



Características agronômicas e incidência de ataque de *Chalcodermus bimaculatus* no feijão-caupi em função de doses de manganês

Agronomic characteristics and incidence of attack Chalcodermus bimaculatus in cowpea due to doses of manganese

Nádia Souza dos Santos¹, Sandra Catia Pereira Uchôa^{2*}, Antonio Cesar Silva Lima³, José Maria Arcanjo Alves⁴, Deyse Cristina Oliveira da Silva⁴, Leandro Torres de Souza³

Resumo - Objetivou-se com este trabalho avaliar as características agronômicas do feijão-caupi e a incidência do manhoso, *Chalcodermus bimaculatus* Fiedler, 1936 (Coleoptera: Curculionidae), em função de doses de manganês, via foliar, em condições de campo. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições e seis tratamentos (5+1), sendo: cinco doses de Mn (0, 75, 150, 300, 600 g ha⁻¹) e um tratamento testemunha (TT). O TT consistiu de duas pulverizações com inseticida Acefato (30 g ha⁻¹), visando o controle do manhoso, principalmente. A primeira pulverização foi aos nove dias após o plantio (DAP) e a segunda aos 36 DAP. Para as características agronômicas foram avaliadas: número de ramos, comprimento do maior ramo, comprimento da vagem, produtividade de vagem verde e de grãos secos e teor foliar de Mn. A incidência do ataque do manhoso foi medida por meio do número de furos por vagem verde e seca e número de grãos verdes e secos perfurados por vagem. As características agronômicas e de incidência do manhoso tiveram seus resultados ajustados a modelo quadrático, exceto o teor foliar de Mn, que teve ajuste linear. As máximas produtividades de vagem verde e de grão seco foram obtidas com doses entre 300 e 309 g ha⁻¹ de Mn e teor foliar de 96,90 mg kg⁻¹ de Mn. A adubação foliar com Mn afetou a incidência de ataque do manhoso ao feijão-caupi, reduzindo o número de furos na vagem verde e seca e o número de grãos perfurados por vagem.

Palavras-chave - *Vigna unguiculata*. Manhoso. Micronutriente. Nutrição. Teor de manganês em feijão-caupi.

Abstract - The objective of this study was to evaluate the agronomic characteristics of cowpea and the incidence of cowpea *Chalcodermus bimaculatus* Fiedler, 1936 (Coleoptera: Curculionidae) as a function of doses of manganese, by foliar fertilization, in field conditions. The experimental design was a randomized complete block design with four replications and six treatments (5+1), with five doses of Mn (0; 75; 150; 300; 600 g ha⁻¹) and a control treatment (TT). The TT consisted of two sprays with insecticide Acefato, aiming to control the *C. bimaculatus*, the first at 09 days after planting (DAP) and the second at 36 DAP, using 30 g ha⁻¹. For agronomic traits, it was evaluated: plant height, number of branches, the largest branch length, pod length, green pod yield and dry grains and leaf Mn content. The incidence of *C. bimaculatus* was measured by the number of holes per green and dry pod and the number of green and dry beans per pod drilled. The agronomic characteristics and incidence of *C. bimaculatus* had their results adjusted to quadratic model, except the leaf Mn content, which had linear fit. The maximum yields of green pods and dry grains were obtained with doses between 300 and 309 g ha⁻¹ and foliar Mn content of 96.90 mg kg⁻¹ Mn. Fertilization with Mn affected the incidence of *C. bimaculatus*, reducing the number of holes in the green and dry pods and number of seeds per pod drilled.

Key words - *Vigna unguiculata*. Manhoso. Micronutrient. Manganese content of cowpea.

*Autor correspondente

Enviado para publicação em 04/04/2014 e aprovado em 29/04/2014.

¹Mestre em Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Roraima/UFRR, nadia.ss.agro@hotmail.com

²Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias/UFRR, sandra.uchoa@ufrr.br

³Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Agrárias/UFRR, ant.cesar@uol.com.br, arcanjoalves@oi.com, souzalts@hotmail.com

⁴Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (POSAGRO-UFRR), deyse_cris@hotmail.com

Introdução

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) é uma leguminosa da família Fabaceae, sendo uma das fontes alimentares mais importantes e estratégicas para as regiões tropicais e subtropicais do mundo. É rico em proteínas, tolerante à seca e, dada a sua capacidade de fixação biológica de nitrogênio apresenta grandes benefícios para o solo, com aporte de nitrogênio, elevando a fertilidade (BETTENCOURT, 2007; FILGUEIRAS *et al.*, 2009; ZILLI *et al.*, 2009).

Historicamente, o feijão-caupi apresenta baixa produtividade devido às condições de cultivos sem adoção de tecnologias (FREIRE *et al.*, 2005). Boas condições de fertilidade e uso de cultivar melhorada elevam o potencial produtivo dessa cultura a 3,5 Mg ha⁻¹ (OLIVEIRA *et al.*, 2001).

