



Qualidade do Feijão Caupi Biofortificado sob Efeito Residual de Gesso e Leguminosas em Argissolo Coeso⁽¹⁾.

Vinícius Ribamar Alencar Macedo⁽²⁾; Virley Gardeny Lima Sena⁽³⁾; Stefanny Barros Portela⁽⁴⁾; Thais Maira Barbosa Silva⁽⁵⁾; Elvira Lina Monteiro Silva⁽⁵⁾; Emanuel Gomes de Moura⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do CNPq; ⁽²⁾ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, MA e-mail: viniram@hotmail.com; ⁽³⁾ Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Agricultura UNESP – Botucatu; ⁽⁴⁾ Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, MA; ⁽⁵⁾ Engenheira Agrônoma pela Universidade Estadual do Maranhão; ⁽⁶⁾ Professor Dr. do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da Universidade Estadual do Maranhão.

RESUMO: A região Centro – Norte do Maranhão é caracterizada por apresentar solos altamente intemperizados, altos índices pluviométricos e altas temperaturas, fatores estes que dificultam a produção de alimentos básicos, principalmente da agricultura familiar. Portanto faz-se necessário a busca por sistemas alternativos de cultivos nesta região, que garanta produção agrícola em meio às adversidades agroambientais, sendo este um desafio aos pesquisadores do Maranhão. Com o objetivo de avaliar a qualidade do feijão caupi biofortificado (*Vigna unguiculata* (L.) walp.) como resultante do efeito residual de gesso e leguminosas, foi realizado um experimento em um Argissolo Vermelho-Amarelo de textura franco arenosa, em São Luís (MA) no ano de 2011. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições: controle apenas com calcário, gesso (6t ha⁻¹) com leguminosas, gesso (12t ha⁻¹) com leguminosas, gesso (6t ha⁻¹) e leguminosas (leucena e sombreiro). O sistema de manejo não garantiu a qualidade do feijão caupi biofortificado, pois a cultivar estudada não atingiu os índices de Zn e Fe esperados. O efeito residual do gesso e de leguminosas quando associados, proporcionou quantidades satisfatórias dos macronutrientes avaliados, podendo ser recomendado como prática agrícola vantajosa em um argissolo coeso do trópico úmido.

Termos de indexação: sustentabilidade, manejo do solo, nutrientes

INTRODUÇÃO

O Maranhão é um Estado de transição entre o Semi-árido e a Amazônia, portanto, detém características regionais peculiares (Moura, 2004), que dificulta a produção de alimentos básicos, em quantidade e qualidade. A utilização de alimentos biofortificados em agroecossistemas sustentáveis, aliada a outras práticas agrícolas, podem ser uma estratégia viável para melhorar o estado nutricional das famílias, e aumentar a renda das comunidades (Moura et al., 2010).

Durante a última década, o nível de conscientização quanto às relações da agricultura com o ambiente, os recursos naturais e a qualidade dos alimentos cresceram substancialmente. Existe interesse entre os agricultores por sistemas alternativos de produção que aumentem a rentabilidade e melhorem a qualidade de vida no meio rural, além de preservar a capacidade produtiva do solo em longo prazo (Ehlers, 1999).

Um dos maiores obstáculos dos pesquisadores do trópico úmido maranhense é desenvolver tecnologias sustentáveis para agricultura em solos originalmente pobres, que visem à melhoria das condições de vida dos agricultores, introduzindo sistemas agrícolas que possibilitem a produção de alimentos em quantidade e com qualidade nutricional. Tendo em vista tal contexto o presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a qualidade do feijão caupi biofortificado (*Vigna unguiculata* (L.) walp.) da variedade BRS xique xique, como resultante do efeito residual de gesso e leguminosas em um argissolo coeso no trópico úmido.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade Estadual do Maranhão, Campus Paulo VI, no Núcleo Tecnológico de Engenharia Rural, São Luís - Maranhão, nordeste do Brasil. O solo da área foi classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico arênico, segundo EMBRAPA (2006).

Primeiro foi realizado o plantio da cultura principal, neste caso o milho, e logo após a retirada deste, foi feito o plantio do feijão caupi biofortificado da variedade BRS xique xique sobre a palhada da cultura anterior. Foram coletadas as amostras de solo, antes da instalação do experimento, nas profundidades de 0-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm e de 15-20 cm, sendo que de cada profundidade formaram-se quatro amostras compostas para determinações das análises químicas (**Tabela 1**).

