

Produção e Nutrição do Feijão-de-Metro Cultivado com Biofertilizante



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Amazônia Ocidental
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
25**

**Produção e Nutrição do Feijão-de-Metro
Cultivado com Biofertilizante**

*Cristiaini Kano
Marinice Oliveira Cardoso
Rodrigo Fascin Berni
Isaac Cohen Antonio
Amanda Rocha da Silva*

Embrapa Amazônia Ocidental
*Manaus, AM
2018*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Amazônia Ocidental
Rodovia AM-010, Km 29,
Estrada Manaus/Itacoatiara
69010-970, Manaus, Amazonas
Fone: (92) 3303-7800
Fax: (92) 3303-7820
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável

Presidente
Roberval Monteiro Bezerra de Lima

Secretária
Gleise Maria Teles de Oliveira

Membros
*Maria Augusta Abtibol Brito de Sousa, Maria
Perpétua Beleza Pereira e Marcos Vinícius
Bastos Garcia*

Revisão de texto
Maria Perpétua Beleza Pereira

Normalização bibliográfica
Maria Augusta Abtibol Brito de Sousa
(CRB 11/420)

Tratamento das ilustrações
Gleise Maria Teles de Oliveira

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Gleise Maria Teles de Oliveira

Foto da capa
Cristiaini Kano

1ª edição
1ª impressão (2018): 300 tiragem

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Amazônia Ocidental

Produção e nutrição do feijão-de-metro cultivado com biofertilizante / Cristiaini
Kano... [et al.]. – Manaus : Embrapa Amazônia Ocidental, 2018.
25 p. : il. color. - (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Amazônia
Ocidental, ISSN 1517-2457; 25).

1. *Vigna unguiculata*. 2. Feijão-de-metro. 3. Adubação orgânica. 4. Manejo
alternativo. 5. Hortaliça. I. Kano, Cristiaini. II. Cardoso, Marinice Oliveira. III. Berni,
Rodrigo Fascin. IV. Antonio, Isaac Cohen. V. Silva, Amanda Rocha da. VI. Série.

CDD 635.652

Sumário

Resumo	5
Abstract..	7
Introdução.....	8
Material e Métodos	9
Resultados e Discussão	12
Conclusões.....	21
Agradecimentos.....	21
Referências	22

Produção e Nutrição do Feijão-de-Metro Cultivado com Biofertilizante

Cristiaini Kano¹

Marinice Oliveira Cardoso²

Rodrigo Fascin Berni³

Isaac Cohen Antonio³

Amanda Rocha da Silva⁴

Resumo – O feijão-de-metro possui considerável importância socioeconômica nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, em geral, cultivado com práticas de manejo convencional do solo. Entretanto, é crescente a demanda pelo manejo alternativo do solo com uso de resíduos orgânicos, como os biofertilizantes, em olerícolas. Objetivou-se avaliar o efeito de doses de biofertilizante bovino aplicado ao solo sobre atributos agrônômicos dessa fabácea, além de dois tratamentos adicionais. As aplicações foram realizadas em cobertura no solo. O experimento foi conduzido em Manaus, AM, no período de agosto a novembro de 2014, em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições. As doses do biofertilizante integral diluído em água (0%; 5%; 10%; 15% e 30%) corresponderam aos tratamentos principais, ao passo que o biofertilizante peneirado (malha de 2 mm), 15% em água, e a adubação mineral (150 kg ha⁻¹ de N e 90 kg ha⁻¹ de K₂O) representaram os tratamentos adicionais. O número total (NTV), a produção total (PTV) e a produção comercial (PCV) de vagens incrementaram linearmente com as doses de biofertilizante. Os teores foliares dos macronutrientes não foram influenciados pelas doses de biofertilizante, exceto o S, que decresceu linearmente. Os teores foliares de B e Cu aumentaram linearmente com as doses, enquanto os de Mn não variaram, e os de Fe e Zn decresceram linearmente. Para o NTV, a PTV e

¹ Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Agronomia, pesquisadora da Embrapa Territorial, Campinas, SP

² Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Agronomia, pesquisadora da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM

³ Engenheiro-agrônomo, M.Sc. em Agronomia, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM

⁵ Bolsista de Iniciação Científica, Paic/Fapeam/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM

a PCV não houve significância em qualquer dos contrastes de tratamentos. Nos contrastes para os teores foliares dos macronutrientes, somente o Ca denotou significância, sendo maior com NK. Nos contrastes relativos aos teores foliares dos micronutrientes, o B sobressaiu com o biofertilizante integral (30%) e o Fe com o biofertilizante peneirado (15%). Na análise de componentes principais, aplicada aos teores foliares dos nutrientes, destacou-se o antagonismo do N, P e Mg contra o Ca, assim como do Mn contra o Cu. Porém, constatou-se sinergismo do Fe com o Zn.

Termos para indexação: *Vigna unguiculata* subsp. *sesquipedalis*, adubação orgânica, hortaliça, manejo alternativo.

Production and Nutrition of Yard Long Bean Cultivated with Biofertilizer

Abstract – The yard long bean have considerable socioeconomic importance in the North and Northeast regions of Brazil, in general, being cultivated with conventional soil management practices. However, there is a growing demand for alternative soil management with the use of organic residues, such as biofertilizers, in vegetables. Thus, the objective was to evaluate the effect of doses of bovine biofertilizer applied to the soil on agronomic attributes of this fabacea, as well as two additional treatments. The applications were carried out in soil side dressing. The experiment was conducted in Manaus, AM, from August to November 2014, in a randomized complete block design with four replications. The doses of the biofertilizer diluted in water (0%, 5%, 10%, 15% and 30%) corresponded to the main treatments, while the biofertilizer sieved (2 mm mesh), 15% in water, and mineral fertilization (150 kg ha⁻¹ of N and 90 kg ha⁻¹ of K₂O) represented the additional treatments. The total number (NTV), the total production (PTV) and the commercial production (PCV) of pods increased linearly with the biofertilizer doses. Macronutrients leaf contents were not influenced by the biofertilizer doses, except for S, which decreased linearly. B and Cu leaf contents were adjusted to the linear model with increasing doses, while manganese did not vary, and Fe and Zn decreased linearly. For NTV, PTV and PCV there was no significance in any of the treatment contrasts. In the contrasts involving leaf contents of the macronutrients, only Ca showed significance, being higher with NK. In the contrasts relative to the micronutrient foliar contents, B was distinguished with the integral biofertilizer (30%) and the Fe content stood out with the biofertilizer sieved (15%). In the principal component analysis, applied to the foliar contents of nutrients, there was antagonism of the N, P and Mg contents against Ca, as well as of Mn against Cu. However, Fe synergism was observed with Zn.