Dentre as limitações de fertilidade impostas pelos solos em ambiente de cerrado está a deficiência de nutrientes. Entre os micronutrientes, o manganês é o elemento cuja deficiência tem sido detectada nesse ambiente, pela calagem excessiva (PEREIRA *et al.*, 2001). Sanzonowicz (1995) considera crítico o nível de 5,0 mg dm⁻³ de Mn (extrator Mehlich-1), em amostras de solo com pH em água igual a 6,0. Conforme Fonseca *et al.* (2010), o Mn é o terceiro micronutrientes mais extraído pelo feijão-caupi.

Resposta das culturas ao Mn tem sido relatada na literatura, demonstrando sua importância na produção e qualidade de panículas de arroz (PEREIRA *et al.*, 2001); na produção e teor do elemento na folha de plantas de soja (MANN *et al.*, 2001); na qualidade fisiológica da semente em feijoeiro (TEIXEIRA *et al.*, 2005) e no teor e produtividade de cultivares de feijoeiro (SORATTO *et al.*, 2005).

A deficiência de Mn afeta o crescimento e a produção da planta, por estar envolvido na fotossíntese (no transporte de elétron específico), no metabolismo do N (especialmente na redução sequencial do nitrato) e também participar em compostos cíclicos precursores de aminoácidos aromáticos, hormônios (auxinas), fenóis e ligninas (HEENAN; CAMPBELL, 1980).

O manganês está relacionado à formação da lignina (MARSCHNER, 2011), que, por sua vez, é uma das substâncias presentes na parede celular, conferindo-lhe rigidez (MCDUGALL *et al.*, 1996). Com base nessa premissa, hipotetiza-se que um teor adequado de Mn na planta pode diminuir o ataque do manhoso do feijão-caupi, *Chalcodermus bimaculatus* Fiedler, 1936 (Coleoptera: Curculionidae), às vagens e grãos, por aumentar a rigidez da parede celular, além de contribuir com o aumento na produtividade de grãos desta cultura.

Dentre as principais pragas de campo que atacam o feijão-caupi, a espécie *C. bimaculatus* merece destaque. Santos e Quinderé (1988) enfatizam a alta estabilidade e potencial de causar danos economicamente significativos na cultura do feijão-caupi em áreas já infestadas com esta praga. Em Roraima, nas áreas cultivadas com feijão-caupi, o manhoso está presente em populações elevadas, causando redução da produção e na qualidade da vagem e grãos, sendo necessária a adoção de medidas de controle (LIMA *et al.*, 2009; SILVA *et al.*, 2011).

O controle químico das larvas do manhoso quando estão no interior dos grãos do feijão-caupi se torna pouco efetivo, devido às fêmeas, ao realizarem a postura, cobrirem os orifícios realizados sobre a vagem com uma substância cerosa protetora dos inimigos naturais. A aplicação de inseticidas com a ação de contato e ingestão, dirigida para as vagens para controle de adultos, é mais recomendada (SILVA; SILVEIRA, 2000). Entretanto apresenta limitações, devido seu efeito residual, sendo prejudiciais e indesejáveis quando próxima do consumo, e pelo custo elevado na aquisição de defensivos agrícolas. Surge então a necessidade de procurar alternativas que busquem diminuir os custos e assim minimizar os efeitos ambientais e os riscos à saúde do produtor.

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar as características agrônômicas do feijão-caupi e a incidência do manhoso do feijão-caupi (*Chalcodermus bimaculatus*) em função de doses de manganês, com aplicação via foliar, em condições de campo.

Material e métodos

O ensaio foi conduzido, entre os meses de junho e agosto de 2008, em condições de campo na área experimental do *Campus* do Cauamé do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Roraima (UFRR/CCA), no município de Boa Vista, em Roraima, em Latossolo Amarelo distrocoeso, localizado entre as coordenadas: Latitude 2° 49' 11" N, Longitude 60° 40' 24" W e altitude média de 90 m. Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo Aw com duas estações climáticas bem definidas, uma chuvosa (abril-agosto) e outra seca (outubro-março). Segundo informações da Estação Meteorológica de Boa Vista, a temperatura média do ar é de 27,4 °C. A evapotranspiração anual é de 1.940,3 mm com umidade relativa média de 74% e pluviosidade média de 1.685,6 mm.

A análise física e química do solo, na profundidade de 0 a 20 cm, foi realizada no Laboratório de Fertilidade do Solo da UFRR/CCA, tendo apresentado os seguintes valores: argila 25,0 g kg⁻¹; areia 66,0 g kg⁻¹; silte 9,0 g kg⁻¹;

pH (água) = 6; K (Mehlich 1) = 35,78 mg dm⁻³; P (Mehlich 1) = 9,80 mg dm⁻³; Ca = 1,19 cmol_c dm⁻³; Ca+Mg = 2,09 cmol_c dm⁻³; Al (não detectado); H+Al = 2,66 cmol_c dm⁻³; SB = 2,18 cmol_c dm⁻³; CTC pH 7 = 4,84 cmol_c dm⁻³; V% = 45%.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições e seis tratamentos, sendo: cinco doses de Mn e mais um tratamento testemunha. As cinco doses de Mn (g ha⁻¹) foram: T₀ - 0; T₁ - 75; T₂ - 150; T₃ - 300; T₄ - 600. O tratamento testemunha (TT) consistiu de pulverizações com Acefato (30 g ha⁻¹) em duas aplicações: a primeira aos nove dias após o plantio (DAP) e a segunda aos 36 DAP, para controle das principais pragas do feijão-caupi, incluindo o manhoso (SILVA *et al.*, 2011).

As doses de manganês (cloreto de manganês - MnCl₂·4H₂O), foram divididas em quatro aplicações foliares: a primeira aos 18 DAP e as demais espaçadas em sete dias, finalizando a última aplicação aos 39 DAP. Nas duas primeiras aplicações as doses de Mn foram diluídas em 2,5 L de água e nas duas últimas em 3,0 L de água, aplicados com pulverizador costal, utilizando-se de barreira física para a proteção da parcela durante as aplicações.

A parcela experimental foi constituída por seis linhas de 5,0 m de comprimento com espaçamento de 0,5 m entre linhas, totalizando 15,0 m² de área. A área útil (4,0 m²) compreendeu as duas linhas centrais da parcela, descontando-se 0,5 m de cada lado de bordadura.

O solo foi preparado de modo convencional (uma aração e uma gradagem) quinze dias antes do plantio. A adubação de base foi realizada de acordo com os resultados da análise de solo, sendo a recomendação: 30 kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio) e 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato triplo) e o N foi fornecido via fixação simbiótica. Não foi realizada a calagem e nem aplicação de micronutrientes.

A semeadura foi realizada no dia 02 de junho de 2008, utilizando-se 15 sementes por metro na linha. Utilizou-se a cultivar UFRR Grão Verde, pertencente à Coleção de Germoplasma do Departamento de Fitotecnia do CCA/UFRR. A cultivar é caracterizada pela alta produtividade, excelente qualidade, facilidade de debulha manual da vagem verde, alta precocidade e porte ereto (ALVES *et al.*, 2009).

O plantio do feijão-caupi foi realizado em sulcos, espaçados de 0,5 m, abertos manualmente por meio de enxada. Realizou-se o desbaste aos dez dias após o plantio e foram mantidas oito plantas por metro. A emergência plena foi computada quando cerca de 90% das plântulas haviam emergido. O ciclo da cultura teve duração de 72 dias.

Durante o desenvolvimento da cultura, foram realizadas capinas manuais para o controle de plantas daninhas e aplicação de formicida em pó no formigueiro, visando o controle de saúvas *Atta sp.*

No início da floração, aos 43 DAP, foram colhidas 30 folhas da área útil de cada parcela para determinação do teor de manganês. O material colhido foi lavado e seco a 70°C, por 72 horas, em estufa de circulação forçada de ar. O material vegetal seco foi passado em moinho tipo Wiley e acondicionado. Foi determinado o teor de macro e micronutrientes no tratamento que determinou a melhor resposta em produtividade de vagem verde e grãos secos. As análises foram realizadas em triplicatas, no Laboratório de Nutrição de Planta da Universidade Federal de Viçosa.

O teor foliar de N total foi determinado pelo método de Kjeldahl (MALAVOLTA *et al.*, 1997). Os teores dos elementos P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn e Zn foram determinados após a mineralização pela digestão nítrico-perclórica. O teor de P foi determinado pelo método de redução do fosfomolibdato pela vitamina C, modificado por Braga e Defelipo (1974). O teor de K foi determinado por fotometria de absorção de chama. Os teores de Ca, Mg, Fe, Mn e Zn foram quantificados por espectrofotometria de absorção atômica. O S foi determinado por turbidimetria do sulfato.

As variáveis agronômicas avaliadas foram: número de ramos - NR e comprimento do maior ramo (CR). Para estas variáveis utilizou-se amostra de dez plantas colhidas aleatoriamente na área útil. Avaliou-se também: comprimento da vagem - CV, obtida de uma amostra de dez vagens verdes, oriunda da área útil de cada parcela, com o uso de régua graduada em centímetros; produtividade de vagens verdes - PVV (kg ha⁻¹) - colhidas manualmente no ponto de grão verde aos 60, 62 e 66 DAP, produtividade de grãos secos - PGS (kg ha⁻¹) colhidos manualmente aos 62, 66 e 72 DAP; e teor foliar de Mn medido em amostra de 30 folhas por parcela colhidas no início da floração.

As variáveis para medir a incidência do ataque do manhoso foram avaliadas em amostra de dez vagens por parcela, sendo: número de furos por vagem verde (FVV) e vagem seca (FVS); número de grãos verdes perfurados por vagem (GVP) e grãos secos perfurados por vagem (GSP).

Os dados das variáveis agronômicas e de incidência do ataque do manhoso foram submetidos à análise de variância. Quando houve efeito significativo das doses de manganês, foram ajustadas equações de regressão às diversas variáveis, sendo feita a escolha dos modelos de regressão de acordo com a significância dos parâmetros e nos valores de R². O teste “t” foi utilizado para testar os coeficientes dos parâmetros da regressão até 0,1%. A dose de máxima eficiência técnica (DMET) de Mn, para cada

variável, foi calculada com base na derivada primeira da equação de regressão, igualando-se a zero. Para estudar a testemunha em relação aos tratamentos utilizou-se o teste de Dunnett ($p < 0,05$), para comparação das médias.

Resultados e discussão

A Tabela 1 mostra que, exceto para a variável número de ramos (NR), as demais variáveis agrônômicas foram afetadas pelas doses crescentes de manganês. As plantas desenvolveram em média três ramos por planta. Dada a escassez de estudos com feijão-caupi e Mn, pressupõe-se que os teores de Mn estudados não foram críticos e nem tóxicos, de modo que não comprometeu o potencial genético da planta para esta característica.

O melhor ajuste dos dados referentes às variáveis agrônômicas em função das doses de Mn se deu por modelo quadrático, exceto para teor de Mn na folha (Tabela 2). A dose de máxima eficiência técnica (DMET) de Mn variou de 300 a 360 kg ha^{-1} , sendo destacada a eficiência na PVV (52,66%) e PGS (25,84%). Mann *et al.* (2001) também verificaram efeito positivo da aplicação de Mn foliar na produtividade da soja. Teixeira *et al.* (2004) estudaram a

interação de doses crescentes de Zn e Mn, via foliar, no feijoeiro e observaram que a dose de 315 g ha^{-1} de Mn, associada a 280 g ha^{-1} de Zn, alcançou a máxima eficiência técnica, com produção máxima estimada de 2.275 kg ha^{-1} de grãos.

O TMn na folha apresentou resposta linear, tendo eficiência de 81,9%. O comportamento linear do TMn na folha em função de doses de Mn também foi observado na cultura do arroz (PEREIRA *et al.*, 2001), soja (CARDOSO *et al.*, 2003) e em feijoeiro (TEIXEIRA *et al.*, 2003). A elevada eficiência obtida indica que a aplicação foliar é eficiente em disponibilizar este micronutriente às plantas. Embora o teor de Mn no solo não tenha sido estimado, verifica-se que na dose 0 mg ha^{-1} de Mn, que representa a reserva disponível de Mn no solo, o teor na folha foi de 66,70 mg kg^{-1} , encontrando-se dentro dos níveis de suficiência (15 a 100 mg kg^{-1}) definido por Raij (2011). Na maior dose, o TMn foi de 121,3 mg kg^{-1} , ultrapassando o limite superior, sem, no entanto, apresentar sintomas visuais de toxidez.

As plantas adubadas com 300 g ha^{-1} de Mn, que obtiveram a maior produtividade de vagem verde e grãos secos, apresentaram os seguintes teores de macro (g kg^{-1})

Tabela 1 - Resumo da análise de variância do número de ramos (NR), comprimento do maior ramo (CR), comprimento da vagem (CV), produtividade de vagem verde (PVV), produtividade de grãos secos (PGS) e teor de Mn (TMn) na folha, Boa Vista, Roraima, 2008

FV	GL	Quadrado Médio					
		NR	CR	CV	PVV	PGS	TMn
Bloco	3	0,156 ^{ns}	365,74 ^{ns}	0,177 ^{ns}	1.160.893,0 ^{ns}	585.824,3 ^{ns}	3.066,2*
Mn	4	0,278 ^{ns}	69,22*	0,514*	2.847.560,1*	204.797,4*	1.899,0*
Resíduo	12	0,384	12,55	0,155	1.230.434,0	93.235,7	594,3
C.V. (%)		20,99	13,29	2,52	27,57	16,62	27,97

^{ns} - não significativo; * Significativos a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 2 - Equações do comprimento do maior ramo (CR), comprimento da vagem verde (CV), produtividade de vagem verde (PVV), produtividade de grãos secos (PGS) e teor de Mn na folha (TMn) em função das doses de manganês, via foliar, em plantas de feijão-caupi, coeficiente de determinação e dose de máxima eficiência técnica (DMET), Boa Vista, Roraima, 2008

Variável	Equação	R ²	DMET g ha^{-1}	Variável na DMET	Incremento ^{1/}	Eficiência ^{2/} (%)
CR (cm)	$= 22,09 + 0,0062^{***}X - 0,000098^{**}X^2$	0,89	316	31,90	9,81	44,40
CV (cm)	$= 15,14 + 0,0048^{**}X - 0,0000067^{*}X^2$	0,77	360	15,99	0,86	5,60
PVV (kg ha^{-1})	$= 3.269,5 + 11,47^{**}X - 0,0191^{**}X^2$	0,82	300	4.991,53	1.722,02	52,66
PGS (kg ha^{-1})	$= 1.642,54 + 2,75^{***}X - 0,0044443^{***}X^2$	0,71	309	2.067,94	425,00	25,84
TMn (g kg^{-1})	$= 66,70 + 0,091^{***}X$	0,97	-	-	54,6 ^{3/}	81,9 ^{4/}

^{1/}Incremento = (variável na DMET - variável na dose 0 g ha^{-1} de Mn); ^{2/}Eficiência (%) = (((variável na DMET x 100)/(variável na dose 0 g ha^{-1} de Mn)) - 100); ^{3/}Incremento = (variável na dose 600 g ha^{-1} de Mn - variável na dose 0 g ha^{-1} de Mn); ^{4/}Eficiência (%) = (((variável na dose 600 g ha^{-1} de Mn x 100)/(variável na dose 0 g ha^{-1} de Mn)) - 100) ***, ** significativos a 5, 1 e 0,1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

e micronutrientes (mg kg⁻¹): N - 46,71; P - 3,09; K -14,02; Ca - 21,76; Mg - 4,05; S - 0,65; Zn - 33,62; B - 67,5; Cu - 8,4; Mn - 96,90; Fe - 315,4. Exceto Cu, Fe e B, os demais nutrientes encontram-se dentro dos limites de suficiência de Raij (2011), e especificamente para Mn, muito próximo ao nível crítico (100 mg kg⁻¹) estabelecido por Rosolem e Marubayashi (1994).

As doses de Mn afetaram significativamente as variáveis relacionadas a incidência do manhoso (Tabela 3), sendo melhores ajustadas ao modelo quadrático (Figuras 1 e 2).

A dose 480 g ha⁻¹ de Mn determinou a máxima redução no número de furos na vagem verde, 3,72 furos, proporcionando eficiência de 38% em relação a dose 0 g ha⁻¹ de Mn. O menor número de furos na vagem seca (FVS) foi obtido na dose de 417 g ha⁻¹ de Mn, com redução de 66% dos danos causados pelo manhoso (Figura 1).

Nos grãos, onde se dá a oviposição do inseto, as doses de 422 e 364 g ha⁻¹ de Mn determinaram o menor dano (Figura 2). A eficiência na redução do número de furos, entre a DMET e 0 g ha⁻¹ Mn, foi de 94% nos grãos verdes e de 89% nos grãos secos.

Os resultados obtidos para vagem e grãos dão suporte à hipótese de que a adição de doses crescentes do Mn elevou o teor de lignina no tecido, conferindo maior resistência ao ataque do manhoso. Este comportamento, supostamente, permitirá ao inseto selecionar melhor o hospedeiro, para o desenvolvimento de suas larvas nos grãos (CARVALHO, 2007).

Não há registro na literatura do efeito de Mn no que tange a danos físicos provocados por pragas. No entanto, trabalho desenvolvido por Teixeira *et al.* (2005) constataram que a qualidade de sementes, medida pela condutividade elétrica, foi superior em sementes de plantas não adubadas (72,77 μmho cm⁻¹ g⁻¹) em relação a plantas adubadas com 415,88 g ha⁻¹ de Mn (65,81 μmho cm⁻¹ g⁻¹). Conforme o autor, tal diferença foi ocasionada, certamente, pela maior liberação de exsudatos no meio, em virtude do comprometimento da integridade das membranas.

A influência do manganês na qualidade da semente se explica pelo fato deste nutriente estar relacionado à formação da lignina (MARSCHNER, 2011). Essa, por sua vez, é uma das substâncias presentes na parede celular, conferindo-lhe impermeabilização (MCDUGALL *et al.*, 1996), podendo exercer efeito não apenas sobre a

Tabela 3 - Resumo da análise de variância do número de furos na vagem verde (FVV) e vagem seca (FVS) e número de grãos verdes perfurados por vagem (GVP) e de grãos secos perfurados por vagem (GSP), Boa Vista, Roraima, 2008

FV	GL	Quadrado Médio			
		FVV	FVS	GPV	GPS
Bloco	3	0,683 ^{ns}	0,031 ^{ns}	0,010 ^{ns}	0,75 ^{ns}
Mn	4	5,702*	1,507*	0,384*	0,275*
Resíduo	12	1,145	0,024	0,007	0,009
C.V. (%)		23,95	32,30	19,53	25,91

^{ns} - Não Significativo; * - Significativo a 5% de probabilidade, pelo Teste F.

