

ADUBAÇÃO COM FÓSFORO E POTÁSSIO NO FEIJÃO NHEMBA: AVALIAÇÃO DE DUAS CAMPANHAS AGRÍCOLAS E RECOMENDAÇÕES PRELIMINARES

Gilvan Barbosa Ferreira¹; Maurisrael de Moura Rocha²; Kaesel Jackson Damasce e Silva²; Adão Cabral das Neves²; Cesar Heraclides Behling Miranda³; Simone Palma Favaro³; Henoque Ribeiro da Silva³; José Eloir Denardin⁴; Pedro Moreira da Silva Filho⁵; Norman Neumaier⁵; Ivan Cruz⁶; Maria da Conceição Santana Carvalho⁷; Raul Porfírio de Almeida¹; Celso Américo Pedro Mutadiua⁸; Idalina Celestino Napita⁹; António do Rosário Ipo⁹; Domingos Simba⁹.

¹Embrapa Algodão gilvan.ferreira@hotmail.com; ²Embrapa Meio-Norte; ³Embrapa Secretaria de Relações Internacionais; ⁴Embrapa Trigo; ⁵Embrapa Soja, ⁶Embrapa Milho e Sorgo; ⁷Embrapa Arroz e Feijão; ⁸PNUD/ABC/MRE; ⁹Instituto de Investigação Agrária de Moçambique.

Resumo. O feijão nhemba é uma importante fonte alimentar para a população de Moçambique, fazendo parte essencial do seu cotidiano como fonte protéica barata e de excelente qualidade. É uma planta rústica que produz bem em variados climas e solos diferentes. Porém, exige boas condições de fertilidade e manejo para expressar seu potencial produtivo. Essa pesquisa teve por objetivo medir a resposta do feijão nhemba ao uso de fósforo e potássio em solo arenoso de Muriaze, Nampula. Testou-se as doses de 0, 35, 70, 140 e 280 kg/ha de P₂O₅ e 0, 50, 100 e 200 kg/ha de K₂O, arranjados em fatorial 5x4, no delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições. O ensaio foi repetido nas campanhas 2013 e 2014 e os resultados analisados em conjunto. Não houve resposta do feijão nhemba ao uso de potássio, dado que a fertilidade do solo era elevada neste nutriente. Porém, o nhemba respondeu fortemente a adubação com fósforo, pois o solo tinha apenas 7,5 mg/dm³ de P disponível (Extrator Mehlich-1). O aumento das doses de fósforo melhorou o estande final de plantas, aumentou o comprimento das vagens, o número de grãos por vagens e o número de vagens por planta. A produtividade foi elevada de 1.258 kg/ha a 1.513 kg/ha, em 2013; e de 935 a 2.114 kg/ha, em 2014. A dose de máxima efetividade técnica conjunta foi de 264 kg/ha, que permite o alcance de produtividade média de 1.811 kg/ha, com ganhos de 20 a 126%. Solos com K trocável > 80 mg/dm³

não necessitam de adubação com potássio. Solos com $\leq 7,5$ mg/dm³ de P disponível (Mehlich-1) necessita da aplicação de 73 kg/ha de P₂O₅ na linha de plantio para garantir produtividades médias econômicas de 1449 kg/ha de grãos.

Palavras-chaves: Fertilidade de solo, produtividade, fósforo disponível, potássio trocável, nutrição mineral.

Introdução

O feijão nhemba (*Vigna unguiculata* L. Walp.), também conhecido como feijão-caupi, é a principal leguminosa consumida nas regiões semiáridas e tropicais úmidas do Brasil e da África. Em 2001, eram cultivados em 12,5 milhões de hectares em todo o mundo, sendo 8 milhões de hectares apenas no centro e oeste da África (Andrade Júnior et al., 2002). Somente a Nigéria produziu 2.703.338 t de feijão caupi, na média dos anos 2007 a 2011, correspondendo a 48% da produção mundial do período considerado; na sequência, Níger com 1.324.832 t, com 24% da produção mundial, e Burkina Faso, produziu 462.285 t ou 8% da produção média mundial de 5.613.519 t. Em 2011, o Brasil produziu 822.000 toneladas, com produtividade de 525 kg/ha. Na safra 2013, foram produzidas 280.300 t e 303.600 t na safra 2014 no Brasil, especialmente na região semiárida do Nordeste, na região chuvosa da Amazônica e no Mato Grosso, que exportou 48.400 t. Em 2014, o Brasil exportou 53.000 t para países da Europa, Ásia e Oriente Médio, como Índia, Egito, Turquia e Vietnã, com vendas de US\$ 33,2 milhões (Sinimbu, 2015). Em 2003, Moçambique produzia anualmente mais de 65.000 t de feijão caupi, sendo considerada a 14^o atividade agrícola do país (Walker et al., 2006). É a terceira leguminosa mais importante do país, depois do amendoim e a soja. A produtividade média obtida também deve ser muito baixa, pois a cultura é feita com baixa tecnologia e em solos de baixa fertilidade.

Trata-se de um alimento rico em proteínas, de fácil digestibilidade, fácil de preparar e de amplo uso pelas populações rurais. Apresenta fácil cultivo, ciclo de maturação rápido e pouca exigência em fertilidade de solo e umidade (Andrade Júnior et al., 2002). Assim, pode compor sistemas de produção onde, em rotação, pode aproveitar a adubação residual feita no cultivo anterior. Da mesma forma, pode ser cultivada de metade para o final do período chuvoso, o que abre espaço para o cultivo de duas safras por ano, como feita nos cerrados brasileiro. Sua produtividade média varia de 300 a 525 kg/ha no Brasil e, provavelmente, é menor ainda em Moçambique, porém as variedades disponíveis têm potencial de produzir acima de 1.000 kg/ha, sob regime de chuvas, e acima de 1.500 kg/ha, sob irrigação. Recentemente, a Embrapa

Meio Norte está trabalhando para lançar nova variedade de ciclo de 60 a 80 dias e com produtividade de até 2.100 kg/ha, consumindo menos água do que os cultivares existente no mercado.

O feijão nhemba é capaz de absorver o nitrogênio fixado por bactérias do gênero *Bradyrhizobium* spp., que pode suprir toda necessidade da planta em nível de alta produtividade (Melo e Cardoso, 2000). Segundo esses pesquisadores, a planta responde bem a adubação com fósforo, sendo recomendada a aplicação de até 60 kg/ha de P_2O_5 na adubação de manutenção anual quando se cultiva em solos com teor de P disponível menor que 5 mg/dm^3 (extrator de Mehlich-1). Porém a resposta a adubação com potássio é rara, sendo indicada a aplicação máxima de 40 kg/ha de K_2O para solos com menos de 25 mg/dm^3 de K trocável.

Em Moçambique, a maior parte dos agricultores cultiva de 1 a 5 ha, com uso de enxada na preparação do solo, raramente se usa tração animal e muito menos ainda, mecânica. Nas zonas agroecológicas onde é mais comum a produção de caupi, em Nampula, os solos são arenosos de fertilidade baixa e média, e os agricultores não usam fertilizantes, não usam práticas conservacionistas, sendo comum a agricultura itinerante, onde as áreas das machambas são usadas um ano e deixado por um ou mais anos em descanso (Walker et al., 2006). A vantagem é a quantidade de chuva na região que alcança de 800 a 1.200 mm/ano. Segundo levantamento de Walker et al. (2006), os maiores riscos que afetam 83,5% da produção são: a seca (66,0%), chuvas excessivas (2,4%), cheias (0,7%), doenças (6,3%), insetos (9,5%), animais/ratos/pássaros (10,9%), podridão (2,5%) e outros (1,7%). Os autores não citam a baixa fertilidade dos solos, mas possivelmente, eles estão também entre os fatores que reduzem fortemente a produtividade.

Este trabalho teve como objetivo calibrar a adubação com fósforo e potássio no feijão nhemba, nas condições de solo e clima do distrito de Muriaze, província de Nampula, Moçambique.

Material e Métodos

O ensaio foi montado em uma área recém desmatada, de vegetação secundária, do distrito de Muriaze, em solo arenoso, possivelmente da classe dos Neossolos Regolíticos eutróficos (Regosols/FAO-WRB; Entisols/Psamments/Soil Taxonomy). Logo após a abertura da área, foi coletada amostra composta da camada de 0-20 cm de profundidade e analisada em Laboratório de Rotina de Solos, no Brasil, conforme pode ser vista na Tabela 1.

Utilizou-se a cultivar BRS Guariba, plantada na densidade média de 8 sementes/m e espaçamento de 0,45m, em parcelas de cinco linhas de 6 m, sendo as três centrais, excluídas 1,0 m de bordadura, colhidas como parcela útil. Utilizou-se uma adubação padrão de 20 kg/ha de N, com uréia, e os tratamentos com 0, 70, 140, 210 e 280 kg/ha de P₂O₅ e 0, 50, 100, 150 e 200 kg/ha de K₂O, arranjado em fatorial 5 x 4, com 4 repetições. Todo o fósforo, 20 kg/ha de N e 1/3 do potássio foram postos na linha de plantio. O restante do potássio foi aplicado cerca de 30 dias após o plantio. Usou-se como fonte a uréia (46% de N), superfosfato triplo (46% de P₂O₅) e o cloreto de potássio (60% de K₂O). Antes do plantio, foi efetuada a correção dos teores de Ca e Mg, com aplicação de 1 t/ha de calcário.

Tabela 1. Análise de solo da área experimental de Muriaze. Campanha 2012/2013.

Camada	pH	P	K ⁺	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H+Al	CTC	CTCe	SB	V	MO	Argila
	em	- mg/dm ³		-----		mmol/dm ³	-----				%	--- g/dm ³	---
	água												
0-20cm	6,0	7,5	82	0,0	13,3	4,1	17,4	36,9	19,5	19,5	52,8	11	90
Interpretação	Moderamente ácido	Baixo	Alto	Adequado	Baixo	Baixo	Médio	Baixo	Baixo	Baixo	Médio	Baixo	Arenoso

Obs.: pH em água, na relação solo:solução 1:2,5; P e K extraído com Mehlich-1; Al, Ca e Mg extraído por KCl 1 mol/L; H+Al extraído por solução de Acetato de cálcio 0,5 mol/L pH 7,0.

Foi observado o ataque de diversas pragas no decorrer da cultura, porém sem provocar maiores danos à lavoura. Observou-se, no segundo ano, forte presença de *Alectra vogeli*, mas não chegou a comprometer a produtividade.

Na colheita, foram avaliadas os componentes primários de produção e a produtividade de grãos. Os dados foram submetidos a análise de variância e regressão, usando-se o teste F (p<0,05) para discriminar os efeitos significativos de tratamentos.

Resultados e discussão

Houve fortes diferenças entre as campanhas trabalhadas (Tabela 2). Em 2014, ano mais chuvoso, observou-se um maior estande de plantas, com menos acamamento, maior comprimento de vagens, maior número e massa de 100 grãos, menor quantidade de vagem/planta, bem como maior produtividade. A produtividade

média foi de 1576,1 kg/ha de grãos, apesar de ocorrerem tratamentos com produtividade de até 2.114,3 kg/ha (Tabela 3).

Tabela 2. Valores médios e análise de variância e regressão de estande, acamamento (ACAM), número de grãos/vagem, massa de 100 grãos, número de vagem/planta e produtividade do feijão nhemba sob diferentes doses de fósforo e potássio, em dois anos de cultivo (safra 2013 e 2014).