Index terms: *Vigna unguiculata* subsp. *sesquipedalis*, organic manure, vegetable, alternative management.

Introdução

O feijão-de-metro (*Vigna unguiculata* (L) Walp. subsp. *unguiculata* cv. gr. *sesquipedalis* E. Westphal) é uma hortaliça fruto cultivada em regiões tropicais e subtropicais de diferentes continentes. O Sudeste da Ásia é apontado como o seu mais provável centro de origem e diversidade (Freire Filho, 1988; Charassri et al., 2012), visto que a espécie *Vigna unguiculata* se dispersou do Nordeste da África para a Ásia, continente onde experimentou as maiores mudanças evolutivas pós-domesticação, surgindo por seleção direcional o cultigrupo *sesquipedalis*, considerado a forma mais recente (Freire Filho, 1988), com vagens cilíndricas, finas, longas e flexíveis (Kinupp & Lorenzi, 2014).

No Brasil, a produção tem crescido nas regiões Norte e Nordeste, principalmente por agricultores familiares, constituindo-se em excelente e barata fonte de proteínas para a população em geral, além de fornecer outros nutrientes, como carboidratos, cálcio, ferro e vitaminas (Feitosa et al., 2015). Em geral, o feijão-de-metro é cultivado como alternativa ao feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris*) em regiões favoráveis à rhizoctoniose, por não ser esse problema fitossanitário tão limitante ao gênero *Vigna* quando comparado ao *Phaseolus*.

É notório que solos com fertilidade limitada demandam manejo adequado para o cultivo de hortaliças. Em geral, convencionalmente, realiza-se a aplicação de fertilizantes minerais e resíduos orgânicos por ocasião do plantio, além do N e/ou K em cobertura. Entretanto, como outras fabáceas cultivadas da espécie *V. unguiculata*, que são adaptadas à pouca disponibilidade nutricional (Zilli et al., 2009) e que produzem bem em solos de mediana fertilidade ou se beneficiando de fertilidade residual (Filgueira, 2008), o feijão-de-metro não exige a aplicação de P e K ao plantio quando forem razoáveis os níveis residuais desses nutrientes no solo (Botelho et al., 2010). Igualmente, por se beneficiar da fixação biológica de N, FBN (Sinsiri; Homchan, 2002), a adubação mineral nitrogenada deve ser utilizada apenas quando não ocorrer boa nodulação das plantas (Zilli et al., 2009). Pois o N mineral em cobertura pode levar ao desenvolvimento exagerado dos ramos, em detrimento da produção de vagens (Cardoso, 1997), verificando-se bons rendimentos dessa leguminosa em solos com fertilidade residual, utilizando-se somente adubação or-

gânica ao plantio junto com a FBN por nodulação espontânea. Ocorre, dessa forma, o aporte do N indispensável ao crescimento vegetal e à produtividade (Taiz & Zeiger, 2006), que também estimula a absorção de outros nutrientes.

Esses aspectos podem proporcionar o manejo da nutrição do feijão-de-metro em bases menos dependentes de fertilizantes químicos solúveis, com redução das despesas dos agricultores para a sua produção. Além disso, atendem ao paradigma orgânico, que pressupõe a manutenção ou a melhoria da fertilidade do solo, utilizando-se recursos naturais, e das atividades biológicas (Sediyama et al., 2014a), por exemplo, subprodutos orgânicos, restos culturais, além de compostos e resíduos orgânicos (Lima et al., 2011), como os biofertilizantes. Segundo Souza e Alcântara (2008), os biofertilizantes constituem materiais orgânicos resultantes da fermentação de esterco, adicionados ou não de outros resíduos orgânicos e nutrientes, em água, sob processo aeróbico ou anaeróbico. No entanto, aliado às dúvidas sobre as formulações e métodos de produção mais adequados dos biofertilizantes, há necessidade ainda de estudos sobre seu efeito fertilizante e as concentrações a serem utilizadas nas diferentes culturas (Silva et al., 2007; Santos et al., 2007), particularmente quando aplicados em cobertura. Os biofertilizantes podem ser aplicados manualmente ou por fertirrigação (Antonio & Cardoso, 2014).

Dessa forma, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de diferentes concentrações de um biofertilizante integral de esterco bovino contendo micronutrientes sobre a nutrição e produção do feijão-de-metro em solo com fertilidade residual, além de dois tratamentos adicionais, um com o biofertilizante peneirado e outro com adubação mineral NK.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental, setor de plantas medicinais e hortaliças, Manaus, AM; 2°53'27" S, 59°58'7" O, altitude de 102 m, com área representativa de Latossolo Amarelo argiloso, de 18 de agosto (semeadura) a 28 de novembro de 2014. A área experimental utilizada sofreu pousio sob cobertura com ervas espontâneas e depois com o adubo verde mucuna-preta (*Mucuna aterrima*), procedendo-se, na sequência, à calagem e instalação de um experimento de

quiabo (*Abelmoschus esculentus*), no qual a adubação de plantio nos sulcos constou de esterco de galinha e fosfato natural Arad (P_2O_5 – 33%, Ca – 37% e S – 1%). Em seguida, foi conduzido o atual ensaio com feijão-de-metro, com aproveitamento da fertilidade residual dos sulcos de plantio do quiabo, que teve o mesmo espaçamento. A média dos resultados da análise química de amostras do solo (0 cm-20 cm), dos sulcos das parcelas do quiabo, evidenciou: $pH_{(H_2O)} = 6,2$; $P_{\text{meilich}} = 214,6 \text{ mg dm}^{-3}$; matéria orgânica = $29,4 \text{ kg}^{-1}$; $V\% = 64$; $H+Al = 2,2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $K = 90,2 \text{ mg dm}^{-3}$; $Ca = 2,7 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $Mg = 0,8 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $SB = 3,8 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $CTC = 6,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Durante a condução do ensaio, as médias locais da temperatura mínima, média e máxima e da umidade relativa do ar atingiram $22,1 \text{ }^\circ\text{C}$; $26,7 \text{ }^\circ\text{C}$ e $34,3 \text{ }^\circ\text{C}$; e 85%, respectivamente.