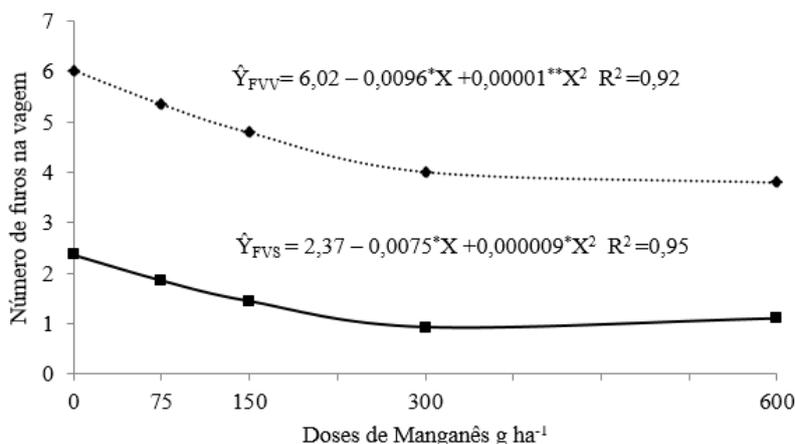


Figura 1 - Número de furos na vagem verde (FVV) e seca (FVS) de feijão-caupi em função de doses de manganês. *, **, *** - significativo a 5, 1 e 0,1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

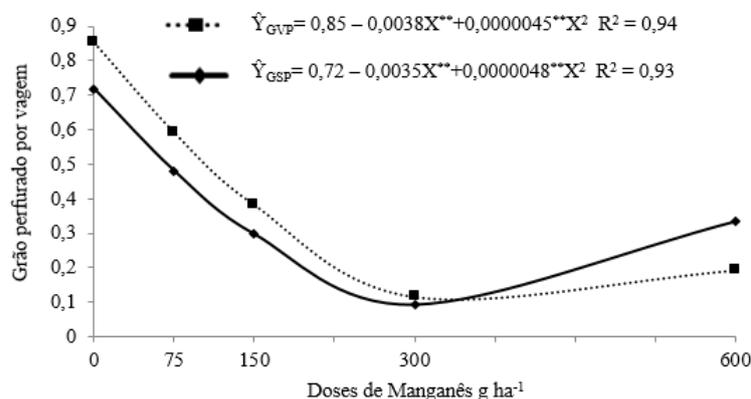


Figura 2 - Número de grãos verdes perfurados (GVP) e secos (GSP) por vagem em função de doses de manganês. *, **, *** - significativo a 5, 1 e 0,1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

capacidade e velocidade de absorção de água através do tegumento, mas prover maior resistência do tegumento aos danos físicos provocados por pragas.

Na Tabela 5 verifica-se que as variáveis relativas a qualidade de vagem e grãos foram significativamente afetadas pelos tratamentos ($p < 0,05$).

Os resultados observados na Tabela 6 mostram que a média de furos na vagem nos tratamentos com doses de manganês, não se diferenciaram da testemunha com inseticida (TT), exceto a dose 75 g ha⁻¹ na variável FVS. Para os grãos, a dose 300 g ha⁻¹ de Mn foi mais eficiente em relação a TT.

Na Tabela 6 verifica-se que o TT apresentou eficiência superior aos demais tratamentos na redução ao ataque de manhoso na vagem e nos grãos. Por outro lado, os maiores danos provocados pelo inseto se deram na vagem, independentemente da condição verde ou seca, pelo maior número de perfuração. Segundo Lima *et al.* (2009) *C. bimaculatus* provavelmente antes de perfurar

o grão para ovipositar, alimenta-se primeiro, o que pode ser observado pelas perfurações deixadas na superfície da vagem, justificando o ataque mais severo a vagem. Com relação à oviposição, como esta ocorre na semente, e o controle se deu preventivamente, esta estratégia certamente evitou que a praga alcançasse o grão, contribuindo também para a redução da sua disseminação.

Os resultados mostram que a nutrição adequada de Mn ao feijão-caupi, além de elevar a produção de vagem verde e grãos secos, melhora a qualidade destes produtos, supostamente por aumentar a lignificação da parede celular, promovendo maior rigidez ao tegumento do grão e, conseqüentemente, maior resistência da semente ao ataque de insetos, tendo sido esta, provavelmente, a razão da redução observada, em relação ao ataque do manhoso.