	Estande	ACAM	Comp. Vagem	Nº Grãos/Vagem	Massa de 100G	NºVagem/Planta	Produtividade	
Efeito de ano/campanha								
2012/2013	3,8b	1,5a	16,6b	10,9a	19,9b	6,7a	1351,0b	
2013/2014	4,8a	1,0b	18,9a	11,1a	22,6a	5,9b	1576,1a	
Efeito de doses de fósforo, kg/ha P2O5								
0	4,2	1,1	17,8	10,9	22,0	4,8	1096,4	
35	4,3	1,3	18,1	11,6	21,0	5,6	1315,8	
70	4,3	1,2	17,3	10,5	20,7	6,4	1459,9	
140	4,3	1,3	17,6	11,2	21,2	7,2	1631,7	
280	4,2	1,3	18,0	11,0	21,4	7,4	1814,0	
Ajuste	EQ*	na	EQ*	na	na	Eq°	EQ**	
Efeito de doses de potássio, kg/ha K2O								
0	4,3	1,2	17,7	10,8	21,4	6,2	1492,8	
50	4,3	1,2	17,8	11,1	20,8	6,9	1481,9	
100	4,3	1,2	17,8	10,9	21,6	6,1	1463,4	
200	4,2	1,3	17,8	11,4	21,4	5,9	1416,2	
Ajuste	na	na	na	na	na	na	na	
Resumo da Análise de Variância								
FV	GL							
BL	3	0,07ns	0,37ns	0,30ns	0,99ns	6,22ns	16,37*	90017,2ns
SAFRA	1	38,18***	8,56***	218,79***	1,81ns	291,47**	1804,66***	2026487,5***
DP	4	0,11ns	0,18ns	3,70**	4,62*	7,71ns	8,27ns	2461241,7***
DK	3	0,05ns	0,01ns	0,18ns	3,05ns	5,48ns	9,42ns	45793,9ns
SAFRA*DP	4	0,08ns	0,18ns	3,62**	15,04***	7,51ns	8,27ns	965034,2***
SAFRA*DK	3	0,12ns	0,01ns	0,02ns	1,89ns	7,46ns	9,42ns	46410,8ns
DP*DK	12	0,10ns	0,24ns	0,91ns	3,82*	6,94ns	3,43ns	59827,3ns
SAFRA*DP*DK	12	0,06ns	0,24ns	1,31ns	3,04ns	8,36ns	3,43ns	74915,9ns
Residuo	117	0,07	0,15	0,91	1,88	6,50	4,71	94883,6
CV(%)		6,0	31,5	5,4	12,4	12,0	64,6	21,1
Média		4,3	1,2	17,7	11,0	21,3	6,3	1463,6

Obs.: Médias na coluna seguida de mesma letra não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade. Ajustes: na – não ajustável; EQ – efeito quadrático. ns - não significativo, ***, **, * e ° Significativo pelo teste F aos níveis de 0,1, 1, 5 e 10% de probabilidade.

Tabela 3. Desdobramento da interação safra x doses de fósforo para as variáveis comprimento de vagens (CV), número de vagens/planta (NVP) e produtividade ou produção de grãos (PG). Muriaze, Nampula/Moçambique, 2015.

Safra	Doses de fósforo, kg/ha de P ₂ O ₅						Ajuste
	0	35	70	140	280	Média	
Comprimento de vagem, cm							
2013	17,0	17,2	15,7	16,2	16,8	16,6	EQ***
2014	18,5	19,0	18,8	19,0	19,2	18,9	EL*
Média	17,8	18,1	17,3	17,6	18,0	17,7	EQ*
Número de vagens/planta, unidade							
2013	5,6	5,9	6,7	8,0	7,4	6,7	EQ*
2014	4,0	5,4	6,2	6,4	7,4	5,9	EQ*
Média	4,8	5,6	6,4	7,2	7,4	6,3	Eq ^o
Produtividade, kg/ha							
2013	1258,2	1244,4	1271,6	1467,3	1513,6	1351,0	EL**
2014	934,7	1387,2	1648,2	1796,1	2114,3	1576,1	EQ***
Média	1096,4	1315,8	1459,9	1631,7	1814,0	1463,6	EQ**

Obs.: EL – efeito linear; EQ – efeito quadrático; ***, **, *, °: Significativo a 0,1, 1, 5 e 10% de probabilidade.