O delineamento experimental foi blocos casualizados com quatro repetições e sete tratamentos (principais e dois adicionais), todos aplicados em cobertura. A parcela correspondeu a duas linhas com doze covas (duas plantas por cova), no espaçamento de $1,0 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$, utilizando-se como área útil (2 m^2) aquela ocupada pelas oito covas centrais (16 plantas). Os tratamentos principais corresponderam a cinco doses de biofertilizante integral diluído em água (0%; 5%; 10%; 15% e 30%). Os tratamentos adicionais foram: biofertilizante peneirado (malha de 2 mm), 15% em água; e adubação mineral (150 kg ha^{-1} de N e 90 kg ha^{-1} de K_2O), conforme Botelho et al. (2010), utilizando-se ureia (44% de N) e KCl (58% K_2O). Com exceção da adubação mineral, aplicada em três parcelas, os demais tratamentos tiveram frequência de aplicação semanal. A semeadura foi direta, colocando-se quatro sementes por cova e efetuando-se, aos 15 dias após a semeadura, o desbaste para duas plantas por cova. O tutoramento das plantas foi na vertical com auxílio de fitilho e arame. A irrigação foi por gotejamento, utilizando fita gotejadora com emissores a cada 20 cm (vazão de $7,5 \text{ L/h/m}$), tendo sido monitorada com sensores Irrigas (25 KPa).

O biofertilizante foi preparado em condições anaeróbicas, utilizando-se um tambor de plástico em que foram colocados 100 L de esterco bovino fresco, 100 L de água, 400 g de FTE BR12 [S = 3,2%; B = 1,8%; Cu = 0,8%; Mn = 2%; Mo = 0,1%; Zn = 9%; teor solúvel em CNA + água (1:1): Cu (0,48%); Mn (1,2%); teor solúvel em ácido cítrico (2%): B (1,09%); Mo (0,06%) e Zn (5,4%)], 200 g de bórax (11% de B) e 100 g de sulfato de Zn (20% de Zn), sen-

do posteriormente lacrado. O tambor possuía uma mangueira ligada a uma garrafa plástica transparente contendo água, para retirada do gás produzido no interior do recipiente devido à fermentação pelas bactérias anaeróbicas (Penteado, 2007).

Após 30 dias, na abertura do tambor, verificaram-se duas partes no biofertilizante pronto, uma líquida (parte inferior do tambor) e outra sólida (em menor quantidade), sobrenadante. Esta era constituída basicamente pelo esterco, apresentando 58,8% de carbono. Os teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn atingiram, na parte sólida, respectivamente: - 25,9 g kg⁻¹; 17,1 g kg⁻¹; 54,2 g kg⁻¹; 39,2 g kg⁻¹; 12,7 g kg⁻¹; 7 g kg⁻¹; 2.630 mg kg⁻¹; 67 mg kg⁻¹; 1.973 mg kg⁻¹; 900 mg kg⁻¹ e 3.747 mg kg⁻¹. Na parte líquida, foram obtidos os valores de 0,61 mL L⁻¹ de N; 0,27 mL L⁻¹ de P; 2,10 mL L⁻¹ de K; 0,25 mL L⁻¹ de Ca; 0,42 mL L⁻¹ de Mg; 0,07 mL L⁻¹ de S; 0,28 mg kg⁻¹ de Cu; 5,91 mg kg⁻¹ de Fe; 4,79 mg kg⁻¹ de Mn e 19,09 mg kg⁻¹ de Zn. O biofertilizante foi diluído em água conforme os tratamentos e aplicado manualmente no solo (0,5 L cova⁻¹), no período de 12 de setembro a 19 de novembro de 2014, totalizando dez aplicações (5 L cova⁻¹ da calda diluída).

No florescimento pleno, coletaram-se folhas trifolioladas recém-maduras para diagnose foliar de nutrientes (Faquin, 2002), conforme a metodologia descrita por Silva (2009), e foram determinados os teores de N, P, K, Ca, Mg e S em g kg⁻¹, assim como os teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn em mg kg⁻¹. Realizou-se um total de 18 colheitas, iniciadas aos 45 dias e finalizadas aos 102 dias após a semeadura. As vagens foram colhidas imaturas com aproximadamente 30 cm de comprimento. Em cada colheita, foram avaliados o número e a massa de vagens comerciais e não comerciais. A produção total correspondeu ao somatório das massas de vagens comerciais e não comerciais, obtendo-se de forma similar o número total de vagens (somatório das comerciais e não comerciais). Consideraram-se como não comerciais as tortas e com sintomas de ataque de insetos.

Os resultados obtidos relacionados aos tratamentos principais foram submetidos à análise de variância e regressão no programa R 3.2.1 (R Foundation..., 2015) e interpretados por meio de suas significâncias, considerando-se o nível de probabilidade de até 5% (Teste F). Também foram realizados os contrastes estabelecidos (software estatístico IRRISTAT 5.0) utilizando-se o Teste F, por ele ser decisivo no caso de duas médias. Foram feitas

também análises de componentes principais com os teores foliares dos nutrientes relativos aos tratamentos principais, seguindo-se a rotina FactoMineR (Lê et al., 2008) do programa R 3.2.1, anteriormente mencionado.

Resultados e Discussão

Número total, produção total e produção comercial de vagens

Efeito das doses

A produção total e a produção comercial de vagens foram afetadas pelas doses de biofertilizante, com ajuste ao modelo linear crescente (Figuras 1A e 1B), assim, da menor para a maior dose, aumentaram de 670,17 a 762,72 g planta⁻¹ e de 599,87 a 685,70 g planta⁻¹, respectivamente. De forma similar, o número total de vagens cresceu linearmente (Figura 1C), tendo aumentado de 45,94 a 52,63 vagens planta⁻¹, da menor para a maior dose (0% a 30%, respectivamente). Portanto, o aumento das concentrações do biofertilizante proporcionou incremento dessas características produtivas. Deduz-se que o acúmulo crescente de material orgânico, presente no total aplicado (5L/planta), à medida do aumento das doses, deve ter exercido efeito benéfico na região das raízes, junto com os demais nutrientes desse efluente e os residuais presentes no solo, atendendo assim de forma mais equilibrada as demandas nutricionais dessa fabácea. Isso porque o esterco bovino aumentou o rendimento de vagens no feijão-caupi, o que não foi atribuído somente ao suprimento de nutrientes, mas também à melhoria de outros constituintes da fertilidade do solo, inclusive proporcionando melhor aproveitamento dos nutrientes originalmente presentes (Oliveira et al., 2001). Além disso, quando o solo possui condição propícia ao desenvolvimento da planta hospedeira, também terá para o processo de simbiose com o rizóbio, exceto quando se trata do nitrogênio mineral (Zilli et al., 2009), que não foi utilizado. Desse modo, a absorção de nutrientes deve ter aumentado nas doses mais elevadas, particularmente do fósforo, que limita o número, a massa e a atividade dos nódulos no feijão-caupi (Rumjaneck et al., 2005), podendo ter favorecido a fixação biológica de nitrogênio (FBN). A produção de vagens obtida no pre-

sente estudo foi satisfatória, tendo superado as citadas por Silva et al. (2012) e Cardoso (1997), respectivamente, 509,70 g planta⁻¹ e 455 g planta⁻¹. O aumento da produção de frutos com utilização do biofertilizante no solo também foi observado em outros feijões do gênero *Vigna*, como em feijão-macassar (Cavalcante et al., 2009) e feijão-caupi (Alves et al., 2009a).

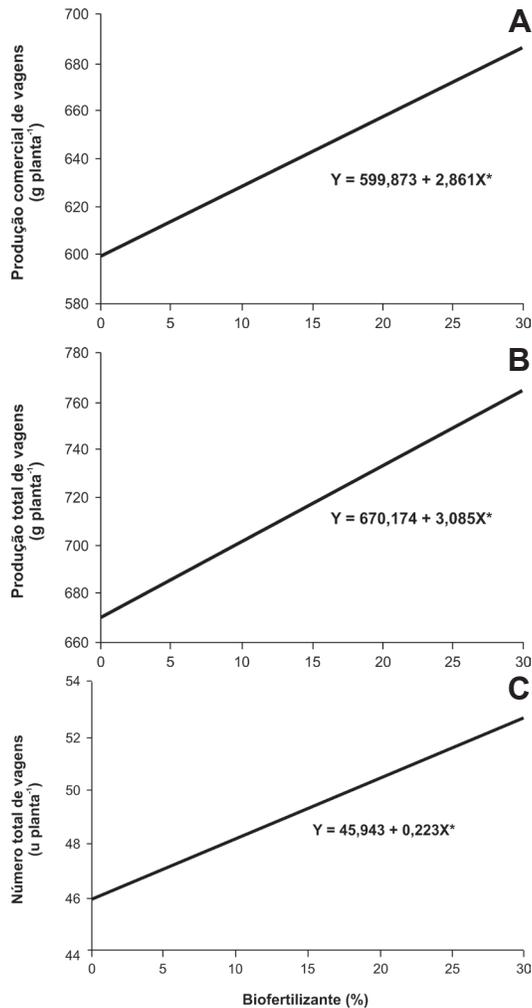


Figura 1. A) Produção total de vagens; B) Produção comercial de vagens; e C) Número total de vagens, em função de diferentes concentrações de biofertilizante. Manaus, Embrapa Amazônia Ocidental, 2014. * e **, significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Efeito das doses

Para os atributos de produção (PTV, PCV e NTV) não houve significância em qualquer dos contrastes de tratamentos (Tabela 1): biofertilizante integral (Bioint, 15%) versus biofertilizante peneirado (Biopen, 15%) e biofertilizante integral (Bioint, 30%) versus adubação mineral (NK). Considerando o primeiro contraste, o peneiramento não alterou a resposta produtiva da planta. Supõe-se que, por ser em baixa concentração (15%), o aporte de material orgânico sólido não produziu efeitos capazes de afetar a performance produtiva. Aparentemente, a FBN pela planta suplantou qualquer outro efeito menor. Por outro lado, o biofertilizante integral (30%) não diferiu estatisticamente da adubação mineral NK, ambos aplicados em cobertura. Isso deve estar relacionado com a FBN por essa fabácea, pois o nitrogênio é o nutriente exigido em maiores quantidades pelas plantas, sendo constituinte de muitos componentes da célula vegetal, incluindo aminoácidos e ácidos nucleicos (Taiz; Zeiger, 2006), equacionando, desse modo, a demanda nutricional da planta, permitindo performance comparável à obtida com a adubação mineral.

Tabela 1. Médias de tratamentos e diferença absoluta entre médias dos contrastes ($|\bar{y}|$) biofertilizante integral (Bioint, 15%) versus biofertilizante peneirado (Biopen, 15%) e biofertilizante integral (Bioint, 30%) versus adubação mineral (NK) para a produção total de vagens (PTV), produção comercial de vagens (PCV) e número total de vagens (NTV) e para teores foliares de macronutrientes e micronutrientes no feijão-de-metro. Manaus, Embrapa Amazônia Ocidental, 2014.

	Médias				\bar{y}	
	(Bioint, 15%)	(Bioint, 30%)	(Biopen, 15%)	NK	(Bioint, 15%) x (Biopen, 15%)	(Bioint, 30%) x (NK)
Atributos produtivos						
PTV (g planta ⁻¹)	634,78	781,84	653,74	815,21	-18,96 ^{ns}	-33,37 ^{ns}
PCV (g planta ⁻¹)	568,43	702,54	593,34	731,33	-24,91 ^{ns}	-28,79 ^{ns}
NTV (u planta ⁻¹)	44,25	54,00	43,25	56,25	1,00 ^{ns}	-2,25 ^{ns}

Tabela 1. Continuação.

	Médias				I ^y I	
	(Bioint, 15%)	(Bioint, 30%)	(Biopen, 15%)	NK	(Bioint, 15%) x (Biopen, 15%)	(Bioint, 30%) x (NK)
Macronutrientes (g kg ⁻¹)						
N	46,48	45,37	46,24	43,21	0,24 ^{ns}	2,16 ^{ns}
P	3,45	3,34	3,51	3,21	-0,06 ^{ns}	0,13 ^{ns}
K	16,58	16,89	16,74	17,93	-0,16 ^{ns}	-1,04 ^{ns}
Ca	22,62	19,07	19,74	23,16	2,88 ^{ns}	-4,09 [▲]
Mg	2,60	2,35	2,71	2,80	-0,11 ^{ns}	-0,45 ^{ns}
S	2,48	1,71	1,97	1,72	0,51 ^{ns}	-0,01 ^{ns}
Micronutrientes (mg kg ⁻¹)						
B	43,79	48,73	43,44	26,59	0,35 ^{ns}	22,14 ^{**}
Cu	7,34	12,37	11,38	10,55	-4,04 ^{ns}	1,82 ^{ns}
Fe	126,70	131,23	200,44	153,07	-73,74 ^{**}	-21,84 ^{ns}
Mn	32,93	30,32	28,16	41,29	4,77 ^{ns}	-10,97 ^{ns}
Zn	37,91	33,71	37,78	34,51	0,13 ^{ns}	-0,80 ^{ns}

ns = não significativo e **; ▲ = significativo a 1% e 10% de probabilidade pelo Teste F, respectivamente.

Teores foliares de macronutrientes

Efeito das doses

Os teores foliares dos macronutrientes não foram influenciados pelas doses de biofertilizante, exceto o S (Tabela 2). A média dos teores de N, P, K, Ca e Mg (45,25; 3,36; 16,42; 20,62; e 2,68 g kg⁻¹, respectivamente) guarda proximidade com os observados para feijões do gênero *Vigna* (Sampaio; Brasil, 2009: 40,5; 3,4; 12,4; 20,0; 3,1 g kg⁻¹, respectivamente). O S decresceu linearmente com as doses, atingindo teor de 1,86 g kg⁻¹ na maior dose aplicada, situando-se na faixa crítica (1,5-2,0 g kg⁻¹) em feijões *Vigna*, conforme Faquin (2002).

Tabela 2. Médias e equações de regressão ajustadas relativas aos teores foliares de macronutrientes e micronutrientes do feijão-de-metro com doses de biofertilizante. Manaus, Embrapa Amazônia Ocidental, 2014.

Macronutriente	Média (g kg ⁻¹)	Equação	\hat{y} x = 30%
Nitrogênio	4,25	-	-
Fósforo	3,36	-	-
Potássio	16,42	-	-
Cálcio	20,62	-	-
Magnésio	2,68	-	-
Enxofre	-	$\hat{y} = 2,588 - 0,0242x^*$	1,86 g kg ⁻¹
Micronutriente	(mg kg ⁻¹)		
Boro	-	$\hat{y} = 31,54 + 0,651x^{**}$	51,07 mg kg ⁻¹
Cobre	-	$\hat{y} = 6,026 + 0,151x^*$	10,56 mg kg ⁻¹
Ferro	-	$\hat{y} = 164,9 - 1,35x^*$	124,40 mg kg ⁻¹
Manganês	35,62	-	-
Zinco	-	$\hat{y} = 54,51 - 0,753x^{**}$	31,92 mg kg ⁻¹

Contrastes de tratamentos

Quanto aos macronutrientes, entre os contrastes estudados (Tabela 1), somente o cálcio denotou significância na comparação biofertilizante integral contra a adubação mineral (Bioint, 30% versus NK), com discreta superioridade sob adubação em cobertura com NK. Os demais macronutrientes não apresentaram significância para qualquer dos contrastes.

Componentes principais

Por outro lado, a análise de componentes principais aplicada na matriz de correlação dos teores foliares de macronutrientes (g kg⁻¹) dos tratamentos principais permitiu a identificação de três componentes principais, que representam 85,06% da variância total dessas características originais (Tabela 3). O primeiro componente principal (CP1) representa o N (+0,9058), P (+0,8161) e Mg (+0,5758), com os maiores coeficientes de sinal positivo, em contraste com o Ca (-0,5464), possuidor do maior coeficiente de sinal negativo. O CP1

apresenta o maior poder explicatório dos dados originais (Vainionpää et al., 2000). Assim, um aumento no teor desses três nutrientes com sinal positivo proporcionará uma diminuição no teor daquele com sinal negativo (Ca) e vice-versa, devido ao comportamento antagônico. Novais e Smyth (1999) afirmam que o P pode reagir com formas iônicas de Ca em meio básico, formando compostos de baixa solubilidade, o que, em certo grau, pode ter ocorrido porque o fosfato reativo Arad possui esses dois nutrientes. Contudo, a imobilidade do Ca no floema (Taiz; Zeiger, 2006) igualmente deve ter contribuído para que os teores apresentassem direção oposta aos do P, que é móvel na planta, somando que, conforme Rocha (2016), o caupi é muito eficiente na absorção do P no solo. Como esse nutriente é essencial tanto à planta quanto à bactéria nodulante, afetando, portanto, a FBN (Zilli et al., 2009), explicam-se os teores de P e N com sentidos idênticos. Quanto ao antagonismo do Mg e Ca, além da competição entre eles na absorção pela planta (Salvador et al., 2011), o primeiro é móvel, sendo translocado de folhas mais velhas para tecidos novos e pontos de crescimento, enquanto o Ca tem baixa mobilidade na planta. Igualmente, os sinais contrários entre o N e o Ca apontam que o aumento dos teores foliares do primeiro foram acompanhados por diminuição dos teores de Ca. O segundo componente principal (CP2) demonstra comportamento antagônico do K (- 0,6300) com o Ca (+0,6868) e o Mg (+0,6554), que é uma interação bastante conhecida, aqui sugerindo que ao diminuir os teores de K aumentarão os dos outros dois. O terceiro componente principal (CP3) evidencia que, no conjunto da nutrição da planta, o K (+0,4623) e o S (+0,8551) atuaram em sinergia, porém com maior peso do S pelo maior coeficiente.

Tabela 3. Autovetores em três componentes principais (CP1, CP2 e CP3) dos teores foliares de macronutrientes e micronutrientes do feijão-de-metro. Manaus, Embrapa Amazônia Ocidental, 2014.

Macronutriente	CP1	CP2	CP3
Nitrogênio	+0,9058	-	-
Fósforo	+0,8161	-	-
Potássio	-	- 0,6300	+ 0, 4623
Cálcio	- 0,5464	+ 0,6868	-
Magnésio	+0,5758	+ 0,6554	-
Enxofre	-	+ 0,4555	+ 0,8551

Tabela 3. Continuação.

Macronutriente	CP1	CP2	CP3
λ	2,30	1,72	1,08
VA	38,34	66,99	85,06
Micronutriente	(mg kg ⁻¹)		
Boro	+ 0,6093	-	+ 0,6232
Cobre	- 0,7499	+ 0,4696	-
Ferro	+ 0,6248	+ 0, 6604	-
Manganês	+ 0,7044	-	- 0,6636
Zinco	-	+ 0, 8217	-
λ	1,83	1,49	0,95
VA	36,69	66,55	85,69

λ = Autovalor da matriz de correlação; VA = Variância acumulada.

Teores foliares de micronutrientes

Efeito das doses

O comportamento dos teores foliares dos micronutrientes em resposta às doses de biofertilizantes foi distinto (Tabela 2). Os teores foliares de B e Cu ajustaram-se ao modelo linear crescente, portanto com maior teor na concentração de 30%. Os teores de B incrementaram de 31,54 a 51,07 mg kg⁻¹; e os de Cu, de 6,0 a 12,4 mg kg⁻¹, situando-se, respectivamente, abaixo e acima da faixa crítica para feijões do gênero *Vigna* (150 a 200 mg kg⁻¹; 5 a 7 mg kg⁻¹), conforme Malavolta et al. (1997). O aumento do teor foliar de B com o aumento das doses de biofertilizante aplicadas ao solo também foi observado na cultura do pimentão colorido, por Sediya et al. (2014b). Provavelmente se deve à sua adição ao biofertilizante, que, com suas concentrações aumentadas, incrementou o fornecimento desse micronutriente às plantas. Além disso, a matéria orgânica do biofertilizante, igualmente, é fonte de B para o solo (Scaramuzza et al., 2002). Em se tratando do Cu, também houve adição ao biofertilizante via FTE, além de que Ribeiro et al. (2011) encontraram 33,5 mg kg⁻¹ de Cu no resíduo bovino, matéria-prima do biofertilizante.

Os teores de Mn não variaram com as doses, em que pese ter havido adição desse micronutriente ao biofertilizante, desse modo seria esperada elevação dos teores proporcionalmente às doses. Porém, a sua absorção é basicamente controlada metabolicamente (Dechen; Nachtigall, 2006). A média dos teores ($35,62 \text{ mg kg}^{-1}$) situou-se na faixa das necessidades desse bioelemento na fitomassa ($30\text{-}50 \text{ mg kg}^{-1}$), conforme Larcher (2000). Por outro lado, ficou bem abaixo da média ($236,47 \text{ mg kg}^{-1}$) de três cultivares de feijão-caupi (Fernandes et al., 2010). Em suma, concentrações entre 20 e 500 mg kg^{-1} são adequadas para o crescimento e desenvolvimento normais das plantas, sendo que, em valores baixos de pH, sua forma absorvida (bivalente) pode ser abundante e levar à absorção pelas plantas em quantidades superiores àquelas consideradas ótimas (Dechen; Nachtigall, 2006), o que não foi o caso aqui, pois o pH caracterizou-se como levemente ácido.

Para os teores de Fe e Zn, o ajuste foi ao modelo linear decrescente em função do aumento das concentrações do biofertilizante, com os teores decrescendo de $164,9$ a $124,4 \text{ mg kg}^{-1}$ e de $54,51$ a $31,92 \text{ mg kg}^{-1}$ (0% a 30%, respectivamente). Contudo, os menores valores ficaram acima daqueles mencionados por Taiz e Zeiger (2006) como adequados nos tecidos das plantas para Fe (100 mg kg^{-1}) e Zn (20 mg kg^{-1}). Em cultivares de feijão-caupi, os teores médios de Fe e Zn atingiram $165,3$ e $23,4 \text{ mg kg}^{-1}$, respectivamente (Fernandes et al., 2010). A redução linear do teor foliar de Fe em função do aumento das concentrações de biofertilizante no solo também foi observada na cultura do pimentão colorido por Sedyama et al. (2014b). Por outro lado, de acordo com Malavolta et al. (1997), a faixa crítica desses bioelementos em feijões *Vigna* são de 700 a 900 mg kg^{-1} (Fe) e de 60 a 70 mg kg^{-1} (Zn). O Fe tem numerosas funções fisiológicas na planta, ressaltando-se a participação na FBN, que é catalisada pelo sistema de nitrogenases, composto por dois complexos proteicos – um contendo Fe e outro contendo Fe e Mo (Larcher, 2000). A aquisição de Fe em plantas é afetada por pH, concentração de Ca e P, equilíbrio Fe/Mn, entre outros (Dechen; Nachtigall, 2006).

Contrastes de tratamentos

Em se tratando dos micronutrientes (Tabela 1), o B evidenciou significância no contraste Bioint, 30% versus NK, sendo superior no tratamento Bioint, 30%. Provavelmente porque o biofertilizante, que é fonte de matéria orgâni-

ca, seja a principal fonte de B no solo (Scaramuzza et al., 2002), além de ter havido adição desse micronutriente a esse efluente. O teor de Fe destacou-se com o biofertilizante peneirado (Biopen, 15%), sendo menor com o Bioint, 15%. Isso chama atenção porque o esterco bovino, matéria-prima do biofertilizante, é fonte de Fe e não houve adição desse micronutriente ao efluente. O intervalo de deficiência situa-se em torno de 50 mg kg⁻¹ a 100 mg kg⁻¹, dependendo da espécie de planta (Kirkby; Romheld, 2007), observando-se que, em ambos, o teor de Fe ficou acima. Verificou-se, antes, que os teores de Fe decresceram com o aumento das doses do biofertilizante integral, o que é coerente com o que está sendo relatado. Portanto, deduz-se que a parte sólida orgânica do efluente tenha afetado as condições no solo, diminuindo a aquisição desse micronutriente.