O calcário foi aplicado em toda área do experimento, na proporção de 2 t ha⁻¹; a aplicação



do gesso foi realizada antes do plantio nas quantidades de 6 e 12 t ha⁻¹, nas parcelas determinadas para receber tais tratamentos. O calcário e o gesso utilizados no experimento foram analisados de acordo com os métodos padrões oficiais para análise de fertilizantes e corretivos (**Tabela 2**). Foi feita antes do plantio do milho uma adubação de fósforo na forma de superfosfato triplo, nitrogênio (N) na forma de ureia e de potássio (K) na forma de cloreto de potássio (KCl), nas proporções de 40 kg ha⁻¹, 50 kg ha⁻¹ e 40 kg ha⁻¹ respectivamente, e 3kg ha⁻¹ de zinco.

Nos tratamentos que receberam leguminosas, utilizou-se a leucena (*Leucaena leucocephala*) de alta qualidade resíduos que possui em torno de 4% de N e 1% de K, e o sombreiro (*Clitoria fairchildiana*) de baixa qualidade de resíduos que apresenta em média 2% de N e 0,7% de K, empregadas na proporção de cinco toneladas de matéria seca por hectare, coletadas em área próxima ao experimento.

Após a retirada da cultura do milho a área recebeu uma nova adubação precedente ao plantio do feijão caupi biofortificado. Foi feita uma adubação de fósforo na ocasião do plantio do feijão na forma de superfosfato simples (P₂O₅), nitrogênio na forma de ureia e de potássio na forma de cloreto de potássio (KCl), nas proporções de 80 kg ha⁻¹, 100 kg ha⁻¹ (50 kg ha⁻¹ de N no plantio e 50 kg ha⁻¹ em cobertura após 30 dias) e 60 kg ha⁻¹ respectivamente, e 4kg ha⁻¹ de zinco. Sendo estes aplicados da mesma forma e nos mesmos tratamentos definidos anteriormente para a cultura do milho. Esta adubação atuou de forma corretiva no solo, a fim de repor os nutrientes retirados pela cultura do milho, deste modo, para o cultivo do feijão caupi biofortificado foram definidos novos tratamentos para avaliar os resíduos de leguminosas e gesso na área após a retirada da cultura do milho.

O plantio do feijão caupi biofortificado foi realizado em maio de 2011, utilizando o delineamento experimental de blocos ao acaso com cinco tratamentos e quatro repetições, com espaçamento de 40 cm entre linhas e 30 cm entre plantas em parcelas de 4x8m. Os tratamentos definidos foram:

1-Gesso (6ton ha⁻¹) + leguminosas = gesso (6ton) + leg;

2-Gesso (12 ton ha⁻¹) + leguminosas = gesso (12ton) + leg;

3- Gesso (6ton ha⁻¹) = gesso (6ton);

4- Leguminosas = leg;

5-Controle.

Para avaliação dos micronutrientes, Ferro (Fe), zinco (Zn) e macronutrientes, nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) no grão do feijão caupi foram realizadas seguindo a metodologia de Tedesco (1985). O software estatístico utilizado para a execução das análises estatísticas foi o Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG versão 9.1). Os dados foram submetidos à análise de variância e a diferença entre médias de tratamentos foi avaliada pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a concentração de N no grão (**Tabela 1**), todos os tratamentos apresentaram superioridade ao controle, sendo que os tratamentos que receberam leguminosas (gesso 6ton + Leg, gesso 12ton + Leg e leg), apresentaram maiores concentrações de nitrogênio no grão em relação ao gesso (6 ton) e ao controle; desta forma pode se inferir que as leguminosas incrementaram a disponibilidade de nitrogênio. (Moura et al.; 2010 & Leite et al.; 2008) relataram que a aplicação de resíduos de leguminosas incrementou o fornecimento de N ao solo devido a decomposição dos resíduos. No tratamento gesso (6 ton) o teor de N do grão foi superior ao controle, o que pode ter ocorrido em função da prática de manejo (plantio na palha) com os benefícios da gessagem. Como observado por Costa et al., 2007, os atributos físicos do solo como densidade e porosidade podem ser alterados pela combinação do sistema de manejo e aplicação de gesso, melhorando a enraizabilidade, volume de solo explorado pelas raízes, e ajudando a reduzir as perdas de N.

Os teores de P, K, Ca e Mg nos seguintes tratamentos, gesso 6ton + Leg, gesso 12ton + Leg e leg, foram superiores ao controle e iguais entre si. O uso de leguminosas mesmo com aumento na dosagem de gesso não proporcionou diferenciações nestes tratamentos. De acordo com Sullivan (2003) Apud Ribeiro (2010), além da adição de nitrogênio, as leguminosas auxiliam na reciclagem de outros nutrientes (P, K, Ca, Mg) no solo.

O tratamento gesso (6ton) foi igual ao controle para as concentrações de P e Mg no grão. A lixiviação de Mg tem sido frequentemente observada nos estudos com aplicação superficial de gesso (Caires et al., 2004).

