobre os teores de nitrogênio e potássio no tecido foliar enquanto as análises de regressão evidenciaram efeitos linear e quadrático para o teor de nitrogênio e quadrático para o teor de potássio, em função das doses de esterco bovino na ausência de NPK. Na presença de NPK, houve efeito linear, quadrático e cúbico para o teor de potássio (Tabela 6).

Tabela 6. Resumo das análises de variância e de regressão dos teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) no tecido foliar de feijão-fava, em função de doses de esterco bovino e NPK. CCA-UFPB, Areia, 2006.

Fontes de variação	GL	Quadrado Médio		
		N	P	K
Blocos	3	3,334 ^{NS}	0,276 ^{NS}	19,834 *
Esterco bovino (EB)	5	38,449 **	0,255 ^{NS}	39,569 **
NPK	1	99,648 ^{NS}	0,354 ^{NS}	9,892 ^{NS}
EB x NPK	5	28,594 ^{NS}	0,110 ^{NS}	27,631 ^{NS}
EB/Sem NPK	(5)	-		
Efeito linear	1	54,852 *	0,000 ^{NS}	2,891 ^{NS}
Efeito quadrático	1	209,176 **	0,431 ^{NS}	28,038 *
Efeito cúbico	1	1,015 ^{NS}	0,355 ^{NS}	2,233 ^{NS}
Efeito quártico	1	5,985 ^{NS}	0,291 ^{NS}	5,724 ^{NS}
Falta de ajuste	1	23,211 ^{NS}	0,004 ^{NS}	27,586 *
EB/Com NPK	(5)	-		
Efeito linear	1	0,170 ^{NS}	0,102 ^{NS}	110,780 **
Efeito quadrático	1	10,686 ^{NS}	0,294 ^{NS}	25,190 *
Efeito cúbico	1	9,861 ^{NS}	0,132 ^{NS}	25,043 *
Efeito quártico	1	11,559 ^{NS}	0,137 ^{NS}	52,252 ^{NS}
Falta de ajuste	1	8,698 ^{NS}	0,079 ^{NS}	56,256 **
Resíduo	33	9,74415	0,22909	5,99461
CV%		5,88	12,63	13,53

*significativo (p<0.05); ** significativo (p<0,01); ^{NS} não significativo pelo teste F.

CV% = coeficiente de variação

Os teores de N, P e K nas folhas em função das doses de esterco bovino (Tabela 5), na presença de NPK, não houve diferença estatística para os teores de nitrogênio e fósforo, enquanto o teor de potássio sofreu alterações significativas, com a dose de 40 t ha⁻¹ responsável pelo mais elevado teor (25,25 g kg⁻¹). Na ausência de NPK, apenas o teor de nitrogênio apresentou diferença estatística, sendo o teor mais baixo (44,95 g kg⁻¹), obtido na ausência de esterco bovino. Embora não tenham ocorrido alterações significativas para alguns nutrientes, os teores foliares de N, P e K, obtidos na presente pesquisa, encontram-se dentro da faixa adequada para o *Phaseolus vulgaris*, que de acordo com Malavolta et al. (1997) é de 30-50 g kg⁻¹ N; 2,0-3,0 g kg⁻¹ P e 20-25 g kg⁻¹ K.

Tabela 7. Teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) no tecido foliar de feijão-fava, em função de doses de esterco bovino e NPK. CCA-UFPB, Areia, 2006.

Doses	NPK (g kg ⁻¹)					
	Presença			Ausência		
	N	P	K	N	P	K
0	54,54 a	3,75 a	14,53 b	44,95 b	3,58 a	15,58 a
10	52,42 a	3,61 a	16,51 b	52,85 a	3,75 a	18,75 a
20	56,35 a	4,08 a	19,27 b	52,56 a	3,64 a	16,37 a
30	55,48 a	4,05 a	17,30 b	56,18 a	3,86 a	20,33 a
40	55,13 a	4,00 a	25,25 a	53,47 a	4,04 a	18,48 a
50	53,43 a	3,78 a	18,48 b	50,05 ab	3,37 a	16,37 a