Componentes principais

A análise de componentes principais aplicada na matriz de correlação dos teores foliares de micronutrientes (mg kg⁻¹) permitiu a identificação de três componentes principais, que representam 85,69% da variância total dessas características originais (Tabela 3). No CP1, prepondera antagonismo do Mn com sinal positivo (+0,7044) contra o Cu com sinal negativo (-0,7499), indicando que o aumento de um diminuirá o outro e vice-versa. Esses dois micronutrientes podem se complexar com a matéria orgânica do solo, contudo a energia de ligação do Cu com os ácidos húmicos diminui com a elevação do pH, enquanto para o Mn, existe correlação negativa entre os teores na planta e o aumento do pH (Dechen; Nachtigall, 2006). Constata-se, no CP2, sinergismo do Fe (+0,6604) com o Zn (+0,8217), não expressando, portanto, competição. Além disso, ambos tiveram resposta decrescente às doses de biofertilizante. Em geral, o excesso de Zn pode baixar a concentração de Fe na planta, mas não houve indicações disso. O CP3 revelou antagonismo do B (+0,6232) com o Mn (-0,6636). Particularmente, em solos com pH baixo, o B está presente como ácido bórico indissociável, com liberação preferencial para sítios de absorção radicular por meio de fluxo de massa, ao passo que somente em solos com pH alto está presente como ânion borato e adsorvido à matriz do solo (Kirkby; Romheld, 2007), enquanto a forma absorvida do Mn (bivalente) pode ser abundante em valores baixos de pH (Dechen; Nachtigall, 2006), podendo ser uma explicação para esse comportamento antagônico.

Conclusões

O aumento das concentrações do biofertilizante de esterco bovino integral (% em água) induziu acréscimo nos atributos produtivos (NTV, PTV e PCV) do feijão-de-metro. Os teores foliares dos nutrientes tiveram incrementos (S, B e Cu), decréscimos (Fe e Zn) ou ausência de resposta (N, P, K, Ca e Mg; Mn), com as doses do biofertilizante, em geral, ficando na faixa crítica para a espécie, excetuando o B. Nesse aspecto, não foram visualizados sinais de deficiência de qualquer dos nutrientes em condições de campo, sequer para o B. Para a PTV, a PCV e o NTV, não se deu significância em qualquer dos contrastes de tratamentos (biofertilizante integral, 15% versus biofertilizante peneirado, 15% e biofertilizante integral, 30% versus adubação mineral NK). Para os teores foliares dos macronutrientes, igualmente não houve significância desses contrastes, exceto para o Ca, que foi maior com NK. E, para os teores foliares dos micronutrientes, o B sobressaiu com o biofertilizante integral (30%), e o Fe, com o biofertilizante peneirado (15%). A análise de componentes principais, aplicada aos teores foliares dos nutrientes dos tratamentos principais (doses crescentes), evidenciou, com maior destaque, antagonismo do N, P e Mg contra o Ca, assim como do Mn contra o Cu; porém, sinergismo do Fe com o Zn. Contudo, os resultados apontam que as doses crescentes do biofertilizante elevaram a condição propícia ao desenvolvimento da planta hospedeira e, também, para o processo de simbiose com o rizóbio, podendo ter favorecido a fixação biológica de nitrogênio, que levou à boa performance produtiva. A produção de vagens obtida no presente estudo foi satisfatória ($762,72 \text{ g planta}^{-1}$), tendo superado outras constantes na literatura ($509,7 \text{ g planta}^{-1}$ e $455 \text{ g planta}^{-1}$). O aumento da produção de frutos com utilização do biofertilizante no solo também foi observado em outros feijões do gênero *Vigna*. Portanto, deduz-se que o uso desse efluente bovino pode compor o manejo alternativo do feijão-de-metro.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam), pelo auxílio financeiro concedido para realização deste trabalho e pela concessão de bolsa de iniciação científica à quinta autora, Amanda Rocha da Silva.

Referências

- ALVES, S. V.; ALVES, S. S. V.; CAVALCANTI, M. L. F.; DEMARTELAERE, A. C. F.; LOPES, W. de A. R. Produção de feijão caupi em função de diferentes dosagens e concentração de biofertilizantes. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 4, p. 45-49, 2009.
- ANTONIO, I. C.; CARDOSO, M. O. **Sistema de irrigação por gotejamento adaptado para aplicação de biofertilizante na água de irrigação**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2014. 1 folder.
- BOTELHO, S. M.; CHENG, S.; VIÉGAS, I. de J. M. Feijão vagem e feijão de metro. In: CRAVO, M. da S.; VIÉGAS, I. de J. M.; BRASIL, E. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Pará**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2010. p. 191-192.
- CARDOSO, M. O. **Hortaliças não-convencionais da Amazônia**. Manaus: Embrapa-CPPA, 1997. 150 p.
- CAVALCANTE, S. N.; DUTRA, K. O. G.; MEDEIROS, R.; LIMA, S. V. de; SANTOS, J. G. R. dos; ANDRADE, R.; MESQUITA, E. F. de. Comportamento da produção do feijoeiro macassar (*Vigna unguiculata* L. Walp) em função de diferentes dosagens e concentrações de biofertilizante. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 1, p. 10-14, 2009.
- CHARASSRI, N.; SOMSAK, P.; JITRA, C.; DUŠAN, M.; KANOK-ON, W.; SORAPONG, B.; VEERA, M. Evaluation and utilization of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) germplasm for varietal improvement of resistance to cowpea aphid (*Aphis craccivora* Koch.) in Thailand. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON BIOSCIENCE, 2012, Novi Sad, Serbia. **Conference proceedings**. Novi Sad: Institut za Ratarstvo i Povrtarstvo & Seminarska Asocijacija Srbije, 2012. p. 6-18. Disponível em: <<https://semenarska.rs/UNS-PSU/radovi/2/02%20Evaluation%2006-18.pdf>>. Acesso em: 13 abr. 2017.
- COKER, C.; ELY, M.; FREEMAN, T. Evaluation of yard long bean as a potential new crop for growers in the southeastern United States. **HortTechnology**, v. 17, n. 4, p. 592-594, 2007.
- DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Elementos essenciais e benéficos às plantas superiores. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: SBCS, 2006. p. 1-5.
- FAQUIN, V. **Diagnose do estado nutricional das plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 77 f. – Curso de Pós-Graduação “Lato Sensu” (Especialização) a Distância: Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas no Agronegócio.
- FEITOSA, F. R. C.; GARITA, S. A. G.; ARAÚJO, R. B.; GUIMARÃES, M. de A. Feijão-de-metro hortaliça leguminosa indicada para climas quentes. **Campo & Negócio**, p. 32-35, 2015.

FERNANDES, A. M.; MATOSO, A. de O.; SORATTO, R. P.; CECCON, G.; FIGUEIREDO, P. G.; LUIZ NETO, A. Teores foliares de nutrientes e produtividade de cultivares de feijão-caupi em cultivo solteiro e consorciado. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 29.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 13.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 11.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 8., 2010, Guarapari. **Fontes de nutrientes e produção agrícola: modelando o futuro: anais.** Viçosa, MG: SBCS, 2010. 1 CD-ROM.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura:** agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2008. 421 p.