Quanto a qualidade, concentração de micronutrientes e teor de proteína (**Tabela 2**), verifica-se que as quantidades de Fe e Zn foram inferiores às esperadas para a cultivar BRS xique xique. O sistema de produção adotado não contribuiu positivamente para o aumento da



concentração de Fe e Zn no grão do feijão caupi biofortificado.

A concentração de micronutrientes no grão pode ter sido afetada por outros fatores que dificultaram sua absorção. Segundo (Gregório et al., 2000), diversos fatores relacionados ao ambiente e à adaptação das espécies vegetais podem influenciar a capacidade das plantas em absorver e translocar Fe e Zn. Como afirma Lal (2008) o potencial de variedades melhoradas será melhor expressado quando cultivadas em solos agronomicamente ideais.

Os teores de proteína esperados para a BRS xique xique, 23%, não foram atingidos em nenhum dos tratamentos avaliados, que também não diferenciaram do controle (**Tabela 2**).

Os tratamentos que receberam cobertura com leguminosas mostraram diferenças marcantes para a acumulação de macronutrientes analisados (N, P, K, Ca e Mg), que foram superiores em relação aos tratamentos gesso (6ton) e controle (**Tabela 3**). Essas diferenças podem ser atribuídas à cobertura com leguminosas de alta e baixa qualidade de resíduos, pois estas promovem a liberação lenta de nutrientes em função da decomposição dos resíduos, e atuam na melhoria física do solo e absorção de nutrientes, condições fundamentais para o atendimento da demanda nutricional das culturas em sistemas de baixo aporte de nutrientes no trópico úmido (Aguiar et al., 2010)

O tratamento gesso (6ton) obteve acumulação de P e Mg similar ao controle e inferiores àqueles que receberam leguminosas; sendo que para o Mg, os tratamentos que receberam leguminosas foram em média duas vezes superiores àquele que recebeu somente gesso (6ton). O gesso pode provocar lixiviação de magnésio e de potássio das camadas mais superficiais do solo, expondo as plantas a eventuais deficiências (Ritchey et al., 1980). No tratamento gesso (6ton) pode ter ocorrido a lixiviação do Mg.

No trópico úmido a cobertura com leguminosas se mostra visivelmente superior a práticas agrícolas como a gessagem; demonstrando que algumas práticas agrícolas aplicadas a outras regiões do Brasil, não devem ser recomendadas para o trópico úmido, pois estas não permitem que as culturas alcancem seu potencial de produtividade e absorção de nutrientes (Moura et al., 2010).

CONCLUSÕES

O sistema de manejo não garantiu a qualidade do feijão caupi biofortificado, pois a cultivar estudada não atingiu os índices de Zn e Fe esperados.

O efeito residual do gesso e de leguminosas quando associados, proporcionaram quantidades

satisfatórias dos macronutrientes avaliados, podendo ser recomendado como prática agrícola vantajosa em um argissolo coeso do trópico úmido.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. C. F.; BICUDO, S. L.; COSTA SOBRINHO, J. R. S.; MARTINS, A. L. S.; COELHO, K. P & MOURA, E. G. Nutrient recycling and physical indicators of an alley cropping system in a Sandy loam soil in the Pre-Amazon region of Brazil. *Nurt Cycl Agroecosyst.* v. 86, p. 189-198, 2010.

CAIRES, E. F.; KUSMAN, M. T.; BARTH, G.; GARBUIO, F. J. & PADILHA, J. M. Alterações químicas do solo e resposta do milho à calagem e aplicação de gesso. *R. Bras. Ci. Solo*, 28:125-136, 2004.

COSTA, M. J.; ROSA JUNIOR, E. J.; ROSA, Y. B. C. J.; SOUZA, L. C. F & ROSA, C. B. J. Atributos químicos e físicos de um Latossolo sendo influenciados pelo manejo do solo e efeito da gessagem. *Acta Scientiarum Agronomy, Maringá* v.29, p.701-708, 2007.

EHLERS, E. Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma. 2. ed. rev. atual. Guaíba: Agropecuária, 157 p. 1999.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Brasília, Embrapa Produção de informação; Rio de Janeiro, Embrapa Solos. 312p. 2006.

GREGORIO, G. B.; DHARMAWANSA, S.; HTUT, H & GRAHAM, R. D. Breeding for trace mineral density in rice. *Food nutr. Bull*, v. 21, n. 4, p. 382-386, 2000.

LEITE, A. A. L.; FERRAZ JUNIOR, A. S. L.; MOURA, E. G. M & AGUIAR, A. C. F. Comportamento de dois genótipos de milho cultivados em sistema de aleias preestabelecido com diferentes leguminosas arbóreas. *Bragantia, Campinas*, v.67, n.4, p.875-882, 2008.

LAL, R. Food insecurity's dirty secret. *Science*, v. 322, no. 5902, p. 673-674. 2008.