Segundo Vilarinho (2007), a variedade BRS Guariba tem ciclo de 70 dias, com plantas de porte semi-ereto, grãos de coloração branca, com teor de proteína de 22% e grãos de tamanho médio (a massa de 100 grãos é de 19,5 g). É recomendado para condições de solo corrigido e adubado, onde produz médias de 1.454 a 1.933 kg/ha, nas condições brasileiras do estado de Roraima. Além disso, O cultivar BRS Guariba é resistente ao mosaico transmitido por pulgão (*Cowpea aphid-borne mosaic virus – CABMV*) e ao mosaico-dourado (*Cowpea golden mosaic virus – CGMV*), é moderadamente resistente ao oídio (*Erysiphe polygoni* DC.) e a mancha-café (*Colletotrichum truncatum* (Schw. Andrus & Moore)) e é moderadamente tolerante à seca e a altas temperaturas. Observa-se, pois, que a variedade manteve seu padrão em Nampula/Moçambique, com obtenção de excelente produtividade de grãos nas condições locais de clima e solo corrigido e adubado.

Não houve resposta a adubação com potássio, conforme esperado nas condições locais com teor alto neste nutriente (Tabela 1). Melo e Cardoso (2000) mostraram que a cultura tem baixa capacidade de resposta a esse nutriente, sendo indicado a aplicação de apenas 40 kg/ha de K₂O quando o solo tivesse teor menor que 25 mg/dm³ de K trocável. Em Muriaze, o solo trabalho tinha 82 mg/dm³ de K disponível, uma condição em que se deve suspender toda e qualquer adubação com

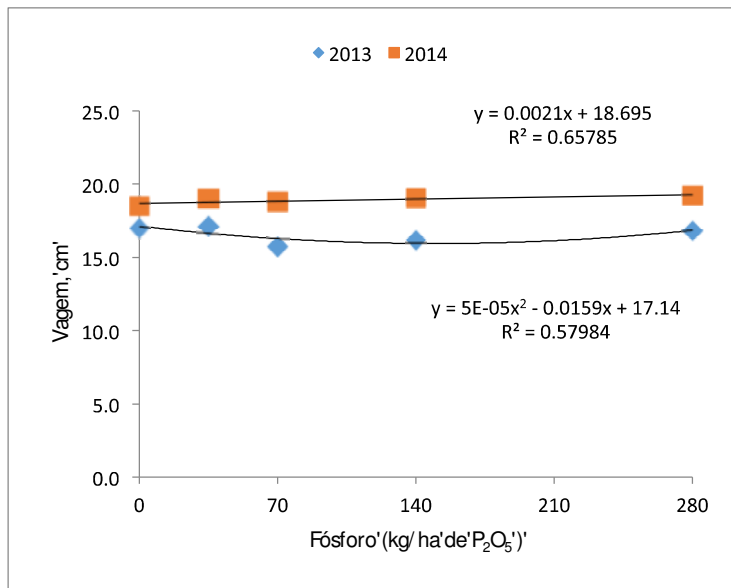
potássio para o feijão nhemba ou aplicar anualmente apenas 20 kg/ha de K₂O para manter a fertilidade do solo ao longo dos anos.

Para fósforo, no entanto, houve resposta a adubação nos dois anos do ensaio (Tabelas 2 e 3). A adubação com fósforo aumentou o estande final, o comprimento da vagem, o número de vagem por planta e a produtividade. Houve interação entre o ano-safra estudado e as doses de fósforo no solo (Tabela 3, Figuras 1 e 2).

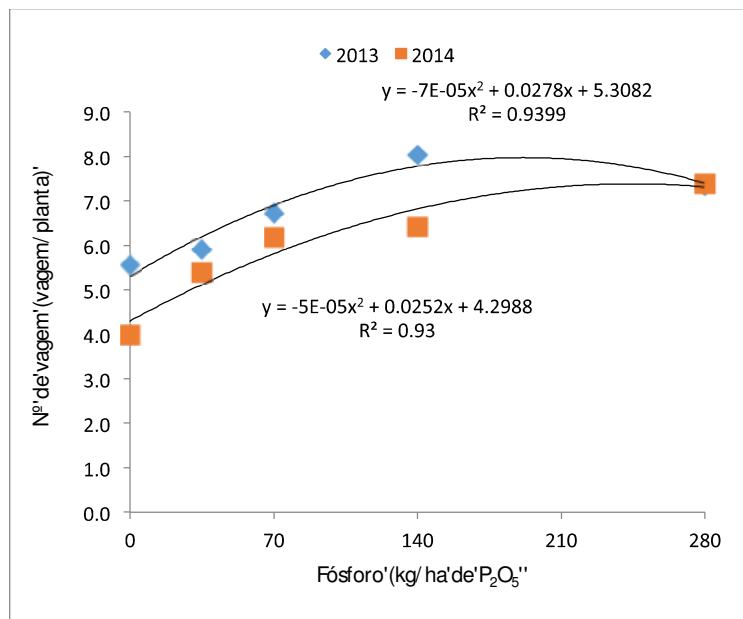
O comprimento de vagens teve tendência de crescimento em 2013, mas cresceu linearmente em 2014, mostrando que este é um componente importante para formar a produtividade (Figura 1A). O número de vagens/planta (Figura 1B) está diretamente relacionado com a produtividade de grãos obtidas, tendo mesmo ajuste quadrático.

A produtividade aumentou linearmente em 2013 e alterou somente em 26% a produtividade do feijão nhemba. Porém, em 2014, a produtividade se ajustou perfeitamente ao modelo quadrático com $R^2 = 0,9547$, mostrando o alto grau de explicabilidade do modelo às variações medidas em campo.

É possível fazer uma análise econômica com base na curva de resposta média obtida nos dois anos de estudos. Entretanto, para isso é necessário ver o valor do kg de feijão nhemba e do kg de P₂O₅ no mercado local. Isto será feito oportunamente. Nesse momento, para termos uma ideia da melhor dose de fósforo a ser aplicada na cultura do feijão nhemba, aplicou-se a dose que permite a obtenção de 80% da produtividade máxima (1810,9 kg/ha) (Goedert et al., 1999). Para obter 1449,5 kg/ha (80% da produtividade máxima) é necessária a aplicação de 73 kg/ha de P₂O₅. Essa recomendação é muito próxima do que se faz no Brasil, onde se recomenda no máximo 60 kg/ha de P₂O₅ (Melo e Cardoso, 2000).



A



B

Figura 1. Comprimento de vagem e número de vagem de feijão nhemba em função de doses de fósforo e ano safra. Muriaze, Nampula, Moçambique, 2015.

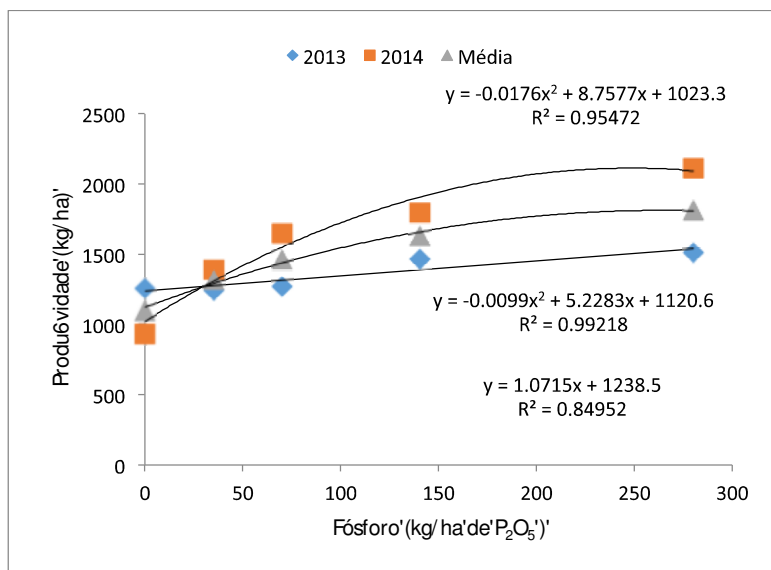


Figura 2. Produtividade de grãos de feijão nhemba em função de doses de fósforo e ano safra. Muriaze, Nampula, Moçambique, 2015.