Média seguida de mesma letra na coluna não difere a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A ausência de efeito significativo sobre os teores de N e P nas folhas, em função das doses de esterco bovino na presença de NPK, provavelmente pode ter sido decorrente do emprego dos adubos minerais e dos elevados teores iniciais de P e K no

solo. Por outro lado, o fato dos teores de P e K não terem apresentado resposta significativa em função das doses de esterco bovino na ausência de NPK, pode ser atribuído aos nutrientes presentes no esterco bovino ($3,2 \text{ g kg}^{-1}$ de N; $5,2 \text{ g kg}^{-1}$ de P e $4,9 \text{ g kg}^{-1}$ de K), juntamente com aqueles já existentes no solo, onde supriram as necessidades nutricionais do feijão-fava, permitindo que as plantas absorvessem estes nutrientes de forma equilibrada, além da melhoria das propriedades físico-químicas e biológicas do solo, proporcionada pela ação do esterco bovino (KIEHL, 1985; PRIMAVESI, 1990).

4.6 Correlação simples

A produtividade de vagens correlacionou-se positivamente e significativamente ao nível de 1% de probabilidade com a produtividade de grãos verdes e secos; produção de vagens e grãos por planta; número de vagens por planta e comprimento de vagens (Tabela 8). Esses resultados indicam haver uma relação direta entre todas as variáveis de produção sobre o rendimento. Também o fato da matéria seca foliar se correlacionar positivamente com as variáveis de produção, indica que uma nutrição equilibrada em feijão-fava, parece ser fundamental para a obtenção de rendimento satisfatório.

Entre os teores de N, P e K nas folhas, apenas o N se correlacionou significativamente com a produtividade de vagens e de grãos verdes, e com o número e produção de vagens por planta. Contudo, eles se correlacionaram significativamente entre si. Esses fatos demonstram que o feijão-fava responde ao emprego de N, a exemplo do feijão-comum, onde diversos autores obtiveram resposta positiva do seu emprego sobre seu rendimento (STONE e MOREIRA, 2001; SORATTO et al., 2001; MEIRA et al., 2005). As correlações positivas e significativas entre os teores foliares de N, P e K, demonstram

que o feijão-fava absorveu esses nutrientes de forma equilibrada, o que possivelmente influenciou o seu rendimento.

Tabela 8. Coeficientes de correlação simples (r). CCA-UFPB, Areia, 2006.

	PGV	PGS	PVP	PGP	NVP	CV	MSF	NF	PF	KF
PV	0,991 **	0,684 **	1,000 **	0,683 **	0,925 **	0,729 **	0,496 **	0,370 **	0,142 ^{NS}	-0,022 ^{NS}
PGV		0,683 **	0,991 **	0,683 **	0,930 **	0,736 **	0,480 **	0,391 **	0,125 ^{NS}	-0,030 ^{NS}
PGS			0,684 **	1,000 **	0,608 **	0,615 **	0,310 *	0,050 ^{NS}	0,113 ^{NS}	0,017 ^{NS}
PVP				0,683 **	0,925 **	0,728 **	0,496 **	0,371 **	0,143 ^{NS}	-0,021 ^{NS}
PGP					0,607 **	0,615 **	0,310 *	0,050 ^{NS}	0,114 ^{NS}	0,017 ^{NS}
NVP						0,709 **	0,470 **	0,372 **	0,123 ^{NS}	-0,041 ^{NS}
CV							0,286 *	0,111 ^{NS}	0,089 ^{NS}	-0,082 ^{NS}
MSF								0,116 ^{NS}	0,058 ^{NS}	-0,015 ^{NS}
NF									0,484 **	0,366 **
PF										0,610 **

NS, * e ** = Não significativo e significativo a 5 e 1%, respectivamente, pelo teste T.

PV = Produtividade de vagens; PGV = Produtividade de grãos verdes; PGS = Produtividade de grãos secos; PVP = Produção de vagens por planta; PGP = Produção de grãos por planta; NVP = Número de vagens por planta; CV = Comprimento de vagens; MSF = Matéria seca foliar; NF = Nitrogênio foliar; PF = Fósforo foliar; KF = Potássio foliar.

5. CONCLUSÕES

1. O emprego de 17,0 e 18,6 t ha⁻¹ de esterco bovino, na presença e ausência de NPK, respectivamente, proporcionou maior eficiência econômica na produtividade de vagens, enquanto que para a produtividade de grãos secos a maior eficiência econômica ocorreu com 23,0 t ha⁻¹ de esterco bovino na presença de NPK;
2. A dose de 40 t ha⁻¹ de esterco bovino na presença de NPK proporcionou o mais elevado teor de K nas folhas (25,25 g kg⁻¹), enquanto os teores de N e P não sofreram alterações significativas;
3. O mais baixo teor de N nas folhas foi obtido na ausência de esterco bovino sem fornecimento de NPK, e os teores de P e K não foram influenciados pelas doses de esterco bovino;

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, C.; CARVALHO, M.A.C.; ARF, O.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S. Uréia em cobertura e via foliar em feijoeiro. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n.2, p.293-298, 2000.

ALVES, E.U.; OLIVEIRA, A.P.; BRUNO, R.L.A.; SILVA, J.A.L.; GONÇALVES, E.P. Avaliação da produtividade e da qualidade de sementes de feijão-vagem, cultivado com matéria orgânica. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.21, n.2, p.232-237, 1999.

ARAÚJO, A.P.; NEGREIROS, M. Z.; PEDROSA, J. F.; OLIVEIRA, M; OLIVEIRA, H. M. G. Características químicas de um solo adubado com esterco de bovinos e cultivado com repolho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 39, 1999. Tubarão. **Resumos...**Tubarão: SOB, 1999. n. 021.

ARAÚJO, J.S. **Produção e qualidade de feijão-vagem adubado com esterco suíno e fertilizante mineral**. 2000. 74f. Dissertação de Mestrado-Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

ARAÚJO, J.S.; OLIVEIRA, A.P.; SILVA, J.A.L.; RAMALHO, C.I.; NETO, F.L. Rendimento do feijão-vagem cultivado com esterco suíno e adubação mineral. **Revista Ceres**, Viçosa, v.48, n.278, p.501-510, 2001.

ASANO, J. Effect of organic manures on quality of vegetables. **Journal Arquegland**, v.18, n.1, p.31-36, 1986.

BALDISSERA, I.T.; SCHERER, E.E. Correção da acidez do solo e adubação da cultura do feijão. In: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Difusão de Tecnologia de Santa Catarina. **A cultura do feijão em Santa Catarina**. Florianópolis: EPAGRI, 1992, p.115-136.

BARBOSA FILHO, M.P.; SILVA, O.F. Adubação e calagem para o feijoeiro irrigado em solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.7, p.1317-1324, 2000.

BARBOSA FILHO, M.P.; SILVA, O.F. Aspectos agro-econômicos da calagem e da adubação nas culturas de arroz e feijão irrigados por aspersão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.11, p.1657-1667, 1994.

BEN, J.R.; VIEIRA, S.A.; BARTZ, H.; SCHERER, E. Efeito da adubação com esterco de aves na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) In: EMBRAPA-DF. **Feijão: Resumos informativos**. Brasília: DF, 1982, v.1, 371p., p.282. (Resumos).

BEZERRA NETO, F.; HOLANDA, J.S.; TORRES FILHO, J.; TORRES, J.F. Níveis de máxima eficiência econômica de esterco de curral no cultivo do caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.5, p.567-471, 1984.

BONILLA, J.A. **Fundamentos da agricultura ecológica**: sobrevivência e qualidade de vida. São Paulo: Nobel, 1992, 260 p.

BRADY, N. C. Matéria orgânica dos solos minerais. In: **Natureza e propriedades dos solos**. 5.ed., Rio de Janeiro: 1979, p. 141-168.

BRANDIN, A.S. Efeito da adubação com esterco de caprino na cultura do feijoeiro (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS (CBICCA) 7, 1987. Areia-PB. **Anais...**, 1987.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado da Paraíba**. Rio de Janeiro: MA/SUDENE, 1972. 669p. (Boletim Técnico, 15).

CALVACHE, M.; REICHARDT, K.; SILVA, J.C.A.; PORTEZAN FILHO, O. Adubação nitrogenada no feijão sob estresse de água. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., Viçosa, 1995. **Resumos Expandidos...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. v.2, p.649-651.

CAMARGO, L.S. **As hortaliças e seu cultivo**. Campinas: Fundação Cargill, 1984. p.28-29.

CARDOSO, E. L.; OLIVEIRA, H. **Sugestões de uso e manejo dos solos do assentamento Taquaral**. Corumbá - MS: Corumbá-MS. EMBRAPA PANTANAL, 2002. 4 p. (Circular Técnica, 35).

CARVALHO, M.A.C.; ARF, O.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S.; SANTOS, N.C.B.; BASSAN, D.A. Produtividade e qualidade de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) sob influência de parcelamentos e fontes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.25, p.617-624, 2001.

COUTINHO, E.L.M.; NATALE, W.; SOUZA, E.C.A. Adubos e corretivos: aspectos particulares na olericultura. In: FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.D.; CRUZ, M.C.P., coord. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Jaboticabal-SP: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 1993, p.85-140.

CRUSCIOL, C.A.C; LIMA, E.D.; ANDREOTTI, M.; NAKAGAWA, J.; LEMOS, L.B.; MARUBAYASHI, O.M. Efeito do nitrogênio sobre a qualidade fisiológica, produtividade e características de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 25, n.1, p.108-115, 2003.

DEMÉTRIO, R. **Efeito da aplicação de matéria orgânica sobre a biomassa-C microbiana do solo e o crescimento e absorção de nitrogênio em milho (*Zea mays* L.)**. 1988. 89f. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Produções de Informações, 1999. 412p.

ERNANI, P. R., GIANELLO, C. Diminuição do alumínio trocável do solo pela incorporação do esterco de bovinos e de cama de aviário. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.7, n.2, p.161-165, 1983.

FAGERIA, N.K.; STONE, L.F.; SANTOS, A.B. **Maximização da eficiência de produção das culturas**. Brasília: Embrapa-SCT/Embrapa-CNPAF, 1999. 294p.

FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.E.; CRUZ, M.C.P. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: Potafos, 1993. 487p.

FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de olericultura**: cultura e comercialização de hortaliças. 2.ed. São Paulo: Ceres, 1981. 336p.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa, 2000. 402p.

FRAZÃO, J.E.M.; SANTOS, D.; FERREIRA, F.M.B.; OLIVEIRA, F.P.; PEREIRA, W.E.; SOUZA, A.P. Crescimento da fava em resposta a níveis de fósforo na presença e ausência de calagem em Latossolo Amarelo. In: FERTBIO, 2004. Lages, SC. **Anais...** Lages-SC: SBCS. 2004. CD-ROM.

FULLIN, E.A.; ZANGRANDE, M.B.; LANI, J.A.; MENDONÇA, L.F.; DESSAUNE FILHO, N. Nitrogênio e molibdênio na adubação do feijoeiro irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.7, p.1145-1149, 1999.

GUEDES, G.A.A.; JUNQUEIRA NETO, A. Calagem e adubação. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.4, n.46, p.21-23, 1978.

GUERRA, A.F.; SILVA, D.B.; RODRIGUES, G.C. Manejo de irrigação e fertilização nitrogenada para o feijoeiro na região dos cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.6, p.1229-1236, 2000.

HENRIQUES, R.C. **Análise da fixação de nitrogênio por bactérias do gênero *Rhizobium* em diferentes concentrações de fósforo e de matéria orgânica na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris*) em Regossolo**. 1997. 37f. Trabalho de Graduação-Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

HESTER, J.B.; SHELTON, F.A.; ISAACS, J.R. The rate and amount of plant nutrients absorbed by various vegetables. **Journal of the American Society for Horticultural Sciences**, Alexandria, v.57, p.249-251, 1951.

HUETT, D.O. Effect of nitrogen on the yield quality of vegetables. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.247, p.205-209, 1989.

IBGE (GCEA/PB). **Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento da SAFRA AGRÍCOLA**. IBGE, Dez, 2004.

IGUE, K. Dinâmica da matéria orgânica e seus efeitos nas propriedades do solo. In: **Adubação verde no Brasil**, Campinas, SP: Fundação Cargill, 1984. p.232-267.

KIEHL, A. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Ceres, 1985. 492p.

LISBOA, C.E.C. **Efeito residual da adubação organo-mineral na cultura da batatinha sobre o rendimento do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp)**. 2003. 27f. Trabalho de Graduação-Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

LUND, Z.F.; DOSS, B.D. Residual effects of dairy cattle manure on plant growth and soil properties. **Agronomy Journal**, Madison, v.72, n.1, p.123-130, 1980.

LYMAN, J.M. Adaptation studies on lima beans accessions in Colombia. **Journal of the American Society for Horticultural Sciences**, Alexandria, v. 108, n.3, p.369-373, 1983.

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. São Paulo: Ceres, 1989. 250p.

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

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Potafos. 1997. 319p.

MARCHESINI, A.; ALLIEVI, L.; COMOTTI, E.; FERRARI, A. Long-term effects of quality compost treatment on soil. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 106, p. 253-261, 1988.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 1995. 889p.

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

MELLO, S.C.; PEREIRA, H.S., VITTI, G.C. Efeitos de fertilizantes orgânicos na nutrição e produção do pimentão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.18, n.3, p.200-203, 2000.

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**, Brasília, v.35, n.4, p.703-710, 2000.

MIYASAKA, S.; NAKAMURA, Y.; OKAMOTO, H. **Agricultura natural**. 2.ed. v.6. Cuiabá: SEBRAE-MT; Associação Mokiti Okada do Brasil. 1997. 77p. Coleção Agroindústria.

MOURA, W.M.; LIMA, P.C.; CASALI, V.W.D.; PEREIRA, P.R.G. Eficiência nutricional para fósforo em linhagens de pimentão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, n.3, p.306-312, 2001.

NATALE, W.; COUTINHO, E.L.M.; BOARETTO, A.; PEREIRA, F.M. Dose mais econômica de adubo nitrogenado para a goiabeira em formação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.14, n.2, p.196-199, 1996.

NORONHA, M.A.S. **Níveis de água disponível e doses de esterco bovino sobre o rendimento e qualidade de feijão-vagem**. 2000. 76f. Dissertação de Mestrado-Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

OLIVEIRA, A.P. **Noções de solo e nutrição de caupi**. In: I CURSO DE PRODUÇÃO DE CAUPI. 1982. EMBRAPA/CNPFA. 35p.

OLIVEIRA, A.P.; ALVES, E.U.; ALVES, A.U.; DORNELAS, C.S.M.; SILVA, J.A.; PÔRTO, M.L.; ALVES, A.U. Produção de feijão-fava em função do uso de doses de fósforo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.3, p.543-546, 2004.

OLIVEIRA, A.P.; ALVES, E.U.; BRUNO, R.L.A.; BRUNO, G.B. Produção e qualidade de sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) cultivado com esterco bovino e adubo mineral. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.22, n.2, p.102-108, 2000.

OLIVEIRA, A.P.; ANDRADE, A.C.; TAVARES SOBRINHO, J.; PEIXOTO, N. Avaliação de linhagens e cultivares de feijão-vagem, de crescimento indeterminado, no município de Areia-PB. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, n.2, p.159-162, 2001a.

OLIVEIRA, A.P.; ARAÚJO, J.S.; ALVES, E.U.; NORONHA, M.A.S; CASSIMIRO, C.M; MENDONÇA, F.G. Rendimento de feijão-caupi cultivado com esterco bovino e adubo mineral. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, n.1, p.81-84, 2001b.

OLIVEIRA, A.P.; CARDOSO, M.O.; BARBOSA, L.J.N.; SILVA, J.E.L.; MORAIS, M.S. Resposta do feijão-vagem a P_2O_5 em solo arenoso com baixo teor de fósforo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.1, p.128-132, 2005.

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

PASTORINI, L.H.; BACARIN, M.A.; LOPES, N.F.; LIMA, M.G.S. Crescimento inicial de feijoeiro submetido a diferentes doses de fósforo em solução nutritiva. **Revista Ceres**, Viçosa, v.47, n.270, p.219-228, 2000.

PEIXOTO, N.; BRAZ, L.T.; BANZATTO, D.A.; MORAES, E.A.; MOREIRA, F.M. Resposta de feijão-vagem a diferentes níveis de fertilidade. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.4, p.593-596, 2002.

PEREIRA, E.B. **Efeito da adubação orgânica com composto sobre a cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 1984. 56f. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

PEREIRA, E.B.; CARDOSO, A.A.; VIEIRA, C.; LOURES, E.C. Efeito do composto orgânico sobre a cultura do feijão. **Revista Ceres**, Viçosa, v.35, n.198, p.182-198, 1988.

PÔRTO, M.L. **Cultivo sucessivo de feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) em função da aplicação de doses de P_2O_5** . 2004. 26f. Trabalho de Graduação-Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

PÔRTO, M.L.; OLIVEIRA, A.P.; ALVES, J.C.; BRUNO, G.B.; ALVES, E.U.; SANTOS, E.O. Rendimento do feijão-vagem em função do efeito residual do fósforo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, p.344, 2005. Suplemento.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. 9.ed. São Paulo: Nobel, 1990, 549p.

RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres, 1991. 343 p.

RAPASSI, R.M.A.; SÁ, M.E.; TARSITANO, M.A.A.; CARVALHO, M.A.C.; PROENÇA, E.R.; NEVES, C.M.T.C.; COLOMBO, E.C.M. Análise econômica comparativa após um ano de cultivo do feijoeiro irrigado, no inverno, em sistemas de plantio convencional e direto, com diferentes fontes e doses de nitrogênio. **Bragantia**, Campinas, v.62, p.397-404, 2003.

RODRIGUES, E.T. Resposta de cultivares de alface ao composto orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.12, n.2, p.260-262, 1994.

ROE, N.E.; STOFFELLA, P.J.; GRAETZ, D. Composts from various municipal solid waste feedstocks affect vegetable crops. II. Growth, yields, and fruit quality. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.122, p.433-437, 1997.

ROSOLEM, C.A. Calagem e adubação mineral. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996, p.353-390.

ROSOLEM, C.A. **Nutrição e adubação do feijoeiro**. Piracicaba: POTAFOS, 1987, 93p. (POTAFOS-Boletim Técnico 8).

SAEG. **Sistema para análise estatística, versão 8.0**, Viçosa-MG: Fundação Arthur Bernardes, 2000.

SANTOS, A.B; FAGERIA, N.K.; SILVA, O.F.; MELO, M.L.B. Resposta do feijoeiro ao manejo de nitrogênio em várzeas tropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.11, p.1265-1271, 2003.

SANTOS, D.; CORLETT, F.M.F.; MENDES, J.E.M.F.; WANDERLEY JÚNIOR, J.S.A. Produtividade e morfologia de vagens e sementes de variedades de fava no estado da Paraíba. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.10, p.1407-1412, 2002.

SANTOS, G.M.; OLIVEIRA, A.P.; SILVA, J.A.L.; ALVES, E.U.; COSTA, C.C. Características e rendimento de vagem do feijão-vagem em função de fontes e doses de matéria orgânica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, n.1, p.30-35, 2001.

SANTOS, R.H.S.; CASALI, V.W.D.; CONDE, A.R.; MIRANDA, L.C.G. Qualidade de alface cultivada com composto orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.12, n.1, p.29-32, 1994.

SANTOS, R.H.S.; SILVA, F.; CASALI, V.W.D.; CONDE, A.R. Conservação pós-colheita de alface cultivada com composto orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.3, p.521-525, 2001a.

SANTOS, R.H.S.; SILVA, F.; CASALI, V.W.D.; CONDE, A.R. Efeito residual da adubação com composto orgânico sobre o crescimento e produção de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.11, p.1395-1398, 2001b.

SCHERER, E.E.; BARTZ, H.R. **Adubação do feijoeiro com esterco de aves, nitrogênio, fósforo e potássio**. 2.ed., Florianópolis, EMPASC, 1984, 15p. (Boletim Técnico 10).

