



Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) productivity in response to different fertilization strategies¹

Produtividade do feijão comum (Phaseolus vulgaris L.) em resposta a diferentes estratégias de fertilização

Wellington da Silva Toledo^{2*}, João Paulo Agápto³, Gustavo Fonseca de Almeida⁴

Abstract: The feasibility of reducing non-renewable natural resources use in agriculture, associated with the need for ecologically-appropriate of organic waste disposal has become an important element in planning more sustainable agricultural systems. Consequently, the aim of the current study was to evaluate the response of the common bean, growing in an Eutrophic Latosol in the city of Buri-SP, to the application of organic and mineral fertilizers. An experiment was carried out in the 2015 agricultural year, using a randomized block design with 4 replicates and 5 treatments, these being: 1 - mineral fertilizer; 2 - organomineral fertilizer; 3 - sheep manure compost; 4 - chicken bedding compost, and control (soil without fertilizer application). The tested variables were: pod length (cm); per plant pod number; per pod seed number; mass of 100 grains (g); and grain yield (kg ha⁻¹). Organomineral fertilizer provided the most significant increase in pod length, per plant pod number, and yield compared to the other treatments, except for sheep manure compost, where productivity did not differ. In addition, with the exception of mass per 100 seeds, there was no difference between treatments using organic fertilization and mineral fertilizer. Under the current study's experimental conditions, organomineral fertilizer and sheep manure compost produced the highest productivity for common beans. Thus, mineral fertilization can be replaced by organic or organomineral alternatives, so helping to produce more sustainable production management and help reduce environmental impacts.

Key words: Family agriculture. Livestock waste management. Environmental impacts. Input substitution.

Resumo: A viabilidade de redução do uso de recursos naturais não renováveis na agricultura associada à necessidade de disposição ecologicamente correta de resíduos orgânicos torna-se uma alternativa importante no planejamento de sistemas agropecuários mais sustentáveis. Neste sentido, objetivou-se com este trabalho avaliar a resposta do feijão comum à aplicação de fertilizantes de natureza orgânica e mineral em um Latossolo Eutroférico localizado no município de Buri-SP. O experimento foi realizado no ano agrícola de 2015, em delineamento em blocos casualizados com 4 repetições e 5 tratamentos, sendo: 1 – fertilizante mineral; 2 – fertilizante organomineral; 3 – composto de esterco de ovinos; 4 – composto de cama de frango; e testemunha (solo sem aplicação de fertilizantes). As variáveis avaliadas foram: comprimento de vagem (cm); número de vagem por planta; número de sementes por vagem; massa de 100 grãos (g); e produtividade de grãos (kg ha⁻¹). O fertilizante organomineral proporcionou aumento significativo no comprimento de vagem, no número de vagem por planta, bem como na produtividade do feijão comum em relação aos outros tratamentos, exceto ao composto de esterco de ovinos, em que a produtividade não diferiu. Além disso, com exceção da massa de 100 grãos, não houve diferença entre os tratamentos associados à adubação orgânica e ao fertilizante mineral. Nas condições do experimento realizado nesse estudo, o adubo organomineral e o composto de esterco de ovinos proporcionaram maior produtividade para o feijão comum. A adubação mineral pode ser substituída pela orgânica ou organomineral, colaborando com um manejo mais sustentável da produção e diminuição dos impactos ambientais.

Palavras-chave: Agricultura familiar. Gestão de resíduos da pecuária. Impactos ambientais. Substituição de insumos.

* Corresponding author

Posted to 05/01/2017 and approved on 08/08/2017

¹A study based on a Scientific Initiation Research Project funded by the Federal University of São Carlos – UFSCar

²Technician in Agrobusiness (FATEC-Itapetininga), and BSc student in Agricultural Engineering, Centro de Ciências da Natureza, Universidade Federal de São Carlos – CCN/UFSCar, Caixa Postal 094, CEP 18290-000, Buri, São Paulo, Brazil. wellington.toledo41@gmail.com

³Technician in Agrobusiness (FATEC-Itapetininga), Specialist in Political Science (UCAM) and Technician in Agriculture and Livestock production at the Centro de Ciências da Natureza, Universidade Federal de São Carlos – CCN/UFSCar, Buri, São Paulo, Brazil. jpagapto@ufscar.br

⁴PhD in Agroecology and Associate Professor at the Centro de Ciências da Natureza, Universidade Federal de São Carlos – CCN/UFSCar, Buri, São Paulo, Brazil. gufoal@ufscar.br

INTRODUCTION

The conventional management system in intensive agriculture involves artificial and simplified versions of the ecological processes that occur in agroecosystems. In most cases, rural producers are forced to make intensive use of external inputs, leading to a vicious cycle of purchasing inputs for production and ever-increasing indebtedness, and consequently not making full use of some agricultural resources commonly available to family farmers (HANISCH *et al.*, 2012).

Brazil is the world's leading producer of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.), with production of 3.2 million tons. It is cultivated in almost all parts of the country and, in the 2015/2016 season, average productivity was 1,056 kg ha⁻¹ (CONAB, 2016). The most common form of cultivation is the conventional plantation, combined with an indiscriminate use of mineral fertilizers, which generates soil quality loss and, sometimes, contamination of water courses with chemical residues (FERREIRA *et al.*, 2010).

National productivity of common bean is considered to be low, mainly due to problems with difficulties associated with diseases control, high cost of pesticides and the precarious financial situation of small-scale producers (the family farmers), that are responsible for more than 67% of national common bean production. At the same time, the increasing world population and demand for food make it necessary to increase agricultural productivity by finding the most appropriate management of the land (important since the territorial extent is limited). In addition, increasing concentrations of people and domestic animals generate ever-greater quantities of residues which, if not dealt with in the appropriate manner, can cause severe environmental impacts (GALBIATII *et al.*, 2011).

Therefore, in search of viable, territorially compatible and sustainable agricultural systems, there is a general interest in integrating an ecologically-based perspective into agricultural production, mainly through adjustments of existing processes and substitution of the inputs used in conventional agriculture. In consequence, since common bean cultivation is largely carried out by family farmers, without large investments in inputs, there is a need for techniques that allow increased productivity without increasing dependence on the kinds of agricultural inputs that require high investments. This could include fertilizers that supplement or even, over the long-term, replace, mineral fertilizers, so creating for this common crop an ecologically sustainable farming system with lower production costs and reduced environmental contamination (MARTINS *et al.*, 2015).

INTRODUÇÃO

O sistema convencional de manejo utilizado pela agricultura intensiva é caracterizado pela artificialização e simplificação dos processos ecológicos que ocorrem nos agroecossistemas. Na maioria dos casos, os produtores rurais devem necessariamente fazer uso intensivo de insumos externos às propriedades, o que leva a um ciclo vicioso de compra de insumos para a produção e endividamento, deixando de lado alguns recursos internos normalmente disponíveis aos agricultores familiares (HANISCH *et al.*, 2012).

O Brasil é o principal produtor mundial de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), com produção de 3,2 milhões de toneladas e produtividade média em torno de 1.056 kg ha⁻¹ na safra de 2015/2016, sendo cultivado em quase todas as regiões do país (CONAB, 2016). A forma de cultivo predominante é o plantio convencional aliado ao uso indiscriminado de fertilizantes minerais, o que tem gerado perda na qualidade do solo e, por vezes, a contaminação dos cursos de água pelos resíduos químicos (FERREIRA *et al.*, 2010).

A produtividade nacional do feijão comum é considerada baixa, decorrente principalmente de problemas com doenças de difícil controle, alto custo dos pesticidas e à precária situação financeira do pequeno produtor (agricultura familiar), que é responsável por mais de 67% da produção nacional. Aliado a isso, com o aumento da população mundial e da demanda por alimentos, se faz necessário aumentar a produtividade agropecuária por meio do manejo adequado do solo, uma vez que o espaço territorial é limitado, além disso, a concentração de pessoas e animais gera grandes quantidades de resíduos por área que, quando não geridos de maneira correta, causam severos impactos ambientais (GALBIATII *et al.*, 2011).

Sendo assim, com a busca por sistemas sustentáveis, viáveis e compatíveis territorialmente, há um interesse geral na reintegração da racionalidade ecológica à produção agrícola, destacadamente por meio de ajustes de processos e substituição de insumos na agricultura convencional. Dessa forma, onde o cultivo do feijão é realizado por agricultores familiares, sem grandes investimentos em insumos, surge a necessidade de técnicas que tornem possível o aumento de produtividade sem grande dependência de insumos agrícolas, que exigem altos investimentos, tais como fertilizantes que possam vir a suplementar ou, até mesmo, substituir, a longo prazo, os adubos minerais na lavoura, buscando-se um sistema de agricultura ecologicamente sustentável, com menores custos de produção e reduzida contaminação ambiental (MARTINS *et al.*, 2015).

The Território Lagoa do Sino area is composed of some 40 municipalities that lie within a radius of 100 km radius of the Lagoa do Sino Campus of UFSCar, southwestern São Paulo state. Agricultural and agroindustrial activities dominate the regional socioeconomic profile, with agriculture mainly based on rural family smallholdings (approximately 72% of the rural farms in the area). These farms are responsible for 37% of the total common bean production for São Paulo State (CAVALLIERI *et al.*, 2013).

A study by Luqueño *et al.* (2010), found application of organic residues significantly influenced the growth and yield of common bean in comparison to the use of inorganic fertilizers. Similar results were obtained by Rady *et al.* (2015). This illustrates the potential of organomineral compounds as an alternative, and at least partial, replacement of mineral fertilizers in common bean cultivation. This could reduce the harmful effects of saline stress on bean growth and yield, as well as provide an important strategy to sustain the agricultural environment. Bearing in mind the desirability of reducing nonrenewable resource use in agriculture, and the need for correct disposal of organic residues in the environment, the aim of this study was to evaluate the response of common beans to the application of organic, organomineral and mineral fertilizers in Red Eutrophic Latosols of Buri-SP municipality.

MATERIALS AND METHODS

The study was conducted in an experimental area of the Center of Nature Sciences of the Lagoa do Sino Campus, Federal University of São Carlos (UFSCar), located in the city of Buri, São Paulo State, Brazil (23° 47' 57" S, 48° 35' 15" W). Mean altitude of the municipality is 596 meters.

The climate of the region is classified as Cwa-Köppen (humid temperate climate with dry winter and hot summer), annual average temperatures vary between 17 and 24.3°C and average annual total precipitation is 1253 mm, with a minimum average of 42.9 mm in August and a maximum average of 177.4 mm in January. The soil is classified as Red Eutrophic Latosol, with a clay texture (EMBRAPA, 2006). Data for precipitation, maximum average temperature, minimum average temperature and relative humidity of the air during the experimental period are given in Figure 1.

Before the experiment began, soil samples were collected from the 0-0.20 m depth layer and sent to the Federal University of São Carlos, Araras Campus Soils and Plant Chemical Analysis Laboratory, for the chemical characterize the experimental area. Results are shown in Table 1.

O Território Lagoa do Sino compreende 40 municípios que estão no entorno do *Campus* da Lagoa do Sino da UFSCar, em um raio de 100 km, localizado na região Sudoeste do estado de São Paulo. Apresentando um perfil socioeconômico voltado para as atividades agropecuárias e agroindustriais, fundamentalmente, é pautado pela pequena propriedade rural de caráter familiar, correspondendo a aproximadamente 72% do total de estabelecimentos rurais no território. A produção do feijão comum nessas unidades produtivas chega a representar 37% da produção total do estado (CAVALLIERI *et al.*, 2013).

Em estudo realizado por Luqueño *et al.* (2010), verificou-se que a aplicação de resíduos orgânicos influenciou significativamente o crescimento e rendimento do feijão comum em comparação ao uso de fertilizantes inorgânicos na cultura. Resultados parecidos foram obtidos por Rady *et al.* (2015), salientando o potencial de um composto organomineral como alternativa de substituição parcial de fertilizantes minerais para reduzir os efeitos nocivos do estresse salino no crescimento e rendimento do feijão, bem como estratégia importante para sustentar o ambiente agrícola.

Diante da possibilidade de redução do uso de fontes não renováveis na agricultura, associada à necessidade de disposição correta de resíduos orgânicos no ambiente, objetivou-se com este trabalho avaliar a resposta do feijão comum à aplicação de fertilizantes orgânicos, organomineral e mineral, em Latossolo Vermelho Eutroférico localizado no município de Buri-SP.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em área experimental do Centro de Ciências da Natureza do *Campus* Lagoa do Sino, da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), localizada no município de Buri, São Paulo. O município está a 596 metros de altitude e localizado a 23° 47' 57" de latitude Sul e 48° 35' 15" de longitude Oeste.

O clima da região é classificado como Cwa-Köppen (clima temperado úmido com inverno seco e verão quente), com temperaturas médias anuais variando entre 17 e 24,3°C e precipitação total anual média de 1.253 mm, com média mínima de 42,9 mm em agosto e média máxima de 177,4 mm em janeiro. O solo é classificado como Latossolo Vermelho Eutroférico, de textura argilosa (EMBRAPA, 2006). Os dados coletados de precipitação, temperatura média máxima, temperatura média mínima e umidade relativa do ar durante a condução do experimento podem ser observados na Figura 1.

Antes da instalação do experimento, foram retiradas amostras de solo na camada de 0-0,20 m de profundidade e enviadas ao Laboratório de Análise Química de Solos e Plantas da Universidade Federal de São Carlos, Campus Araras, para caracterização química da área experimental (Tabela 1).

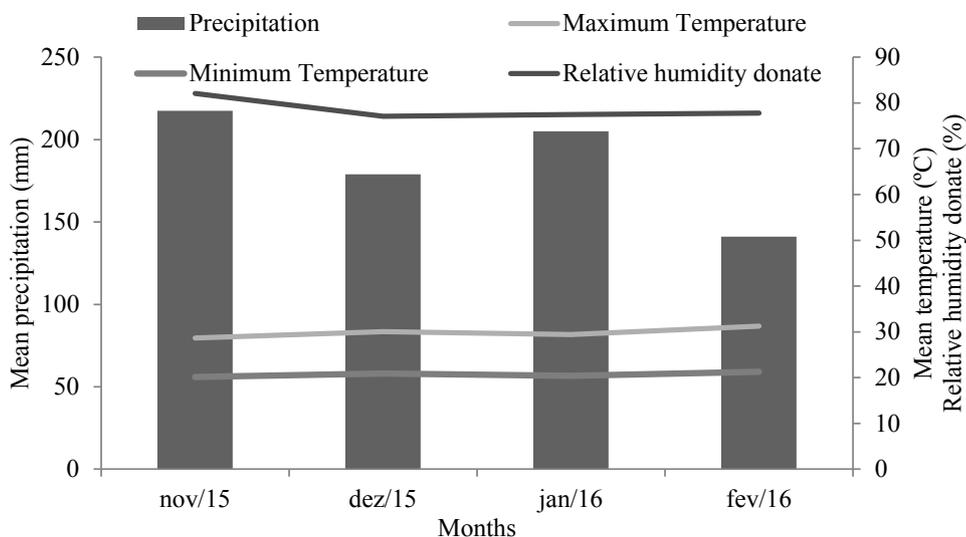


Figure 1 – Regional climatic data recorded during the study period. Source: National Institute of Meteorology– INMET (Sorocaba-SP Meteorological Station).

Figura 1 – Elementos climáticos da região durante o desenvolvimento do experimento. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (Estação Meteorológica de Sorocaba-SP).

Table 1 – Chemical attributes of the Red Eutrophic Latossols in the experimental area, taken at a depth of 0-20 cm

Tabela 1 - Atributos químicos do Latossolo Vermelho Eutroférico da área experimental, na camada de 0-20 cm de profundidade

pH CaCl ₂	P	M.O.	H+Al	Al ³⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CTC	SB	V
	mg dm ⁻³	g m ⁻³	mmol _c dm ⁻³						%	
5,2	48	31	36	2	4,1	50	15	104,7	68,7	66

The study was carried out between November 2015 and February 2016, with a randomized block experimental design consisting of 5 treatments with 4 replications (a total of 20 experimental plots). Each experimental unit had 2 lines of active area and 4 border lines, all 4 m in length with 0.5 m, giving a total area of 12 m². The common bean cultivar IAC Carioca was used, manually seeded at a density of 15 seeds per linear meter.

The factors under study (treatments) were: 1 - mineral fertilizer 04-14-8, applied at a dosage of 576.92 kg ha⁻¹; 2 - organomineral fertilizer 05-15-10 (supplied by the company Fertiflora), applied at a dosage of 500 kg ha⁻¹, and made from a mixture of mineral sources of nitrogen, phosphorus and potassium mixed with chicken manure; 3 - organic fertilizer (compost) made from the grass straw mixture with chicken litter and applied at a dosage of 7 t ha⁻¹; 4 - organic fertilizer (compost), made from the grass straw mixture with sheep manure, and applied at a dosage of 10 t ha⁻¹; 5 - control (soil without application of fertilizers). Treatments were applied to the crop lines during initial seed planting.

O estudo foi realizado entre os meses de novembro de 2015 e fevereiro de 2016, e o delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados composto por 5 tratamentos com 4 repetições, totalizando 20 parcelas experimentais. Cada unidade experimental contou com 2 linhas de área útil e 4 linhas de bordadura, ambas com 4 m de comprimento e espaçamento de 0,5 m, totalizando 12 m². Utilizou-se a cultivar de feijão comum IAC Carioca, semeada manualmente na densidade de 15 sementes por metro linear.

Os fatores em estudo (tratamentos) foram: 1 – fertilizante mineral 04-14-8 na dose de 576,92 kg ha⁻¹; 2 – fertilizante organomineral 05-15-10 na dose de 500 kg ha⁻¹, fornecido pela empresa Fertiflora®, confeccionado a partir da mistura de fontes minerais de nitrogênio, fósforo e potássio com esterco de aves; 3 – fertilizante orgânico (composto) na dose de 7 t ha⁻¹, confeccionado a partir da mistura de palha de grama com cama de frango; 4 – fertilizante orgânico (composto) na dose de 10 t ha⁻¹, confeccionado a partir da mistura de palha de grama com esterco de ovinos; 5 – testemunha (solo sem aplicação de fertilizantes). É válido ressaltar que as doses dos formulados foram aplicadas na linha da cultura na adubação de plantio.

Sources for nitrogen (N), Phosphorus (P_2O_5) and Potassium (K_2O) in the mineral and organomineral fertilizer formulations were urea, simple superphosphate and potassium chloride, respectively. Doses applied during the study are the sum of both planting and cover, both of which were calculated according to the recommend fertilization needs for common bean crops and considering the analysis of the chemical characteristics of the soil, following Raji *et al.* (1996).

The organic fertilizers were analysed at the Federal University of São Carlos, Araras Campus Soils and Plant Chemical Analysis Laboratory, an their chemical properties are given in Table 2. These fertilizers were incorporated into the soil one week before sowing. Dosages were determined using conversion rates of the nutrients applied, from organic fertilizers to the mineral form, according to Ribeiro *et al.* (1999), based on the quantity needed to satisfy minimum of N, P_2O_5 and K_2O requirements of cropping common beans (RAIJ *et al.*, 1996).

As fontes utilizadas de nitrogênio (N), Fósforo (P_2O_5) e Potássio (K_2O) na formulação do fertilizante mineral e organomineral foram ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. As doses demonstradas neste trabalho são a soma da adubação de plantio e cobertura, ambas calculadas segundo a recomendação e necessidade de adubação para a cultura do feijão comum e mediante a análise das características químicas do solo, conforme Raji *et al.* (1996).

Os fertilizantes orgânicos foram analisados no Laboratório de Análise Química de Solos e Plantas da Universidade Federal de São Carlos, *Campus* Araras, e suas propriedades químicas são apresentadas na Tabela 2. Esses adubos foram incorporados ao solo uma semana antes da semeadura da cultura. As doses foram estabelecidas de acordo com as porcentagens de conversão dos nutrientes aplicados, via adubos orgânicos, para a forma mineral, segundo método de Ribeiro *et al.* (1999), e na quantidade que suprissem as necessidades mínimas de N, P_2O_5 e K_2O da cultura do feijoeiro (RAIJ *et al.*, 1996).

Table 2 - Chemical properties of chicken bedding and sheep manure used as source of organic fertilizer in the current study (in %)

Tabela 2 - Propriedades químicas dos compostos provenientes de dejetos de ovinos e cama de frango, utilizados como fonte de adubação orgânica deste estudo (em %)

Compound	pH	C	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	SO ₄	Humidity
Chicken bedding	8,3	16,1	2,90	13,53	30,40	0,95	0,23	1,66	21,68
Sheep manure	8,7	18,1	2,95	8,58	19,00	5,20	1,15	1,42	24,77

During the experiment, cropping practices and phytosanitary management followed the standard production model, with periodic irrigations with a central sprinkler, a cover fertilization at an N dosage of 70 kg ha⁻¹ (plots with chemical fertilization only), removal of spontaneous plants and control of pests and diseases.

Harvesting from plants in the planted area of each plot was done manually, 86 DAP (days after planting). Variables evaluated were: pod length (cm: measure with a graduated ruler); per plant pod number; number of seeds per pod; mass of 100 grains (g: randomly separating a sample of 100 seeds from each plot and later measured on a precision balance); and productivity in kg ha⁻¹ (adjusted to a storage-favourable 13% moisture level using a grain moisture meter, following Gerlach *et al.* (2013).

Results were analysed with analysis of variance (ANOVA) and the means compared with a Tukey test (5% probability), using the SISVAR statistical program (FERREIRA, 2011).

Durante a condução da cultura, foram realizadas práticas culturais e manejos fitossanitários dentro do modelo convencional de produção, tais como irrigações periódicas por pivô central, uma adubação de cobertura na dose de 70 kg ha⁻¹ de N (apenas nas parcelas com adubação química), controle de plantas espontâneas e controle de pragas e doenças.

A colheita das plantas contidas na área útil de cada parcela foi realizada manualmente, 86 DAP (dias após o plantio). As variáveis avaliadas foram: comprimento de vagem (cm), com auxílio de régua graduada; número de vagens por planta; número de sementes por vagem; massa de 100 grãos (g), separando, ao acaso, uma amostra de 100 sementes de cada parcela e posteriormente avaliadas em balança de precisão; e produtividade em kg ha⁻¹, com ajuste para 13% de umidade (favorável ao armazenamento), por meio do uso de um medidor de umidade de grãos, conforme Gerlach *et al.* (2013).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

RESULTS AND DISCUSSION

For all production variables significant differences were found between treatments (Table 3). This indicates that fertilizer management strategies, under the deployed experimental conditions, can have a greater or lesser influence in promoting crop productivity for the common bean variety tested here.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferenças significativas entre os tratamentos para todas as variáveis de produção do feijão comum (Tabela 3). Isso indica que as estratégias de manejo de fertilizantes, nas condições experimentais, podem ter maior ou menor influência na promoção da produtividade dessa cultura.

Tabela 3 – Summary of analysis of variance (ANOVA) for the production variables of the common bean variety Carioca, as a function of different treatments

Tabela 3 - Resumo da análise de variância (ANOVA) para as variáveis de produção do feijão tipo Carioca, em função dos diferentes tratamentos

FV	GL	QM				
		PL	PNP	SNP	HSM	Prod
Blocks	3	0,03	0,02	0,00	0,22	2.016,85
Treatments	4	0,70**	0,33**	0,03*	4,17**	20.800,76*
Residue	12	0,02	0,01	0,00	0,18	2.671,87
CV (%)		1,46	4,32	2,84	1,76	8,01

PL – pod length (cm); PNP – pod number per plant; SNP – seed number per pod; HSM – 100 seed mass; Prod – productivity kg ha⁻¹; CV (%) – coefficient of variation; ns – not significant; * significant at 5% (p≤0.05); ** significant at 1% (p≤0.01).

PL – comprimento de vagem (cm); PNP – número de vagens por planta; SNP – número de sementes por vagem; HSM – massa de 100 grãos; Prod – produtividade em kg ha⁻¹; CV (%) – coeficiente de variação; ns – não significativo; * significativo a 5% (p ≤ 0,05); ** significativo a 1% (p ≤ 0,01).

Average values for the production variables from the different treatments are given in Table 4. Organomineral fertilizer application resulted in a significant increase in pod length, number of pod per plant, and as bean productivity in relation to the other treatments, except for sheep manure compost, where statistically similar values were obtained for productivity and seed number per pod. However, productivity in plots fertilized with sheep manure was not statistically difference to other treatments. These did not differ from each other, nor from the treatment lacking fertilizer (control). This can be explained by the high fertility of the soils in the test region, and may favor strong crop development even without fertilizer-based supplementation of primary macronutrients, as observed in this study.

Average 100 seeds mass was also influenced by the fertilizer treatments (Table 3). As shown in Table 4, highest production occurred with organomineral fertilizer, although the values did not differ statistically from those obtained with the mineral fertilizer or control. Plots with organic fertilization has the lowest values for this variable.

Os valores médios das variáveis de produção do feijão comum em resposta aos diferentes tratamentos são apresentados na Tabela 4. O fertilizante organomineral proporcionou aumento significativo no comprimento de vagem, no número de vagem por planta, bem como na produtividade do feijão em relação aos outros tratamentos, exceto ao composto de esterco de ovinos, em que se verificou produtividade e número de sementes por vagem estatisticamente semelhante. Contudo, a produtividade nas parcelas adubadas com esterco de ovinos não apresentaram diferença estatística em relação aos outros tratamentos, que também não diferiram entre si, inclusive, em comparação com o tratamento sem adubação (testemunha). Esse comportamento pode ser explicado pela boa fertilidade da área, podendo favorecer um bom desenvolvimento da cultura mesmo sem adubação com macronutrientes primários, como observado neste estudo.

A massa média de 100 grãos também foi influenciada pelos tratamentos, conforme a Tabela 3. A partir dos valores obtidos e apresentados na Tabela 4 os melhores resultados ocorreram com o uso do fertilizante organomineral, embora não tenham diferido da adubação mineral e da testemunha. Já as fontes de adubação orgânica apresentaram os piores resultados para essa variável.

Table 4 - Mean values for production variables of the Carioca variety of the common bean, as a function of different fertilizers (organic, mineral and organomineral)
Tabela 4 - Valores médios das variáveis produtivas do feijão comum, tipo Carioca, em função de diferentes fertilizantes (orgânicos, mineral e organomineral)

Treatments	PL	PNP	SNP	HSM	Prod
	cm			g	kg ha ⁻¹
Organomineral	10,27 a	10,53 a	5,04 a	24,72 a	1.890,72 a
Sheep manure	9,79 b	7,37 bc	5,11 a	22,25 c	1.639,48 ab
Chicken bedding	9,71 b	8,31 b	4,72 ab	23,50 b	1.580,78 b
NPK mineral	9,76 b	7,99 b	4,85 ab	24,69 a	1.565,26 b
Control	9,09 c	6,05 c	4,29 b	24,02 ab	1.391,96 b

PL – pod length (cm); PNP – pod number per plant; SNP – seed number per pod; HSM – 100 seed mass; Prod – productivity kg ha⁻¹; Averages followed by the same letter in the column do not differ at the 5% level (Tukey's test).

PL – comprimento de vagem (cm); PNP – número de vagens por planta; SNP – número de sementes por vagem; HSM – massa de 100 grãos; Prod – produtividade em kg ha⁻¹; Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Carvalho (2012) found no differences in mass of 100 seeds for common beans dosed with mineral fertilization and goat manure, nor for the interaction between the two sources. Similar results were observed by Gerlach *et al.* (2013), where mass values for 100 bean seeds were influenced by neither organic, mineral or organomineral fertilization. However, Ferreira *et al.* (2009) concluded that the use of organomineral fertilization resulted in significant increases in the average per plant seed mass values and in the mass of 1,000 grains, as well as in the per plant pod number and overall bean crop yield, which was some 63% greater than that obtained using only organic fertilization.

In the current study, dosing with organomineral fertilizer resulted in bean productivity of approximately 31.51 sacks ha⁻¹, some 4.19 more sacks than the second most productive treatment (sheep manure compost). The latter had an average yield of 27.32 bags ha⁻¹, about one sack greater than the yield from chicken litter compost (26.35 bags ha⁻¹), and a little more than one bag greater than the mineral fertilizer treatment (26.09 sacks ha⁻¹), although no statistical difference was observed between treatments with organic and mineral fertilizer application.

According to Primavesi (2002), composting processes that occurs as a result of human management of poultry and sheep manure can contribute to the mineralization process of the organic matter in these materials, so allowing greater nutrient availability to the crop when such materials are applied to the soil. This process help explain the statistically similar results obtained from the bean plots dosed with organic material and with mineral fertilizer.

Carvalho (2012) não obteve diferenças para a característica de massa de 100 sementes para as doses de adubação mineral e de esterco caprino, bem como para a interação entre as duas fontes. Resultados semelhantes foram observados por Gerlach *et al.* (2013), em que os valores da massa de 100 grãos de feijoeiro também não foram influenciados pela adubação orgânica, mineral ou organomineral. Já Ferreira *et al.* (2009) concluíram que o emprego da adubação organomineral proporcionou aumentos significativos nos valores médios da massa de grãos por planta e na massa de 1.000 grãos, bem como no número de vagens por planta e produtividade final da cultura de feijão, que foi cerca de 63% maior que a aquela obtida só com adubação orgânica.

A adubação com fertilizante organomineral resultou em produtividade de feijão de aproximadamente 31,51 sacas ha⁻¹, cerca de 4,19 sacas a mais em relação ao tratamento com a segunda maior produção, o composto de esterco de ovino. Por sua vez, apresentou estimativa de 27,32 sacas ha⁻¹, cerca de quase uma saca a mais em comparação ao tratamento empregando composto de cama de frango (26,35 sacas ha⁻¹) e superior em pouco mais de uma saca ao tratamento com fertilizante mineral (26,09 sacas ha⁻¹), embora não tendo sido observada diferença estatística entre os tratamentos com fertilizante orgânico e mineral.

É válido ressaltar que o processo de compostagem realizado nos dejetos de aves e ovinos, de acordo com Primavesi (2002), pode contribuir com o processo de mineralização da matéria orgânica desses materiais, proporcionando maior disponibilidade dos nutrientes à cultura assim que aplicados ao solo, o que pode ter influenciado assim na obtenção de resultados estatisticamente semelhantes entre as parcelas do feijão adubadas com fontes orgânicas em comparação as parcelas adubadas com fertilizante mineral.

In addition, release of mineralized nutrients from organic sources occurs more slowly than from mineral fertilizers, which may also have contributed, possibly at small levels, to the increase in production, in comparison to mineral fertilization. According to Raij *et al.* (1996), the mineralization of organic fertilizers favors nutrient supply to different stages of bean development, providing nutritional availability over time, and so facilitating better nutrient utilization by the crop.

In a study by Martins *et al.* (2015), the use of organic fertilizer on common bean also resulted in productivity equivalent to that gained with mineral fertilization. Meanwhile, both Luqueño *et al.* (2010) and Galbiatti *et al.* (2011) reported that, application of organic fertilizers resulted in higher productivity by common beans than did mineral fertilizers. Additionally, increases in common bean productivity when manure is used for fertilizer have been reported by several authors (PAULETTI *et al.*, 2008; CAVALCANTE *et al.*, 2009; MELO *et al.*, 2009; PEREIRA *et al.*, 2013; PEREIRA *et al.*, 2015).

The highest productivity obtained in this experiment occurred via organomineral fertilization, although it was below the average productivity for the Carioca variety of the common bean in the state of São Paulo which, according to the recent reports from CONAB (2016), is around 35 to 40 bags ha⁻¹. One explanation is the very heavy rainfall that occurred in the final stages of crop development (Figure 1). This may not only have slowed development, but also facilitated the development of fungal diseases, such as antracnose (Black Spot Disease: *Colletotrichum lindemuthianum*) and Angular Leaf Spot (*Isariopsis griseola*), so reducing production.

An increase of seed yield with organomineral fertilizer application was also reported by Alves *et al.* (2008). The authors reported that application of organomineral fertilization (NPK + bovine manure) produced 1.5 t ha⁻¹ more than dosing with organic fertilizers. In addition, Júnior *et al.* (2011), using organomineral fertilizers on two bean cultivars (IPR Colibri and IPR Eldorado), obtained a significant increase of seed mass per plant, mass per 1,000 seeds, per plant pod number and productivity for both varieties when fertilized with organomineral mixtures.

Carvalho (2012) also observed a linear increase in seed yield of fava beans, with increasing doses of goat manure, combined with a mineral fertilizer. Highest values (3 t ha⁻¹) were achieved with applications at 40 t ha⁻¹ doses of goat manure, mixed with 200 kg ha⁻¹ of formulated fertilizer NPK 05-30-15. However, Gerlach *et al.* (2013) found the application of mineral fertilizer, organic fertilizer produced no differences in the productivity for the common bean cultivars Carioca Precoce, Jurití and Pérola, and neither did their combinations in different proportions (organomineral).

Aliado a isso, a taxa de liberação dos nutrientes mineralizados a partir de fontes orgânicas ocorre de forma mais lenta, o que também pode ter colaborado com o aumento na produção, mesmo que muito pequena, em comparação a adubação mineral. Segundo Raij *et al.* (1996), essa mineralização dos adubos orgânicos favorece o aporte de nutrientes nas diferentes fases de desenvolvimento do feijão, proporcionando disponibilidade nutricional ao longo do tempo, favorecendo assim melhor aproveitamento dos nutrientes pela cultura.

Em estudo realizado por Martins *et al.* (2015), o emprego da adubação orgânica na cultura do feijão comum também resultou em produtividade equivalente a adubação mineral. Resultados semelhantes foram obtidos por Luqueño *et al.* (2010) e Galbiatti *et al.* (2011), nos quais foi possível observar efeito positivo da adubação orgânica em comparação aos fertilizantes minerais no feijoeiro. Outros estudos têm evidenciado aumentos na produtividade do feijão comum com o uso de esterco na adubação, sendo relatados por vários autores (PAULETTI *et al.*, 2008; CAVALCANTE *et al.*, 2009; MELO *et al.*, 2009; PEREIRA *et al.*, 2013; PEREIRA *et al.*, 2015).

A maior produtividade obtida nesse experimento foi proporcionada pelo uso do fertilizante organomineral e, embora tenha ficado abaixo da produtividade média do feijão comum, tipo Carioca, no estado de São Paulo, em torno de 35 a 40 sacas ha⁻¹, de acordo com os últimos relatórios da CONAB (2016). É possível que o excesso de chuvas durante os estádios finais da cultura (Figura 1), tenha prejudicado seu desenvolvimento, além de ter colaborado com o surgimento de doenças fúngicas, como a Antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) e a Mancha Angular (*Isariopsis griseola*), deprimindo a produção.

O aumento de produção de grãos com aplicação de adubos organominerais também foi observado por Alves *et al.* (2008). Os autores observaram que a aplicação de adubação organomineral (NPK+esterco bovino) produziu 1,5 t ha⁻¹ a mais que a adubação orgânica. Já Júnior *et al.* (2011), empregando adubação organomineral em duas cultivares de feijão (IPR Colibri e IPR Eldorado), obtiveram aumento significativo de massa de grãos por planta, massa de 1.000 grãos, número de vagens por planta e produtividade para ambas as variedades adubadas com misturas organominerais.

Com a adubação orgânica associada à mineral, ou mesmo na ausência dessa, Carvalho (2012) também observou aumento linear no rendimento de grãos da cultura do feijão-fava, onde o uso de esterco de caprinos, combinado com um adubo mineral, atingiu maior produção (3 t ha⁻¹) com as doses de 40 t ha⁻¹ de esterco caprino associada com 200 kg ha⁻¹ do fertilizante formulado NPK 05-30-15. Em contrapartida, Gerlach *et al.* (2013) não encontraram diferenças na produtividade dos cultivares de feijoeiro Carioca Precoce, Jurití e Pérola a partir da aplicação de fertilizante mineral, fertilizante orgânico obtido a partir de resíduos de frigorífico ou de sua combinação em diferentes proporções (organomineral).

Evaluating Fertiflora™ organomineral fertilizer efficiency, Nakayama *et al.* (2013) used decreasing doses of this fertilizer on the common bean and found no difference between organomineral and mineral fertilizer treatments. However, at doses of 200 kg ha⁻¹, organomineral fertilizer 04-14-08 produced some 2.87 more sacks per hectare than the treatment with the same dosage (200 kg ha⁻¹) of mineral fertilizer 08-28-16.

In the current study, results from organomineral fertilizer treatments can be explained by the benefits of the simultaneous use of the two nutrient sources with different nutrient profile behaviors, making the mixture superior to either used singly. Such fertilizer is prepared by mixing mineral fertilizers with sources of organic matter, so achieving the double benefit that results from the more rapid availability of the mineral portion and the slow release effect of the organic component. This occurs because, when coming into contact with the soil, the organic part undergoes mineralization, resulting in slow and continuous release of nutrients. These advantages mean the nutritional demands of the plant are met from the beginning (rapid availability from the mineral portion) through to the end of the crop cycle (slow availability from the organic portion), but without extensive nutrient loss to, for example, leaching or adsorption (TEIXEIRA *et al.*, 2014). As a result, the application of organomineral fertilizers can achieve high agronomic efficiency across a crop cycle.

Soil organic matter is essential for the promotion of microbial activity and soil mesofauna as it supplies nutrients and energy essential for the activities of such organisms. In consequence, biostructure and soil productivity are based on the existence of decaying organic matter within the soil matrix. Therefore, the presence in organic and organomineral fertilizers, stimulates not only a multiplication of microbial cells and fungi in the soil, but also reduces generation time, especially for bacteria. As a result, there is an increase in the organic material decomposition rates and, consequently, in the release of the nutrients contained within them (PRIMAVESI, 2002).

In addition to increasing fertility and improving soil organic quality, organic matter from organic and organomineral fertilizers can improve soil physical characteristics, promoting beneficial effects for soil aggregation, porosity, water retention and infiltration (RODRIGUES *et al.*, 2013).

For organic fertilizers specifically, Figueiredo *et al.* (2012) cite that although they represent an alternative means of increasing crop production, their use at very high doses can be detrimental to plants – though they acknowledge that this depends on their chemical composition, mineralization rate and nitrogen content.

Avaliando a eficiência do fertilizante organomineral Fertiflora®, Nakayama *et al.* (2013) utilizaram doses decrescentes desse adubo na cultura do feijão comum e observaram que não houve diferença nos resultados das avaliações comparativas da pesquisa entre o fertilizante organomineral e mineral. Porém, a dose de 200 kg ha⁻¹ do fertilizante organomineral 04-14-08 produziu cerca de 2,87 sacas a mais por hectare que o tratamento com mesma dosagem (200 kg ha⁻¹) do fertilizante mineral 08-28-16.

Os resultados obtidos com o fertilizante organomineral podem ser justificados pelos benefícios da utilização simultânea das duas fontes com comportamentos diferenciados, em comparação à aplicação isolada de qualquer uma delas. Esse fertilizante é preparado pela mistura de fertilizantes minerais com fontes de matéria orgânica, onde o benefício duplo ocorre pela disponibilidade mais rápida da parte mineral e, ainda, pelo efeito “slow release” da parte orgânica. Assim, ao entrar em contato com o solo, a parte orgânica sofre mineralização o que resulta em liberação lenta de nutrientes e de forma contínua. Tais vantagens permitem o atendimento da demanda nutricional da planta desde o início (rápida disponibilidade da parte mineral) até o fim do ciclo da cultura (lenta disponibilidade da parte orgânica) e sem grandes perdas de nutrientes por lixiviação ou adsorção, dentre outras (TEIXEIRA *et al.*, 2014). Dessa forma, a aplicação de fertilizantes organominerais pode atingir maior eficiência agrônômica ao longo das safras.

A matéria orgânica nos solos é essencial para a promoção da atividade microbiana e da mesofauna do solo devido ao fornecimento de nutrientes e energia para as atividades dos organismos. Assim, a bioestrutura e a produtividade do solo, baseiam-se na existência de matéria orgânica em decomposição. Portanto, a sua presença nesses adubos (orgânicos e organominerais) proporciona não só a multiplicação das células microbianas no solo, mas também a diminuição do tempo de geração, principalmente das bactérias. Como consequência, há aumento da decomposição dos materiais orgânicos e liberação dos nutrientes neles contidos (PRIMAVESI, 2002).

Além de aumentar a fertilidade e melhorar a qualidade biológica do solo, a matéria orgânica dos fertilizantes orgânicos e organominerais pode melhorar as características físicas, promovendo efeitos benéficos na agregação, porosidade, retenção e infiltração de água no solo (RODRIGUES *et al.*, 2013).

Com relação especificamente aos adubos orgânicos, Figueiredo *et al.* (2012) citam que apesar de representarem uma alternativa para aumentar a produção das culturas, o uso de doses muito elevadas pode ser prejudicial às plantas, dependendo de sua composição química, taxa de mineralização e teor de nitrogênio.

However, Melo *et al.* (2011) emphasize that, if managed appropriately, in addition to providing less pollution in the agricultural environment, organic fertilizers can promote greater economic stability for small-scale agricultural producers, since they have their origin in a natural resource that is most often already available on the property or in the region.

CONCLUSIONS

Organomineral and organic fertilizers (compost made with sheep manure) produced the highest common bean productivity under the current experiment conditions;

Under such conditions, organic and organomineral fertilizers can viably replace mineral fertilization in the production of the IAC Carioca common bean cultivar, with no loss of productivity.

ACKNOWLEDGEMENTS

To São Carlos Federal University for financial assistance. To the Agricultural Ecology Working Group and to Sr. Alberto Meira for providing the source of organic manure. To Dr. José Carlos Casagrande of the UFSCar *Campus* Araras Soil and Plant Chemical Analysis Laboratory for the analysis of soil and other samples.

Entretanto, Melo *et al.* (2011) ressaltam que se manejados adequadamente, além de poluir menos o ambiente agrícola, promovem maior estabilidade econômica aos produtores, pois se trata de um recurso natural que na maioria das vezes está disponível na propriedade ou na região.

CONCLUSÕES

Os fertilizantes organomineral e orgânico (composto confeccionado com esterco de ovinos) determinaram a maior produtividade de feijão comum;

Nas condições deste trabalho, os fertilizantes orgânicos e organomineral podem substituir a adubação mineral na produção do feijão comum, cultivar IAC Carioca.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de São Carlos-UFSCar pelo apoio financeiro. Ao Grupo de Trabalho em Pecuária Ecológica-GTPEc e ao Sr. Alberto Meira pelo fornecimento das fontes de adubação orgânica. Ao Dr. José Carlos Casagrande do Laboratório de Análise Química de Solos e Plantas do *Campus* Araras da UFSCar pelas análises de solo e amostras solicitadas.

SCIENTIFIC LITERATURE CITED

ALVES, A. U.; OLIVEIRA, A. P.; ALVES, A. U.; DORNELAS, C. S. M.; ALVES, E. U.; CARDOSO, E. A.; OLIVEIRA, A. N. P.; CRUZ, I. S. Lima beans production and economic revenue as function of organic and mineral fertilization. **Horticultura Brasileira**, v. 26, p. 251-254, 2008.

CARVALHO, M. G. Produção de feijão-fava em função de diferentes doses de adubação orgânica e mineral. 2012. 60 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Piauí, Teresina.

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

CAVALLIERI, A. L. F.; SALA, F. C.; FRANCO, F. S.; DIAS, L. T. S.; ALMEIDA, L. M. M. C.; ROSÁRIO, M. F.; FIGUEIREDO, R. A. Projeto Pedagógico do Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônômica. Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) - Centro de Ciências da Natureza (CCN), Campus Lagoa do Sino. 2013. 163 p.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira de grãos: décimo levantamento, julho 2016. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_07_29_15_12_51_boletim_graos_jjulh_2016.pdf. Acesso em: 02 ago. 2016.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Brasília: Embrapa-SPI, 2006. 306 p.

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

- FERREIRA, E. G.; MELÉM JÚNIOR, N. J.; BRITO, O. R. Biomassa microbiana do solo e produtividade do feijão submetido a diferentes tipos de adubação. In: XVIII EAIC - ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 18., 2009, Londrina. **Resumos...** Londrina: UEL, 2009.
- FERREIRA, E. P. B.; SANTOS, H. P.; COSTA, J. R.; DE-POLLI, H.; RUMJANEK, N. Microbial soil quality indicators under different crop rotations and tillage managements. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 2, p. 177-183, 2010.
- FIGUEIREDO, C. C.; RAMOS, M. L. G.; McMANUS, C. M.; MENEZES, A. M. Mineralização de esterco de ovinos e sua influência na produção de alface. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 1, p. 175-179, 2012.
- GALBIATTI, J. A.; SILVA, F. G.; FRANCO, C. F.; CAMELO, A. D. Desenvolvimento do feijoeiro sob o uso de biofertilizante e adubação mineral. **Engenharia Agrícola**, v. 31, n. 1, p. 167-177, 2011.
- GERLACH, G. A. X.; ARF, O.; SILVA, J. C. S.; YANO, E. H. Aplicação de fertilizante orgânico e mineral em feijoeiro irrigado no período “de inverno”. **Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer**, v. 9, n. 16, p. 285-294, 2013.
- HANISCH, A. L.; FONSECA, J. A.; VOGT, G. A. Adubação do milho em um sistema de produção de base agroecológica: desempenho da cultura e fertilidade do solo. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 7, n. 1, p. 176-186, 2012.
- JÚNIOR, N. J. M.; BRITO, O. R.; JÚNIOR, N. S. F.; FONSECA, I. C. B.; AGUIAR, S. X. Nutrição mineral e produção de feijão em áreas manejadas com e sem queima de resíduos orgânicos e diferentes tipos de adubação. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 1, p. 7-18, 2011.
- LUQUEÑO, F. F.; VARELA, V. R.; SUÁREZ, C. M.; HERNÁNDEZ, G. S.; MENEZES, J. Y.; RAMÍREZ, J. M. C.; DENDOOVEN, L. Effect of different nitrogen sources on plant characteristics and yield of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Bioresource Technology**, v. 101, p. 396-403, 2010.
- MARTINS, J. D. L.; MOURA, M. F.; OLIVEIRA, J. P. F.; OLIVEIRA, M.; GALINDO, C. A. F. Esterco bovino, biofertilizante, inoculante e combinações no desempenho produtivo do feijão comum. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 9, n. 4, p. 369-376, 2015.
- MELO, A. V.; GALVÃO, J. C. C.; BRAUN, H.; SANTOS, M. M.; COIMBRA, R. R.; SILVA, R. R.; REIS, W. F. Extração de nutrientes e produção de biomassa de aveia-preta cultivada em solo submetido a dezoito anos de adubação orgânica e mineral. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 2, p. 411-420, 2011.
- MELO, R. F.; BRITO, L. T. L.; PEREIRA, L. A.; ANJOS, J. B. Avaliação do uso de adubo orgânico nas culturas de milho e feijão caupi em barragem subterrânea. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 1264-1270, 2009.
- NAKAYAMA, F. T.; PINHEIRO, G. A. S.; ZERBINI, E. F. Eficiência do fertilizante organomineral na produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em sistema de semeadura direta. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 9, n. 7, p. 122-138, 2013.
- PAULETTI, V.; BARCELLOS, M.; MOTTA, A. C. V.; MONTE SERRAT, B.; SANTOS, I. R. Produtividade de culturas sob diferentes doses de esterco líquido de gado de leite e de adubo mineral. **Scientia Agraria**, v. 9, n. 2, p. 199-205, 2008.
- PEREIRA, L. B.; ARF, O.; SANTOS, N. C. B.; OLIVEIRA, A. E. Z.; KOMURO, L. K. Manejo da adubação na cultura do feijão em sistema de produção orgânico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 1, p. 29-38, 2015.
- PEREIRA, R. F.; CAVALCANTE, S. N.; LIMA, A. S.; MAIA FILHO, F. C. F.; SANTOS, J. G. R. Produção de feijão vigna sob adubação orgânica em ambiente semiárido. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 9, n. 2, p. 27-32, 2013.
- PRIMAVESI, A. Manejo Ecológico do Solo: A agricultura em regiões tropicais. 2. ed. São Paulo: Nobel, 2002. 541 p.
- RADY, M. M.; EL-SHEWY, A. A.; ABDELPARY, M. A. M. Response of common bean plants to a novel organo-mineral fertilizer as a partial substitution to mineral-npk fertilizers under a moderate-saline soil. **International Journal of Academic Research**, v. 7, p. 116-121, 2015.
- RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo e Fundação IAC, 1996. (Boletim Técnico, 100).
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação. 1. ed. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.
- RODRIGUES, J. F.; REIS, J. M. R.; REIS, M. A. Utilização de esterco em substituição a adubação mineral na cultura do rabanete. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 7, n. 2, p. 160-168, 2013.
- TEIXEIRA, W. G.; SOUSA, R. T. X.; KORNDÖRFER, G. H. Resposta da cana-de-açúcar a doses de fósforo fornecidas por fertilizante organomineral. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 6, p. 1729-1736, 2014.