Conclusão

A cultura do feijão nhemba não respondeu a adubação com potássio. Portanto, não se recomenda seu uso como fertilizante para os solos da região com teor de K trocável > 80 mg/dm³.

Em solos com $\leq 7,5$ mg/dm³ de P disponível (extraído por Mehlich-1) necessita da aplicação de 73 kg/ha de P₂O₅ na linha de plantio para garantir produtividades médias econômicas de 1.449,5 kg/ha de grãos, considerando-se 80% da máxima produtividade física.

Recomendações

A correção de condições de acidez ou de baixos teores de Ca e Mg é importante para garantir boas produtividades no feijão nhemba. Assim, recomenda-se a aplicação de calagem para corrigir os teores de Ca e Mg para valores superiores a 20 mmol_c/dm³ ou elevar a saturação por bases trocáveis para 60%.

Para garantir bom crescimento da planta e boa produtividade, recomenda-se também a aplicação de 20 kg/ha de nitrogênio ou o uso de inoculantes com *Bradyrhizobium spp.*, com raças específicas para o feijão nhemba. Essas bactérias podem ser compradas do Brasil e multiplicadas em laboratório em Moçambique, para disponibilização aos agricultores.

Referencias bibliográficas

- ANDRADE JUNIOR, A.S. de; SANTOS, A.A. dos; ATHAYDE SOBRINHO, C.; BASTOS, E.A. et al. Cultivo do Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2002. 108p. (Embrapa Meio-Norte. Sistemas de produção: 2)
- GOEDERT, W.J.; SOUZA, D.M.G. de; SCOLARI, D.D.G. Critérios para recomendação de calagem e adubação. In: OLIVEIRA, A.J. de; GARRIDO, W.E.; ARAÚJO, J.D. de; LOURENÇO, S. (Coordenadores). Métodos de pesquisa em fertilidade do solo. Brasília: EMBRAPA-SEA, 1991. p.363-392 (EMBRAPA-SEA. Documentos, 3).
- MELO, F. de B.; CARDOSO, M.J. Fertilidade, correção e adubação do solo. In: CARDOSO, M.J. (Organizador). A cultura do feijão caupi no Meio-Norte do Brasil. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2000. p.91-103.
- SALVADOR, C.A. Feijão – Análise da conjuntura agropecuária. DERAL – Departamento de Economia Rural. SEAB/PR – Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná. Outubro de 2013. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/feijao_2013_14.pdf>. Acessado em: 22/08/2015.
- SINIMBU, F. *Feijão-caupi tolerante à seca exige a metade da água usada nas plantas convencionais. Embrapa Meio-Norte. Disponível em: <<http://www.ecodebate.com.br/2015/04/30/feijao-caupi-tolerante-a-seca-exige-a-metade-da-agua-usada-nas-plantas-convencionais/>>.*
Consultada em: 22/08/2015.
- VILARINHO, A.A. **BRS Guariba – cultivar de feijão-caupi de alto desempenho em Roraima.** 2007. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2007_4/Guariba/index.htm>. Acesso em: 22/8/2015.
- WALKER, T.; PITORO, R. ; TOMO, A.; SITEO, I.; SALÊNCIA, C. ; MAHANZULE, R. ; DONOVAN, C.; MAZUZE, F. Estabelecimento de Prioridades para a Investigação Agrária no Sector Público em Moçambique Baseado nos Dados do Trabalho de Inquérito Agrícola (TIA). Instituto de Investigação Agrária de Moçambique. Direção de Formação, Documentação e Transferência de Tecnologia. Maputo: IIAM, 2006. 84p. Disponível em: <http://fsg.afre.msu.edu/mozambique/iiam/rr_3p.pdf>. Acessado em: 22/08/2015.



Foto 1. Vista geral do ensaio de adubação de feijão-nhemba variedade BRS Guariba com doses crescentes de fósforo e potássio em Muriaze, Nampula, na campanha 2013/2014.