SILVA, C.C.; SILVEIRA, P.M. Influência de sistemas agrícolas na resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) irrigado à adubação nitrogenada em cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.30, n.1, p.86-96, 2000.

SILVA, F. N.; MAIA, S. S. S.; OLIVEIRA, de M. Doses de matéria orgânica na produtividade da cultura da alface em solo eutrófico na região de Mossoró, RN. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.18, 2000. (Suplemento).

SILVA, J.A. **Resposta do feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) a doses de K₂O em solo arenoso, com baixo teor de potássio**. 2005. 29f. Trabalho de Graduação-Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

SILVA, M.G.; ARF, O.; SÁ, M.E.; RODRIGUES, R.A.F.; BUZETTI, S. nitrogen fertilization and soil management of winter common bean crop. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.61, n.3, p.307-312, 2004.

SILVA, V.R.F. **Rendimento e qualidade do feijão-vagem em função de fontes e doses de nitrogênio**. 2002. 57f. Dissertação de Mestrado-Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

SIRAIT, Y.; PILL, W.G.; KEE JÚNIOR, W.E. Lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) response to irrigation regime and plant population density. **HortScience**, Alexandria, v.29, n.2, p.71-73, 1994.

SMITH, S.R.; HADLEY, P.A. Comparison of organic and inorganic nitrogen fertilizers their nitrate-N and ammonium-N release characteristics and effects on the growth response of lettuce (*Lactuca sativa* L. cv. Fortune). **Plant and Soil**, Dordrecht, v.115, n.1, p.135-144, 1989.

SORATTO, R.P.; CARVALHO, M.A.C.; ARF, O. Teor de clorofila e produtividade do feijoeiro em razão da adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.9, p.895-901, 2004.

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

STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A. Resposta do feijoeiro ao nitrogênio em cobertura, sob diferentes lâminas de irrigação e preparos do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.3, p.473-481, 2001.

TAVARES SOBRINHO, J. **Rendimento e qualidade do feijão-vagem em função de doses e formas de aplicação de nitrogênio**. 2001. 65f. Dissertação de Mestrado-Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**, Porto Alegre, UFRGS, 1995. 174p. (Boletim Técnico, nº 5).

TIBAU, A.O. **Matéria orgânica e fertilidade do solo**. 2.ed. São Paulo: Nobel, 1983. 220p.

VIANA, J.S.; BRUNO, R.L.A.; ALMEIDA, F.A.C.; ARAÚJO, M.E.R.; CAVALCANTI, M.F.B.S.; SANTOS, J.F. Produção de feijão-verde, cv. IPA 206, sob diferentes doses de esterco bovino e com biofertilizante. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, p.479, 2005. Suplemento.

VIEIRA, C. Leguminosas de grãos: importância econômica na agricultura e na alimentação humana. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.16, n.174, p.5-11, 1992a.

VIEIRA, L.C. **Efeitos do composto orgânico sobre o consórcio do feijão com o milho**. 1988. 67f. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

VIEIRA, R.F. A cultura do feijão-fava. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.16, n.174, p.30-37, 1992b.

VIEIRA, R.F.; VIEIRA, C.; ANDRADE, G.A. Comparações agronômicas de feijões dos gêneros *Vigna* e *Phaseolus* com o feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.6, p.841-850, 1992.

VILLAS BÔAS, R.L.; PASSOS, J.C.; FERNANDES, M.; BULL, L.T.; CEZAR, V.R.S.; GOTO, R. Efeito de doses de composto orgânico na produção de alface em dois solos sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.1, p.28-34, 2004.

YAMADA, H., KAMATA, H. Agricultural technological evaluation of organic farming and gardening I. Effects of organic farming on yields of vegetables and soil physical and chemical properties. Bulletin of the Agricultural Research Institute of Kanagawa Prefecture, v.130, p.1-13. In: **Horticultural Abstract**, Hannover, v.59, n.10, p.938-939, 1989.

YUYAMA, K. Comportamento de 10 cultivares de feijão lima (*Phaseolus lunatus* L.) introduzidas do IITA, em terra firme de Manaus-AM. **Acta Amazonica**, Manaus, v.12, n.3, p.515-520, 1982.

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