Embora, não haja muitos estudos que relacionem o Mn a proteção contra ataques físicos por pragas, os trabalhos de Mann *et al.* (2001) e Melarato *et al.* (2002) afirmam não haver dúvidas sobre a efetiva ação do Mn na qualidade fisiológica das sementes.

Tabela 5 – Resumo da análise de variância dos dados referentes ao ataque de manhoso - número de furos na vagem verde (FVV) e furos na vagem seca (FVS) e número de grãos perfurados por vagem verde (GPV) e vagem seca (GPS), Boa Vista, Roraima, 2008

FV	GL	Quadrado Médio			
		FVV	FVS	GPV	GPS
Bloco	3	0,683 ^{ns}	0,037 ^{ns}	0,010 ^{ns}	0,001 ^{ns}
Mn	5	5,702*	1,900*	0,288*	0,228*
Resíduo	15	1,145	0,193	0,006	0,008
C.V. (%)		23,95	32,30	17,80	27,30

* - Significativo a 5% de probabilidade, pelo Teste F; ^{ns} - Não Significativo, pelo Teste F.

Tabela 6 - Médias de número de furos na vagem verde (FVV) e seca (FVS) e de grão perfurado verde (GVP) e seco (GSP) de feijão-caupi, provocados por manhoso, entre as aplicações do tratamento testemunha (TT) e as cinco doses de manganês, Boa Vista, Roraima, 2008

Mn (g ha ⁻¹)	FVV	FVS	GVP	GSP
TT ^{1/}	2,73	0,49	0,31	0,07
0	5,77*	2,42**	0,92**	0,84**
75	5,08 ^{ns}	1,90**	0,52*	0,30*
150	4,88 ^{ns}	1,23 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,27*
300	4,28 ^{ns}	1,05 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,19 ^{ns}
600	4,51 ^{ns}	1,02 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,31 ^{ns}
D.M.S.(1%)	3,22	1,32	0,23	0,27
D.M.S.(5%)	2,73	0,87	0,15	0,18

^{1/} (TT) – Tratamento Testemunha – sem adição de Mn + adição de inseticida para o controle químico do manhoso; *, *D.M.S a 1% e 5% de probabilidade e ^{ns} = não significativo, pelo teste de Dunnett.

Conclusões

As máximas produções de vagem verde e de grãos secos variaram entre as doses de 300 e 309 g ha⁻¹ de Mn;

A adubação com Mn promoveu acréscimos lineares no teor foliar de Mn, apresentando teor de 96,90 mg kg⁻¹ na DMET;

A adubação foliar com Mn afetou a incidência de ataque do manhoso ao feijão-caupi, reduzindo número de furos na vagem verde e seca e número de grãos verdes e secos perfurados por vagem.

Literatura científica citada

ALVES, J. M. A.; ARAÚJO, N. P. de; UCHÔA, S. C. P.; ALBUQUERQUE, J. de A. A.; SILVA, A. J.; RODRIGUES, G. S.; OLIVEIRA, D. C. Avaliação agroeconômica da produção de cultivares de feijão-caupi. *Revista Agro@ambiente On-line*, v. 3, n. 1, p. 15-30, 2009.

BETTENCOURT, E. (editor); PEDRO, J.; ALVES, A. (tradutores). Descritores para feijão frade ou caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). *Bioniversity International*, Roma, Itália, 2007.

BRAGA, J. M.; DEFELIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e planta. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 21, n. 113, p.73-85, 1974.

CARDOSO, E. J. B. N.; NAVARRO, R. B.; NOGUEIRA, M. A. Absorção e translocação de manganês por plantas de soja micorrizadas sob doses crescentes deste nutriente. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* [online], v. 27, n. 3, p. 415-423, 2003.

CARVALHO R. de O. **Resistência de genótipos de feijão-caupi ao manhoso, *Chalcodermus bimaculatus*, Fiedler (Coleoptera: Curculionidae) sob condições de campo.** Monografia. 2007.

FILGUEIRAS, G. C.; SANTOS, M. A. dos; HOMMA, A. K. O.; REBELLO, F. K.; CRAVO, M. S. Aspectos Econômicos. In: ZILLI, J. E.; VILARINHO, A. A.; ALVES, J. M. A. A cultura do feijão-caupi na Amazônia Brasileira. **Embrapa Roraima**, p. 23-58, 2009.

FONSECA, M. R.; FERNANDES, A. R.; SILVA, G. R. da; BRASIL, E. C. Teor e acúmulo de nutrientes por plantas de feijão-caupi em função do fósforo e da saturação por bases. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 53, n. 2, p.195-205, 2010.

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, p. 211-228, 2005.

HEENAN, D. P.; CAMPBELL, L. C. Soybean nitrate reductase activity influenced by manganese nutrition. *Plant Cell Physiol.*, v. 21, n. 4, p. 731-736, 1980.

LIMA, A. C. S.; ALVES, J. M. A.; CARVALHO, R. O.; MACIEL, F. C. S.; PINHO, A. G. S. Preferência para alimentação e oviposição do manhoso, *Chalcodermus bimaculatus* Fiedler (Coleoptera: Curculionidae), em genótipos de feijão-caupi. *Revista Agro@ambiente On-line*, v. 3, n. 2, p. 99-105, 2009.

McDOUGALL, G. J.; MORRISON, I. M.; STEWART, D.; HILLMAN, J. R. Plant cell walls as dietary fibre: range, structure, processing and function. *Journal Science Food Agriculture*, v. 70, n. 2, p.133 - 150, 1996.

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

MANN, E. N.; REZENDE, P. M. de; CARVALHO, J. G. de; CORRÊA, J. B. D. Efeito da adubação com manganês, via solo e foliar em diferentes épocas na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 25, n. 2, p. 264-273, 2001.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** Academic Press, 3º ed, New York. 2011. 672 p.

- MELARATO, M.; PANOBIANCO, M.; VITTI, G. C.; VIEIRA, R. D. Manganês e potencial fisiológico de sementes de soja. **Ciência Rural**, v. 32, p. 1069-1071, 2002.
- OLIVEIRA, A. P.; BRUNO, R. L. A.; BRUNO, G. B.; ALVES, E. U.; PEREIRA, E. L. Produção e qualidade de sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), em função de doses e formas de aplicação de nitrogênio. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n° 2, p.215-221, 2001.
- PEREIRA, G. D.; BERTONI, J. C.; CARVALHO, J. G.; MORAIS, A. R. Doses e modos de adubação com manganês e seus efeitos na produção. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 25, 625 - 633, 2001.
- RAIJ, B. van. Fertilidade do solo e manejo de nutrientes. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420p.
- ROSOLEM, C. A.; MARUBAYASHI, O. M. Seja doutor do seu feijoeiro. **Informações Agronômicas**, n. 68, p. 1-16, 1994.
- SANTOS, J. H. R dos; QUINDERÉ, M. A. W. Distribuição, importância e manejo das pragas do caupi no Brasil. In: ARAÚJO, J. P. P.; WATT, E. E. (Org.). **O caupi no Brasil**. IITA/ EMBRAPA, p. 605-658. 1988.
- SANZONOWICZ, C. Deficiência de manganês em solos dos cerrados. In: YAMADA, T., ed. *Informações agronômicas*. Piracicaba, POTAFOS, 1995. p.7. (Boletim, 71)
- SILVA, C. C.; SILVEIRA, P. M. Influência de sistemas agrícolas na resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) irrigado a adubação nitrogenada de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, p.86-96, 2000.
- SILVA, D. C. O da; ALVES, J. M. A.; ALBUQUERQUE, J. de A. A. de; LIMA, A. C. S.; VELOSO, M. E. da S.; SILVA, L. dos S. Controle de insetos-praga do feijão-caupi na savana de Roraima. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 5, n. 3, p. 212-219, 2011.
- SORATTO, R. P.; SILVA, T. R. B. DA; BORGHI, E.; SILVA, L. M. DA; ROSOLEM, C. A. Resposta de quatro cultivares de feijão ao manganês em solução nutritiva. **Revista brasileira Agrocência**, v.11, n. 2, p. 235-240, 2005.
- TEIXEIRA, I. R.; BORÉM, A.; ARAÚJO, G. A. de A.; FONTES, R. L. F.; MOTA, J. H.; SILVA, A. G. da. Nutrição mineral do feijoeiro em função de doses de manganês e zinco. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 24, n. 2, p. 235-242, 2003.
- TEIXEIRA, I. R.; BOREM, A.; ARAÚJO, G. A. de A.; ANDRADE, M. J. B. de. Teores de nutrientes e qualidade fisiológica de sementes de feijão em resposta à adubação foliar com manganês e zinco. **Bragantia**, v. 64, p.83-88, 2005.
- TEIXEIRA, L. R.; BOREM, A.; ANDRADE, M. J. B. de; GIUDICE, M. P. D.; CECON, P. R. Teores de clorofila em plantas de feijoeiros influenciadas pela adubação com manganês e zinco. **Acta Scientiarum: Agronomy**, v. 26 p. 147- 152, 2004.
- ZILLI, J. E.; XAVIER, G. R.; MOREIRA, F. M. de S.; FREITAS, A. C. R. de.; OLIVEIRA, L. A. de. Fixação Biológica de Nitrogênio. In: ZILLI, J. E.; VILARINHO, A. A.; ALVES, J. M. A. **A cultura do feijão-caupi na Amazônia Brasileira**. Embrapa Roraima, p 185-221, 2009.