FREIRE FILHO, F. R. Origem, evolução e domesticação do caupi. In: ARAÚJO, J. P. P.; WATT, E. E. **O caupi no Brasil.** Brasília, DF: IITA/EMBRAPA, 1988. p. 27-46.

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil:** guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. Nova Odessa: Plantarum, 2014. 768 p.

KIRKBY, E. A.; ROMHELD, V. Micronutrientes na fisiologia de plantas: funções, absorção e mobilidade. **Informações Agrônomicas**, n. 118, p. 1-24, jun. 2007. Disponível em: <<http://www.ipni.net/PUBLICATION/IA-BRASIL.NSF/issue/IA-BRASIL-2007-118>>. Acesso em: 31 out. 2017.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal.** 4. ed. São Carlos: Rima, 2000. 531 p.

LÊ S; JOSSE J; HUSSON F. FactoMineR: an R package for multivariate analysis. **Journal of Statistical Software**, v. 25, p. 1-18, 2008. Disponível em: <<http://www.jstatsoft.org/v25/i01>>. Acesso em: 06 abr. 2015.

LIMA, P. C.; MOURA, W. M.; SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, R. H. S.; MOREIRA, C. L. Manejo da adubação em sistemas orgânicos. In: LIMA, P. C.; MOURA, W. M.; VENZON, M.; PAULA JÚNIOR, T.; FONSECA, M. C. M. (Ed.). **Tecnologias para produção orgânica.** Viçosa: Unidade Regional EPAMIG Zona da Mata, 2011. p. 69-106.

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

NOVAIS, R. F. de; SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais.** Viçosa: UFV/DPS, 1999. 399 p.

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**, v. 19, p. 81-84, 2001.

PENTEADO, S. R. **Adubação orgânica:** compostos orgânicos e biofertilizantes. 2. ed. Campinas: Edição do autor, 2007. 162 p.

RIBEIRO, P. H.; SILVA, V. M.; TEIXEIRA, A. F. R. Teores de zinco, cobre, boro, ferro e manganês em composto com esterco bovino e compostos de gliricídia e capim elefante. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 16.; ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS GRADUAÇÃO, 11., 2011, São José dos Campos, SP. **As contribuições da ciência para a sustentabilidade do planeta**. São José dos Campos: UNIVAP, 2011.

R FOUNDATION FOR STATISTICAL COMPUTING. **R**: a language and environment for statistical computing. 2015. Disponível em: <<http://cran.r-project.org/manuals.html>>. Acesso em: 09 jul. 2015.

ROCHA, W. S. **Inoculação e doses de fósforo em feijão caupi no sul do Estado do Tocantins**. 2016. 56 f. Dissertação (Mestrado) – UFT, Gurupi.

RUMJANEK, N. G.; MARTINS, L. M. V.; XAVIER, G. R.; NEVES, M. C. P. Fixação biológica de nitrogênio. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. de A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2005.. p. 281-335.

SALVADOR, J. T.; CARVALHO, T. C.; LUCCHESI, L. A. C. Relações cálcio e magnésio presentes no solo e teores foliares de macronutrientes. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 9, n. 1, p. 27-32, 2011.

SAMPAIO, L. S.; BRASIL, E. C. Exigência nutricional do feijão-caupi. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 2., 2009, Belém, PA. **Da agricultura de subsistência ao agronegócio**: anais. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2009. p. 572-587. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/578894/1/Exigencia.pdf>>. Acesso em: 31 out. 2017.

SANTOS, J. F.; LEMOS, J. N. R.; NÓBREGA, J. Q.; GRANGEIRO, J. I. T.; BRITO, L. M. P.; OLIVEIRA, M. E. C. Produtividade de feijão caupi utilizando biofertilizante e uréia. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 1, p. 25-29, 2007.

SCARAMUZZA, J. F.; COUTO, E. G.; SELVA, E. C.; TONON, L. Estudo da distribuição espacial entre boro e matéria orgânica e entre fósforo e zinco, em um solo de Nova Mutum-MT. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 2., 2002, Viçosa, MG. **[Anais...]**. Viçosa, MG: UFV, 2002. 1 CD-ROM.

SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, I. C. dos; LIMA, P. C. de. Cultivo de hortaliças no sistema orgânico. **Revista Ceres**, v. 61, p. 829-837, nov./dez. 2014a. Suplemento.

SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, M. R. dos; VIDIGAL, S. M.; PINTO, C. L. de O.; JACOB, L. L. Nutrição e produtividade de plantas de pimentão colorido, adubadas com biofertilizante de suíno. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 588-594, 2014b.

SINSIRI, W.; HOMCHAN, J. Effect of rhizobial management upon rhizobial population, nodulation and growth of yard long beans (*Vigna sesquipedalis* L.): a new approach to maximize benefits from Rhizobium. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v. 5, n. 1, p. 25-28, 2002.

SILVA, A. F.; PINTO, J. M.; FRANÇA, C. R. R. S.; FERNANDES, S. C.; GOMES, T. C. de A.; SILVA, M. S. L. da; MATOS, A. N. B. **Preparo e uso de biofertilizantes líquidos**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. 4 p. (Embrapa Semi-Árido. Comunicado técnico, 130).

SILVA, F. C. da (Ed.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 627 p

SILVA, W. G. da; CARVALHO, J. de A.; OLIVEIRA, E. C.; REZENDE, F. C.; LIMA JUNIOR, J.; RIOS, G. F. A. Manejo de irrigação para o feijão-de-metro, nas fases vegetativa e produtiva, em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, p. 978-984, 2012.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 719 p.

VAINIONPÄÄ, J.; KERVINEM, R.; PRADO, M. de; LAURILA, E.; KARI, M.; MUSTONEN, L.; AHVENAINEM, R. Exploration of storage and process tolerance of different potato cultivars using principal component and canonical correlation analyses. **Journal of Food Engineering**, v. 44, n. 1, p. 47-61, 2000.

ZILLI, J. E.; VILARINHO, A. A.; ALVES, J. M. A. (Ed.). **A cultura do feijão-caupi na Amazônia Brasileira**. Boa Vista, RR: Embrapa Roraima, 2009. 360 p.



Amazônia Ocidental

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

CGPE 14705