MOURA, E. G. Agroambientes de transição avaliados numa perspectiva da agricultura familiar. In: MOURA, E. G. (Ed.). *Agroambientes de transição: entre o trópico úmido e o semi-árido do Brasil*. São Luís: Universidade Estadual do Maranhão, p. 15-51. 2004.

MOURA, E. G.; SERPA, S. S.; SANTOS, J. G. D. ; SOBRINHO, J. R. S & AGUIAR, A. C. F. Nutrient use efficiency in alley cropping systems in the Amazonian periphery. *Plant and Soil*, v. 335, p. 363-371, 2010.

RITCHEY, K. D.; SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. & CORREA, O. Calcium leaching to increase rooting depth in a Brazilian Savannah Oxisol. *Agron. J.*, 72:40-44, 1980.



RIBEIRO, D. C. Leguminosas como adubo verde em área de gindiroba (*fevillea trilobata* L.) Em baixada litorânea do estado de Sergipe. Ilhéus, Universidade Estadual De Santa Cruz, 2010. 35 p. (Dissertação de mestrado).

SAEG - Sistema para Análises Estatísticas, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV – Viçosa/MG, 2007.

SULLIVAN, P. Overview of cover crops and green manures – Fundamentals of sustainable agriculture.

Appropriate Technology Transfer for Rural Areas (ATTRA), 2003, 16p. Disponível em: <http://www.attra.ncat.org>. Acesso em: 10 ago. 2010.

TEDESCO, M. J.; VOLKWEISS, S. J. & BOHNON, H. Análises de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre: Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia/ UFRGS, Boletim técnico, 5, 1985.

Tabela 1: Concentração de macronutrientes no grão do feijão caupi biofortificado BRS xique xique no experimento.

	Gesso+leg (6 ton)	Gesso+leg (12ton)	Gesso (6ton)	Leg	Controle
N (g kg ⁻¹)	33,3 a	33,8 a	24,5 b	32,7 a	16,7 c
P (g kg ⁻¹)	3,9 a	4,1 a	2,5 b	3,5 a	2,1 b
K (g kg ⁻¹)	5,6 ab	5,9 a	4,2 c	5,8 a	3,1 d
Ca (g kg ⁻¹)	8,2 ab	8,6 ab	7,2 b	9,8 a	4,4 c
Mg (g kg ⁻¹)	23,1 a	23,3 a	14,5 bc	19,6 ab	11,6 c

*As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Gesso (6ton/ ha⁻¹) + Leg = Gesso (6ton) + leguminosas; Gesso (12 ton/ ha⁻¹) + Leg = Gesso (12 ton) + Leguminosas; Gesso (6ton/ ha⁻¹) = Gesso (6ton); Leg = Leguminosas; Controle .

Tabela 2: Qualidade do feijão caupi biofortificado BRS xique xique no experimento.

	Gesso+leg (6 ton)	Gesso+leg (12ton)	Gesso (6ton)	Leg	Controle
Zn (mg kg ⁻¹)	22,7 a	20,7 a	22,7 a	21,6 a	20,5 a
Fe (mg kg ⁻¹)	28,8 a	22,3 a	26,0 a	25,8 a	26,8 a
Proteína (%)	18,9 a	20,1 a	18,9 a	19,4 a	18,9 a

*As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Gesso (6ton ha⁻¹) + Leg = Gesso (6ton) + Leguminosas; Gesso (12 ton ha⁻¹) + Leguminosas = Gesso (12 ton) + Leguminosas; Gesso (6 ton ha⁻¹) = Gesso (6ton); Leg = leguminosas; Controle.

Tabela 3: Acumulação de macronutrientes no grão do feijão caupi biofortificado BRS xique xique no experimento.

	Gesso+leg (6 ton)	Gesso+leg (12ton)	Gesso (6ton)	Leg	Controle
N (kg ha ⁻¹)	55,6 a	56,4 a	41,0 b	54,5 a	28,0 c
P (kg ha ⁻¹)	6,5 a	6,9 a	4,2 b	5,9 a	3,6 b
K (kg ha ⁻¹)	9,5 ab	9,9 a	7,1 c	9,7 a	5,2 d
Ca (kg ha ⁻¹)	13,8 b	15,1 ab	9,0 c	17,2 a	4,1 d
Mg (kg ha ⁻¹)	38,6 ab	40,8 a	18,2 c	34,3 ab	10,6 c

Gesso (6ton ha⁻¹) + Leg = Gesso (6ton) + Leguminosas; Gesso (12 ton ha⁻¹) + Leg = Gesso (12 ton) + Leguminosas; Gesso (6ton ha⁻¹) = Gesso (6ton); Leg = Leguminosas; Controle. *As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade