

FERTILIDADE DO SOLO E DO ESTADO NUTRICIONAL DO AMENDOINZEIRO SUBMETIDO À DOSES DE CÁLCIO E MOLIBDÊNIO

Mariana Pina da SILVA¹, Marco Eustáquio de SÁ¹, Walter Veriano VALÉRIO FILHO², Lilian Christian Domingues de SOUZA¹, Christian Luis Ferreira BERTI¹

RESUMO – O objetivo desse trabalho foi de avaliar os efeitos de doses de molibdênio e cálcio e de calcário + molibdênio sobre a fertilidade do solo e o estado nutricional de cv Runner IAC 886. Os tratamentos foram constituído de doses de molibdênio e de cálcio, aplicados via semente e quatro tratamentos adicionais (calcário calcinado com doses de molibdênio), totalizando vinte tratamentos. Com a aplicação de calcário + molibdênio verificou-se aumento nos teores foliares de N nas plantas de amendoim. A aplicação de 1,84 t ha⁻¹ de calcário + 100 g ha⁻¹ de molibdênio proporcionou aumento no teor de P no solo.

PALAVRAS-CHAVE: *Arachis hypogaea* L.; calagem; fertilização via semente.

SOIL FERTILITY AND NUTRITIONAL STATUS OF GROUNDNUT AS RELATED TO CALCIUM AND MOLYBDENUM RATES

ABSTRACT - The objective of this study is evaluate the effects of doses of calcium and molybdenum and lime in the soil + molybdenum on soil fertility and mineral nutrition of plants (cv Runner IAC 886). The treatments were consisting of molybdenum doses (and calcium and four additional treatments (calcined lime and doses of molybdenum) totaling twenty treatments. With applications lime + molybdenum was possible to identify an increase in levels of N leaf in plants of groundnut. The application of 1,84 t ha⁻¹ lime + 100 g ha⁻¹ de molybdenum provided an increase in phosphorus content in soil.

KEYWORDS: *Arachis hypogaea* L.; liming; fertilization applied to seeds.

1. INTRODUÇÃO

O cultivo do amendoizeiro (*Arachis hypogaea* L.) no Estado de São Paulo é praticado pelos agricultores, principalmente, para a renovação de canaviais. A cada quatro

ou cinco anos, o cultivo da cana-de-açúcar é substituído pelo amendoim para evitar o esgotamento do solo, bem como para favorecer a fixação biológica de N (ÁVILA, 2008).

¹ “Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho” UNESP- Campus de Ilha Solteira, Dept. Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia, Ilha Solteira – SP, Brasil. E-mails: mari_agro@hotmail.com, marcosa@agr.feis.unesp.br, lilianagronomia90@hotmail.com, christian_berti@hotmail.com.

² “Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho- UNESP- Campus de Ilha Solteira, Departamento de Matemática, Ilha Solteira- SP, Brasil. E-mail: wvfv@mat.feis.unesp.br

Recentemente tem ocorrido aumento considerável na produção brasileira de amendoim, desde a safra 1997/98, quando a produção foi de 183.500 toneladas, passando pela safra de 2011/2012 com produção de 255.900 toneladas (CONAB, 2012).

A aplicação de fertilizantes fluidos via foliar e sementes têm ganhado bastante destaque na agricultura brasileira nos últimos anos. A adubação foliar é uma prática de bastante relevância, principalmente quando se trata do suprimento de micronutrientes. No cultivo continuado de certas áreas agrícolas, tornou-se frequente a correção de algumas deficiências nutricionais mediante pulverizações foliares de nutrientes, as quais têm se mostrado bastante eficientes, ao mesmo tempo em que as aplicações via solo nem sempre dão resultados satisfatórios. As dificuldades representadas por adversidades como lixiviação, erosão, adsorção ou volatilização podem, assim, ser contornadas mais eficientemente via adubação foliar (LOPES e SOUZA, 1979). É importante ressaltar que a adubação foliar não pode substituir totalmente o fornecimento de nutrientes às plantas via solo (CAMARGO e SILVA, 1975).

O amendoim é uma das culturas que respondem à aplicação do cálcio, nutriente importante para frutificação, formação e desenvolvimento das sementes. Os requerimentos nutricionais da cultura, em cálcio, são elevados. Este elemento é absorvido pelas raízes, pelos ginóforos e pelas cascas do fruto em formação. Deficiências deste elemento no solo diminuem o índice de fertilidade das flores, reduz o número de ginóforos formados e provoca a formação de vagens chochas, com cascas frágeis; as sementes são mal formadas

e a plúmula pode se apresentar parda escura (COX e REID, 1964; HARRIS e BROLMANN, 1966, COX et al., 1976; GODOY et al., 1982).

Em solos ácidos, a calagem proporciona importante aumento na produção de amendoim, devido à redução do alumínio tóxico e à melhoria na nodulação das plantas. A presença de alumínio trocável no solo, em grandes concentrações, provoca diminuição do número de vagens, sendo uma das causas possíveis da baixa produção de amendoim em solos ácidos (BLAMEY, 1993).

O molibdênio provavelmente seja um dos micronutrientes com maior potencial de resposta para amendoim em solos tropicais (QUAGGIO et al., 1991). A função mais importante deste elemento nas plantas está associada ao metabolismo do nitrogênio (N), onde ativa a enzima redutase do nitrato, responsável pela redução do NO_3^- a NO_2^- que é o primeiro passo para a assimilação do N, como NH_2 , em aminoácidos (DECHEN, HAAG e CARMELLO, 1991).

O amendoim depende da fixação simbiótica do N_2 para sua nutrição, tendo em vista que fertilizantes nitrogenados normalmente não são aplicados. Maior eficiência de fixação simbiótica tem ocorrido com a aplicação de calcário (BLAMEY, 1983), cobalto (RAJ, 1987) ou molibdênio (HAFNER et al., 1992).

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar os efeitos de doses de molibdênio e cálcio aplicadas via sementes e de calcário via solo + molibdênio via semente, na fertilidade do solo e no estado nutricional do amendoizeiro cv. Runner IAC 886.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia FE/UNESP, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria-MS, apresentando como coordenadas geográficas 51°22'W e 20°22'S e altitude aproximada de 335 m. O clima é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, definido como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. Segundo Centurion (1982), a temperatura média anual é de aproximadamente 25°C, uma precipitação total anual de 1.330 mm e a

média anual de umidade relativa do ar de 66%.

O solo do local é considerado de acordo com a classificação da Embrapa (2006), como LATOSSOLO VERMELHO Distroférico típicos. Antes da instalação do experimento, foi realizada amostragem do solo na profundidade de 0,00 - 0,20 m, para a determinação dos atributos químicos. A análise do solo, realizada de acordo com metodologia proposta por Raij et al (2001), é apresentada na Tabela 1. O cálculo da adubação de semeadura utilizada na instalação do experimento baseou-se nas recomendações de Quaggio e Godoy (1996).

Tabela 1. Atributos químicos do solo, da área experimental a 0,0- 0,20m de profundidade, antes da instalação do experimento (Selvíria, MS, 2006/2007).

P (mg/dm ³)	M.O. (g/dm ³)	pH (CaCl ₂)	mmol _c /dm ³					V m %			
			K	Ca	Mg	H + Al	Al	SB	T		
11	13	4,5	1,0	10	6	48	2	17	65	26	10

O preparo do solo foi realizado de maneira convencional, utilizando-se uma aração e duas gradagens, adequando-se o solo para receber as sementes. A semeadura foi realizada no dia 08/10/2007, colocando-se manualmente dez sementes por metro de sulco. A emergência ocorreu no dia 17/10/2007.

A adubação foi realizada manualmente no sulco de semeadura utilizando-se 250 kg ha⁻¹ da fórmula 08-28-16. Foi utilizada a cultivar Runner IAC 886. Os tratamentos foram formados através de um arranjo fatorial entre quatro níveis de molibdênio (Mo) (0, 50, 100 e 150 g ha⁻¹) e quatro de cálcio, via sementes (0, 1000, 2000 e 3000 mg L⁻¹), mais 4 tratamentos

adicionais: calcário calcinado (1,84 t ha⁻¹) - CC; CC + 50 g ha⁻¹ de Mo; CC + 100 g ha⁻¹ de Mo; e CC + 150 g ha⁻¹ de Mo, totalizando 20 tratamentos. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições. As parcelas foram compostas por 6 linhas de plantio com 5 m de comprimento cada, espaçadas entre si 0,80 m. Como área útil foram utilizadas 4 linhas centrais, desprezando-se 0,50 m em ambas as extremidades de cada linha. A área experimental foi de 2.160 m², sendo essa área dividida em 80 parcelas de 27 m².

Baseou-se para aplicar a dose de 1,84 t de calcário ha⁻¹ o cálculo da necessidade de calcário (NC) para elevar a

saturação de bases a 60% de acordo Quaggio et al. (1997).

As fontes de Mo e Ca utilizadas foram o molibdato de sódio ($\text{Na}^2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) e o cloreto de cálcio (CaCl^2), respectivamente. Esses sais foram dissolvidos em água e aplicados às sementes utilizando-se pulverizadores costais manuais, sendo as doses calculadas para uma distribuição de 300 L ha^{-1} de calda. Após a semeadura foi realizada a aplicação dos tratamentos nas sementes.

O calcário utilizado foi o calcinado com as doses calculadas para um PRNT de 120%, sendo o mesmo aplicado superficialmente sobre o sulco, no qual posteriormente as sementes foram semeadas e o sulco coberto com aproximadamente 2-3 cm de solo.

Após o fechamento do sulco, a área foi irrigada para assegurar a germinação, o estabelecimento das plântulas e uma emergência uniforme. A irrigação utilizada foi por aspersão, aplicando-se uma lâmina d'água de 15 mm, duas vezes por semana. Foi realizada uma capina manual aos 15 dias após a emergência das plantas, visando eliminação das plantas daninhas.

Efetuuou-se amontoa com auxílio de um cultivador á tração animal 25 dias após a emergência das plantas, com o intuito de facilitar a penetração do ginóforo no solo e diminuir a ocorrência de plantas daninhas na linha de cultivo. Para o controle de pragas, principalmente trips (*Enneothrips flavens*), foram realizadas pulverizações com o inseticida metamidofós (300 g ha^{-1} de i.a.), o controle de cupim foi feita a aplicação de Furadan 100G à base de carbofuran, na dose de 20 kg ha^{-1} do produto comercial (p.c) no sulco de semeadura. Para o controle de

doenças, principalmente cercosporioses (*Cercospora arachidicola*), foram realizadas pulverizações com o fungicida tebuconazole (150 g ha^{-1} do i.a.).

A colheita do amendoim foi efetuada manualmente e individualmente na área útil de cada parcela, no dia 30/01/2008. Em todos os tratamentos, o arranquio das plantas foi realizado quando se observou mais de 60% dos frutos com o interior escuro e as sementes com tegumento rosa, por meio de uma amostragem nas fileiras das plantas das bordaduras. As plantas da área útil foram arrancadas e acondicionadas em galpão coberto, de tal modo que as vagens não tivessem contato com o material vegetal verde (vagens para cima). Procedeu-se ainda, a movimentação das plantas diariamente até a secagem das mesmas.

Foram realizadas análises químicas de solo e de planta para avaliação da fertilidade do solo e do estado nutricional das plantas. Para determinação dos teores foliares de nutrientes, coletaram-se 10 folhas por parcela (4ª folha com pecíolo a partir da base, no caule principal, sem contar os ramos cotiledonares) durante o período de florescimento. As folhas foram submetidas à secagem em estufa com circulação e renovação de ar (65° C), até atingirem massa constante, moídas e encaminhadas ao laboratório de análise foliar para a determinação dos teores de macronutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre) e micronutrientes (boro, zinco, cobre, ferro e manganês) conforme a metodologia descrita por Malavolta et al (1997). A análise do solo foi realizada com o auxílio de um trado holandês retirando-se 10 subamostras na entre linha de cultivo (camada de 0-20 cm) de cada parcela, após a

colheita. Em seguida as amostras foram homogeneizadas, sendo retirada uma amostra composta para a análise de pH, MO, P, K, Ca, Mg e Al, de acordo com a metodologia proposta por Raij e Quaggio (1983).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste F) utilizando o programa SANEST (ZONTA e MACHADO, 1986) e para a realização da análise de superfície de resposta usou-se o programa estatístico SAS. Para as variáveis avaliadas que não apresentaram significância através da superfície de resposta, os dados foram submetidos à análise de regressão polinomial sendo que foi adotado como critério para escolha dos modelos, coeficientes de determinação significativos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo da interação níveis de cálcio e de molibdênio para teores foliares de nitrogênio, potássio, cálcio e magnésio e efeitos isolados dos fatores cálcio e molibdênio para os teores de fósforo e enxofre.

Embora a análise de variância para teor de nitrogênio foliar tenha apresentado diferença significativa (Tabela 2), a superfície de resposta ajustada para essa variável em função das doses de cálcio e molibdênio (Figura 1) apresentou ponto de sela, não podendo, portanto, tirar conclusões

baseadas em suas equações, não sendo possível estimar os pontos de máxima dessa função.

Sanches et al. (1987) apontam que, na análise de um experimento utilizando superfície de resposta, com o objetivo de conseguir os níveis dos nutrientes que dão produção máxima, pode ocorrer que a função de produção estimada tenha ponto de sela. Conagin et al. (1999) dizem que ocorre a obtenção de pontos de sela, o que dificulta a interpretação dos resultados experimentais com superfície de resposta.

Apesar das tentativas do uso do Delineamento Composto Central (DCC) em áreas de pesquisa, onde o erro experimental é alto, percebe-se, pelos trabalhos com ensaios agrônômicos de Miranda (1976), Conagin et al. (1999), Pereira e Percin (1985), Gomes e Campos (1972) e, Sanches et al. (1987), onde todos demonstram que quando se ajusta uma superfície quadrática com o objetivo de buscar a produção máxima tem-se pouco sucesso, havendo a ocorrência, na maioria das vezes, de pontos de sela ou até o aparecimento de pontos bem fora da região de interesse da pesquisa, mesmo quando se repetem todos os tratamentos.

Devido a isso (Figura 1) foi realizado análise do desdobramento da interação significativa Ca x Mo para os teores foliares de nitrogênio no amendoazeiro (Tabela 3).

Tabela 2. Médias dos teores foliares de N, P, K, Ca, Mg e S e resumo da análise de variância (teste F) em função de níveis crescentes de cálcio e molibdênio aplicados via sementes e calcário via solo + molibdênio via sementes em amendoazeiro cv. IAC 886 (Selviria, MS, 2008)

FERTILIDADE DO SOLO E DO ESTADO NUTRICIONAL DO AMENDOINZEIRO 93
 SUBMETIDO Á DOSES DE CÁLCIO E MOLIBDÊNIO

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S
	Teores de nutrientes (g kg ⁻¹)					
Cálcio (mg L ⁻¹)						
0	37,09	2,69	24,98	14,85	10,62	1,90
1000	39,07	2,43	23,30	20,83	12,53	1,80
2000	38,48	2,34	26,72	21,21	12,78	1,61
3000	40,81	2,45	24,33	19,84	12,79	1,77
Molibdênio (g ha ⁻¹)						
0	36,10	2,63	25,07	15,60	10,46	1,89
50	36,62	2,42	26,85	20,15	12,49	1,69
100	37,95	2,45	24,03	22,05	13,67	1,77
150	37,69	2,42	23,96	18,93	12,10	1,74
Calcário (t ha ⁻¹) + Molibdênio (g ha ⁻¹)						
1,84 + 0	39,34	2,53	21,99	13,86	10,38	1,73
1,84 + 50	40,27	2,81	25,71	15,09	10,73	2,09
1,84 + 100	43,19	3,22	20,24	13,53	10,44	1,95
1,84 + 150	42,77	3,11	25,06	14,45	11,45	1,96
Teste F						
Ca	5,93**	5,23**	2,47 ^{ns}	14,30**	7,15**	6,67**
Mo	3,37*	2,66 ^{ns}	1,07 ^{ns}	12,17**	11,51**	3,09*
Ca x Mo	2,65*	1,83 ^{ns}	2,49*	3,28**	2,62*	1,86 ^{ns}
CV(%)	6,51	10,35	14,71	16,22	12,80	10,65

** significativo ao nível de 1%, * significativo ao nível de 5%, ns: não significativo

Tabela 3. Desdobramento da interação significativa Ca x Mo, para teores foliares de nitrogênio em amendoineiro (Selviria, MS, 2008).

Doses de Cálcio via semente	Doses de molibdênio via semente (g ha ⁻¹)			
	0	50	100	150
	Nitrogênio (g kg ⁻¹)			
0 mg L ⁻¹	36,10 ⁽¹⁾	36,62 ⁽²⁾	37,95 ⁽³⁾	37,69 ⁽⁴⁾
1000 mg L ⁻¹⁽⁵⁾	36,24	39,25	37,83	42,98
2000 mg L ⁻¹⁽⁶⁾	35,36	39,02	38,22	41,31
3000 mg L ⁻¹	41,35	41,56	42,14	38,22

⁽¹⁾ y= 36,49 - 2,89x + 1,46x² R²= 0,86; ⁽²⁾ y= 36,93 + 1,45x r²= 0,87; ⁽³⁾ y= 37,09 + 1,29x r²= 0,64; ⁽⁴⁾ y= 37,97 + 6,27X - 2,09 x² R²= 0,92; ⁽⁵⁾ y= 36,26 + 1,88x r²=0,71; ⁽⁶⁾ y= 35,92 + 1,70x r²=0,80

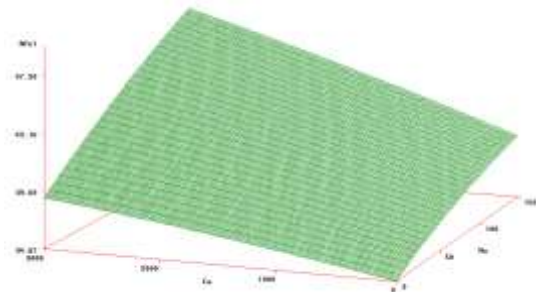


Figura 1. Representação da superfície de resposta referente a estimativas do teor de nitrogênio foliar do amendoim (g kg^{-1}) submetido à adubação via semente com cálcio (mg L^{-1}) e molibdênio (g ha^{-1}).

Com relação ao desdobramento da interação significativa Ca x Mo, para teores foliares de nitrogênio os dados se ajustaram às funções quadráticas para as doses de 0 e 150 g ha^{-1} de molibdênio dentro das doses de cálcio. Por essas equações tem-se um aumento inicial no teor de nitrogênio foliar atingindo um máximo com a dose de 989 e 1500 mg L^{-1} de cálcio respectivamente, para depois ocorrer uma queda em doses maiores, e funções lineares para doses de 50 e 100 g ha^{-1} de molibdênio dentro das doses de cálcio demonstrando que o aumento de doses de cálcio propiciou aumento no teor de nitrogênio foliar (Tabela 3). Por outro lado em relação ao desdobramento das doses de cálcio dentro das de molibdênio, os dados se ajustaram às funções lineares para as doses de 1000 e 2000 mg L^{-1} de cálcio. No entanto observa-se que em qualquer das doses de cálcio ou de molibdênio fornecidas via sementes, os teores de nitrogênio nas folhas do amendoim situam-se próximos do valor de concentração de N considerado

como adequado que é de 40 g kg^{-1} de massa seca (AMBROSANO et al., 1997).

Porém as doses que promoveram valores superiores a 40 g kg^{-1} foram 3000 mg L^{-1} de cálcio via sementes combinada com 0, 50g e 100 g kg^{-1} de molibdênio e 1000 mg L^{-1} de Ca e 2000 mg L^{-1} de cálcio combinadas com 150 g ha^{-1} de molibdênio. O fornecimento de cálcio por meio da calagem foi mais efetivo em relação àquele suprido via semente mantendo os valores acima de 40 g kg^{-1} de massa seca.

As doses de cálcio via semente, proporcionaram comportamento quadrático dos teores foliares de fósforo explicado através da equação ($y = 2,69 - 0,35x + 0,09x^2$ com $R^2 = 0,99^*$). Por essa equação tem-se um aumento inicial no teor de fósforo foliar atingindo um máximo com a dose de 1944 mg L^{-1} de cálcio para depois ocorrer um decréscimo em doses maiores. Da mesma forma que o observado para o nitrogênio também para o fósforo os teores foliares estiveram acima do preconizado por Ambrosano et al. (1997) que é de 2 g kg^{-1} de massa seca. Soares Filho (2006) verificou na mesma região e cultivar teores foliares entre 1,9 e $2,0 \text{ g kg}^{-1}$ de massa seca. No entanto mesmo com valores acima do preconizado a produtividade não atingiu o esperado 4.000 kg ha^{-1} , segundo a literatura disponível.

Apesar da análise de variância dos dados do teor de potássio foliar ter dado significativo (Tabela 2), a superfície de resposta ajustada para esta variável em função das doses de cálcio e molibdênio (Figura 2) apresentou ponto de sela, não se podendo, portanto, tirar conclusões baseadas em suas equações e não permitindo a estimativa de pontos de máxima.

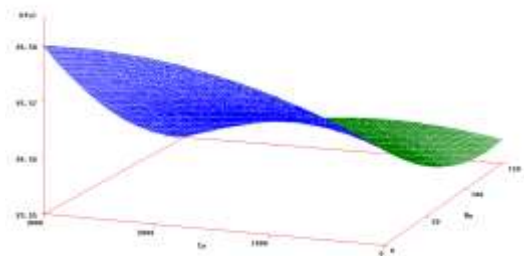


Figura 2. Representação da superfície de resposta referente às estimativas do teor de potássio foliar do amendoineiro (g kg^{-1}) submetido à adubação via semente com cálcio (mg L^{-1}) e molibdênio (g ha^{-1}).

Devido a isso foi realizada análise de desdobramento da interação significativa Ca x Mo para os teores foliares de potássio no amendoineiro (Tabela 4).

Para o teor de potássio foliar as doses de 100 e 150 g ha^{-1} de molibdênio se ajustaram a funções quadráticas, atingindo o valor máximo com a dose de 1115 mg L^{-1} e cúbicas em função das doses de cálcio via

sementes. Já em relação ao desdobramento das doses de cálcio dentro das doses de molibdênio os dados se ajustaram a funções quadráticas e cúbicas. No entanto verifica-se que todos os valores estiveram acima do nível foliar considerado adequado por Ambrosano et al. (1997) que é de 15 g kg^{-1} de massa seca.

Soares Filho (2006), em estudo com a mesma cultivar, observou teores de 12 g kg^{-1} de massa seca, e, portanto bem inferiores aos verificados no presente trabalho. Também para a dose de calcário combinada com as doses de molibdênio, foram observados teores foliares de potássio bem superiores ao nível considerado adequado.

De acordo com a superfície de resposta (Figura 3) o valor máximo de cálcio foliar (24,48 g kg^{-1}) ocorreu nas doses de 1980 mg L^{-1} de cálcio e 94,25 g ha^{-1} de molibdênio.

Tabela 4. Desdobramento da interação significativa Ca x Mo, para teores foliares de potássio em amendoineiro (Selviria, MS, 2008).

Doses de Cálcio via semente	Doses de molibdênio via semente (g ha^{-1})			
	0	50	100	150
	Potássio (g kg^{-1})			
0 mg L^{-1}	25,07	26,85	24,03 ⁽¹⁾	23,96 ⁽²⁾
1000 mg L^{-1}	25,26	22,58	22,26	23,10
2000 $\text{mg L}^{-1(3)}$	28,66	25,80	22,93	29,50
3000 $\text{mg L}^{-1(4)}$	25,51	24,16	28,63	19,03

⁽¹⁾ $y = 24,16 - 4,15x + 1,86x^2$ $R^2 = 0,98$; ⁽²⁾ $y = 23,96 - 12,53x + 15,69x^2 - 4,02x^3$ $R^2 = 1$; ⁽³⁾ $y = 29,13 - 7,10x + 2,36x^2$ $R^2 = 0,83$; ⁽⁴⁾ $y = 25,51 - 10,89x + 12,86x^2 - 3,32x^3$ $R^2 = 1$

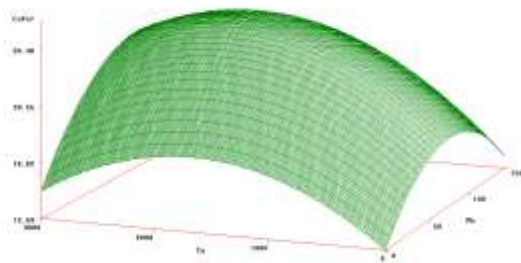


Figura 3. Representação da superfície de resposta referente às estimativas do teor de cálcio foliar do amendoineiro (g kg^{-1}) submetido à adubação via semente com cálcio (mg L^{-1}) e molibdênio (g ha^{-1}). Modelo de superfície estimado- $C\hat{a} = 12,688625 + 0,006148Ca + 0,121082Mo - 0,000001837Ca^2 - 0,000768Mo^2 + 0,000011948CaMo$. Em que: $C\hat{a}$ = Teor Foliar de cálcio, g kg^{-1} ; Ca = dose de cálcio aplicada via semente, mg L^{-1} ; Mo = dose de molibdênio, g ha^{-1} .

Avaliando-se o teor de magnésio foliar, observa-se, na Figura 4, que houve efeito significativo ($p < 0,01$) para a interação entre doses de cálcio e molibdênio. De acordo com a superfície de resposta, o valor máximo de magnésio foliar ($14,32 \text{ g ha}^{-1}$) ocorreu nas doses de $2328,43 \text{ mg L}^{-1}$ de cálcio e $97,44 \text{ g ha}^{-1}$ de molibdênio.

Com relação aos teores foliares de enxofre observou-se que houve efeito significativo das doses de cálcio e molibdênio sobre essa variável com os dados se ajustando a uma função cúbica para as doses de cálcio ($y = 1,90 + 0,09x - 0,26x^2 + 0,07x^3 \text{ R}^2 = 1^*$). Observa-se que houve um efeito depressor quando se aumentou as doses do adubo. Os valores obtidos se situaram próximos de 2 g kg^{-1} de massa seca, abaixo do

mínimo considerado por Ambrosano et al. (1997) que é de $2,5 \text{ g kg}^{-1}$ de massa seca.

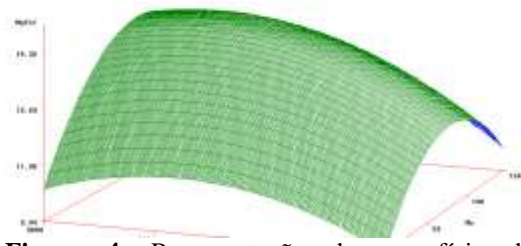


Figura 4. Representação da superfície de resposta referente às estimativas do teor de magnésio foliar do amendoineiro (g kg^{-1}) submetido à adubação via semente com cálcio (mg L^{-1}) e molibdênio (g ha^{-1}). O modelo de superfície estimado - $M\hat{g} = 9,435625 + 0,001730Ca + 0,058931Mo - 0,000000473Ca^2 - 0,000361Mo^2 + 0,0000004875CaMo$. Onde: $M\hat{g}$ = Teor foliar de magnésio, g kg^{-1} ; Ca = dose de cálcio via semente, mg L^{-1} ; Mo = dose de molibdênio, g ha^{-1} .

Com relação aos teores foliares de enxofre observou-se que houve efeito significativo das doses de cálcio e molibdênio sobre essa variável com os dados se ajustando a uma função cúbica para as doses de cálcio ($y = 1,90 + 0,09x - 0,26x^2 + 0,07x^3 \text{ R}^2 = 1^*$). Observa-se que houve um efeito depressor quando se aumentou as doses do adubo. Os valores obtidos se situaram próximos de 2 g kg^{-1} de massa seca, abaixo do mínimo considerado por Ambrosano et al. (1997) que é de $2,5 \text{ g kg}^{-1}$ de massa seca.

Quanto aos teores de micronutrientes, na Tabela 5 podem ser

FERTILIDADE DO SOLO E DO ESTADO NUTRICIONAL DO AMENDOINZEIRO 97
 SUBMETIDO Á DOSES DE CÁLCIO E MOLIBDÊNIO

observados os valores obtidos para os teores de boro, ferro, cobre, manganês, zinco e molibdênio em função das doses de cálcio e molibdênio aplicadas via sementes, de calcário aplicadas via solo mais molibdênio aplicado via sementes.

Tabela 5. Médias dos teores foliares de B, Fe, Cu, Zn, Mn e Mo e resumo da análise de variância (teste F) em função de doses de cálcio e molibdênio aplicados via sementes, e calcário aplicado via solo + molibdênio aplicado via sementes em amendoineiro cv. IAC 886 (Selviria, MS, 2008).

Tratamentos	(mg kg ⁻¹)					
	B	Fe	Cu	Zn	Mn	Mo
Cálcio (mg L ⁻¹)						
0	135,52	792,50	50,87	37,00	122,93	0,61
1000	127,57	733,00	58,87	35,87	277,18	0,83
2000	133,64	877,18	48,06	37,31	347,68	1,92
3000	132,98	907,56	36,31	34,87	319,93	2,20
Molibdênio (g ha ⁻¹)						
0	132,68	700,68	62,81	37,68	154,93	0,55
50	133,86	904,56	43,81	37,43	287,81	1,67
100	131,70	789,56	52,43	36,56	321,25	1,58
150	132,68	915,43	35,06	33,37	303,75	1,76
Calcário (t ha ⁻¹) + Molibdênio (g ha ⁻¹)						
1,84 + 0	213,08	708,00	48,25	33,00	127,00	0,59
1,84 + 50	138,75	684,75	93,00	41,50	174,50	0,18
1,84 + 100	146,80	510,50	70,50	33,75	140,25	0,22
1,84 + 150	149,65	916,50	49,00	35,00	121,00	1,06
F Ca	6,13**	1,23 ^{ns}	0,50 ^{ns}	0,31 ^{ns}	10,67**	41,36**
F Mo	0,61 ^{ns}	2,02 ^{ns}	0,80 ^{ns}	0,99 ^{ns}	6,11**	21,05**
F Ca x Mo	1,73 ^{ns}	1,77 ^{ns}	1,51 ^{ns}	0,80 ^{ns}	1,39 ^{ns}	5,77**
CV(%)	4,16	34,62	108,17	21,92	45,98	35,10

**significativo ao nível de 1%, * significativo ao nível de 5%, ns: não significativo.

Com relação aos teores foliares de boro observou-se que houve efeito significativo das doses de cálcio sobre essa variável, com os dados se ajustando a uma função cúbica ($y = 135,52 - 21,87x + 17,38x^2 - 3,46x^3$ $R^2 = 1$). Os valores obtidos se situaram ao redor de 130 mg kg⁻¹ de massa seca, próximos aos considerados adequados por Ambrosano et al. (1997) que é de 140 mg kg⁻¹ de massa seca. Houve

redução dos valores em relação à testemunha, isto é devido à absorção de boro pelas plantas ser dependente da sua atividade (concentração) na solução do solo. Esta, por sua vez, depende das reações de adsorção entre o boro e seus adsorventes existentes no solo, tais como os óxidos de ferro e alumínio, os minerais de argila, a matéria orgânica, o hidróxido de magnésio e o carbonato de cálcio.

Os níveis de ferro e cobre estiveram acima da faixa considerada adequada por Raij et al.,(1997), a qual varia de 50-300 mg kg⁻¹ e 5-20 mg kg⁻¹ de massa seca, respectivamente, sendo que, neste trabalho, os valores variaram de 510 a 920 e 35-93 mg kg⁻¹ de massa seca para Fe e Cu, respectivamente.

Com relação aos teores foliares de zinco, os valores obtidos se situaram na faixa de 33-42 mg kg⁻¹ de massa seca, dentro do intervalo considerado adequado por Raij et al. (1997) que é de 20-60 mg kg⁻¹ de massa seca

Os níveis de manganês estiveram na faixa considerada adequada por Ambrosano et al. (1997) a qual varia de 110 a 440 mg kg⁻¹ de massa seca, sendo que neste trabalho os valores variaram de 130 a 300 mg kg⁻¹ de massa seca e se ajustaram a funções quadráticas tanto para as doses de cálcio ($y = 22,21 + 202,65x - 45,5x^2$ $R^2=0,99^{**}$) como para as de molibdênio ($y = 157,36 + 160,77x - 37,59x^2$ $R^2 = 0,99^*$). Por meio da aplicação dessas equações observa-se um aumento inicial no teor de manganês foliar atingindo um máximo com as doses de 2227

mg L⁻¹ de cálcio e 107 g ha⁻¹ de molibdênio, e em seguida caindo.

Apesar da análise de variância dos dados de teor de molibdênio foliar ter dado diferença significativa (Tabela 5), a superfície de resposta ajustada para o teor de molibdênio foliar em função das doses de cálcio e molibdênio apresentou ponto de sela, não se podendo, portanto, tirar conclusões baseadas em suas equações, não permitindo a estimativa de pontos de máxima. Devido a isso foi realizado desdobramento da interação significativa Ca x Mo para os teores foliares de molibdênio em amendoineiro (Tabela 6). Os teores de molibdênio se situaram dentro da faixa adequada (0,13-1,39 mg kg⁻¹) sendo que nas doses de 50, 100 e 150 g ha⁻¹ os dados se ajustaram a funções quadráticas e lineares, como pode ser verificado na Tabela 6 onde se encontram os dados obtidos no desdobramento das interações. Já em relação ao desdobramento de doses de cálcio dentro de doses de molibdênio os dados se ajustaram a funções linear, quadrática e cúbica respectivamente para as doses de 1000, 2000 e 3000 mg L⁻¹ de cálcio.

Tabela 6. Desdobramento da interação significativa Ca x Mo, para teores foliares de molibdênio em amendoineiro (Selviria –MS, 2008).

Doses de Cálcio via semente	Doses de molibdênio via semente (g ha ⁻¹)			
	0	50	100	150
Teores de molibdênio (mg kg ⁻¹)				
0 mg L ⁻¹	0,47	0,88 ⁽¹⁾	0,63 ⁽²⁾	0,46 ⁽³⁾
1000mg L ⁻¹⁽⁴⁾	0,59	0,54	0,75	1,46
2000mg L ⁻¹⁽⁵⁾	0,50	2,15	2,58	2,45
3000mg L ⁻¹⁽⁶⁾	0,66	3,13	2,36	2,66

⁽¹⁾ $y = 0,75 - 0,15x + 0,33x^2$ $R^2 = 0,92$; ⁽²⁾ $y = 0,53 + 0,70x$ $r^2 = 0,76$; ⁽³⁾ $y = 0,62 + 0,75x$ $r^2 = 0,94$; ⁽⁴⁾ $y = 0,41 + 0,28x$ $r^2 = 0,72$; ⁽⁵⁾ $y = 0,53 + 1,96x - 0,44x^2$ $R^2 = 0,99$; ⁽⁶⁾ $y = 0,66 + 5,51x - 3,76x^2 + 0,71x^3$ $R^2 = 1$

4. CONCLUSÕES

O uso das valas em pomar de goiaba incrementa o controle biológico natural, reduzindo a população das moscas das frutas e, juntamente com outras táticas de manejo, torna-se eficiente.

Doryctobracon areolatus foi o parasitoide nativo mais frequente no pomar de goiaba de Barbalha, no Ceará.

5. AGRADECIMENTOS

Ao agricultor Sr. Antônio José Leite por ter disponibilizado os pomares para instalação dos experimentos. Ao Prof. José Valmir Feitosa pelo apoio nas análises estatísticas. Ao pesquisador Dr. Jorge Anderson Guimarães pela identificação das espécies de parasitoides. E ao Banco do Nordeste (ETENE/FUNDECI), pelo financiamento.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR-MENEZES, E.L.; MENEZES, E.B. Parasitismo sazonal e flutuação populacional de Opiinae (Hymenoptera: Braconidae), parasitoides de espécies de Anastrepha (Diptera: Tephritidae), em Seropédica, RJ. **Neotropical Entomology**, v.30, n.4, p.613-623, 2001.
- AGUIAR-MENEZES, E.L.; MENEZES, E.B. Effect of permanence of hosts fruits in the field on natural parasitism of *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae). **Neotropical Entomology**, v.31, n.4, p.589-595, 2002.
- ALVARENGA, C.D.; MATRANGOLO, C.A.R.; LOPES, G.N.; SILVA, M.A.; LOPES, E.N.; ALVES, D.A.; NASCIMENTO, A.S.; ZUCCHI, R.A. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e seus parasitoides em plantas hospedeiras de três municípios do norte do Estado de Minas Gerais. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.76, n.2, p.195-204, 2009.
- ARAUJO, E.L.; ZUCCHI, R.A. Parasitoides (Hymenoptera: Braconidae) de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) na região de Mossoró/ Assu, Estado do Rio Grande do Norte. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.69, n.2, p.65-68, 2002.
- ARAUJO, E.L.; SILVA, R.K.B.; GUIMARÃES, J.A.; SILVA, J.G.; BITTENCOURT, M.A.L. Levantamento e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em goiaba *Psidium guajava* L., no município de Russas (CE). **Caatinga**, v. 21, n. 1, p. 138-146, 2008.
- AZEVEDO, F.R.; GUIMARÃES, J.A.; SIMPLÍCIO, A.A.F.; SANTOS, H.R. Análise faunística e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares comerciais de goiaba na região do cariri cearense. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, n. 1, p. 33-41, 2010.
- BARRETO, N. T. R. **Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e seus parasitoides em goiaba e acerola nos tabuleiros litorâneos, Parnaíba, Piauí, Brasil**. 2010. 86f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2010.
- CANAL, N.A.; ZUCCHI, R. A. Parasitoides - Braconidae. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Ed). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos, p. 119-126, 2000.
- CARVALHO, R. S. **Metodologia para monitoramento populacional de moscas-das-frutas em pomares comerciais**. Cruz das Almas: CNPMFT. 2005. 17 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Circular Técnica 75).
- CARVALHO, R. S.; NASCIMENTO, A. S. Criação e utilização de *Diachasmimorpha longicaudata* para controle biológico de moscas-das-frutas. In: PARRA, José Roberto P. (Ed). **Controle biológico no Brasil**: parasitoides e predadores. São Paulo: Manole, 2002. p.165-179.
- CARVALHO, C.A.L.; SANTOS, W.S.; DANTAS, A.C.V.L.; MARQUES, O.M.; PINTO, W.S. Moscas-das-frutas e parasitoides associados a frutos de cajazeiras em Presidente Tancredo Neves-Bahia. **Magistra**, v. 16, n. 2, p. 85-90, 2004.
- CARVALHO, R.S.; NASCIMENTO, A.S.; MATRANGOLO, W.J.R. Controle Biológico. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos, p. 113-117, 2000.
- CORSATO, C. D. A. **Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares de goiaba no Norte de Minas Gerais: Biodiversidade, parasitoides e controle biológico**. 2004. 95 f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G.C.de.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.

- OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.
- GINGRICH, R.E. Biological control tephritid fruit flies by inundative releases of natural enemies. In: ALUJA, M.; LIEDO, P. (Eds), **Fruit flies: biology and management**. New York: Springer-Verlag, p.311-318, 1993.
- GONZÁLEZ, P. I.; MONTOYA, P.; PEREZ-LACHAUD, G.; CANCINO, J.; LIEDO, P. Superparasitism in mass reared *Diachasmimorpha longicauda* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae), a parasitoid of fruit flies (Diptera: Tephritidae). **Biological Control**, n.40, p. 320-326, 2007.
- GUIMARÃES, J.A.; DÍAZ, N.; ZUCCHI, R.A. Parasitóides (Figitidae: Eucilinae). In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: Conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos, p.127- 134, 2000.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Dados meteorológicos do Cariri**. Disponível em: <<http://www.agritempo.gov.br/agroclima/pesquisa>>. Acesso em: 2 Jul. 2012.
- MALAVASI, A.; NASCIMENTO, A.; PARANHOS, B. A. J.; COSTA, M. L. C.; WALDER, J. M. M. Implementation of a medfly, fruit fly parasitoids and codling moth rearing facility in northeastern Brazil. In: VREYSEN, M. J. B.; ROBINSON, A. S.; HENDRICH, J. (Ed) **Area-wide control of insect pests: from research to field implementation**. Springer: Dordrecht, p.527-534, 2007.
- MARCHIORI, C.H.; OLIVEIRA, A.M.S.; MARTINS, F.F.; BOSSI, F.S.; OLIVEIRA, A.T. Espécies de moscas-da-fruta (Diptera: Tephritidae) e seus parasitóides em Itumbiara-GO. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.30, n.2, p.73-76, 2000.
- MARINHO, C.F.; SOUZA-FILHO, M.F.; RAGA, A.; ZUCCHI, R.A. Parasitóides (Hymenoptera: Braconidae) de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no Estado de São Paulo: plantas associadas e parasitismo. **Neotropical Entomology**, v.38, n.3, p.321-326, 2009.
- MORGANTE, J. S. **Moscas-das-frutas. Tephritidae**: características biológicas, detecção e controle. Brasília: SENIR, 1991. 19 p. (Boletim Técnico, 2).
- MOURA, A.P.; MOURA D.C.M. Levantamento e flutuação populacional de parasitóides de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) de ocorrência em goiabeira (*Psidium guajava* L.) em Fortaleza, Ceará. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.78, n.2, p.225-231, 2011.
- NASCIMENTO, A.S.; ZUCCHI, R.A.; MORGANTE, J.S.; MALAVASI, A. Dinâmica populacional das moscas das frutas do gênero *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) no Recôncavo Baiano, II-Flutuação populacional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.17, n.7, p.969-980, 1982.
- NASCIMENTO, A.S.; CARVALHO, R.S.; MALAVASI, A. Monitoramento populacional de moscas das frutas. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Ed) **Moscas das frutas de importância econômica no Brasil**: Conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos, p.109-117, 2000.
- PRIMAVESI, A.M. **Manejo ecológico de pragas e doenças**: técnicas alternativas para a produção agropecuária e defesa do meio ambiente. São Paulo: Nobel, 1990, 137p.
- SANTOS, G.S.; PÁDUA, L.E.M. Flutuação populacional e espécies de moscas-das-frutas em Citrus na cidade de Teresina-PI. **Caatinga**, v. 17, n. 2, p. 87-92, 2004.
- SAS INSTITUTE. **Statistical Analysis System: user guide**. Version 8. Cary, NC, 2000, 584p.
- SOUTO, R. A.; MALAGODI, E.; MARACAJÁ, M. C. S.; XAVIER, C. Análise da viabilidade ambiental de práticas agroecológicas adotadas por agricultores familiares do município de Lagoa Seca, Paraíba. **Engenharia Ambiental**, v. 8, n. 3, p. 099-115, 2011.
- SOUZA-FILHO, Z.A.; ARAUJO, E.L.; GUIMARÃES, J.A.; SILVA, J.G. Endemic parasitoids associated with *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) infesting guava (*Psidium guajava* L.) in Southern Bahia, Brazil. **Florida Entomologist**, v.90, n.4, p.783-785, 2007.
- SOUZA FILHO, M.F.; RAGA, A.; CANAL, N.A.; ZUCCHI, R.A. *Anastrepha amita* Zucchi (Diptera: Tephritidae): primeiro registro hospedeiro, nível de infestação e parasitóides associados. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.66, n.2, p.77-84, 1999.
- SIVINSKI, J.; ALUJA, M.; LOPES, M. Spatial and temporal distributions of parasitoids of Mexican *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae) within canopies of fruit fly. **Annals of the entomological society of America**, v.90, n.5. p.604 - 618, 1997.
- THOMAZINI, M.J.; ALBUQUERQUE, E.S. Parasitóides (Hymenoptera: Braconidae) de *Anastrepha Schiner* (Diptera: Tephritidae) no estado do Acre. **Acta Amazônica**, v. 39, n. 1, p. 245-248, 2009.
- TRÉS, F. **Mosca das frutas**. Niterói: EMATER-RIO. (Agropecuária Fluminense, 10), 7p. 1992.
- URAMOTO, K. **Biodiversidade de moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* (Diptera, Tephritidae) no Campus Luiz de Queiroz, Piracicaba, São Paulo**. 2002. 85f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de

Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

VENDRAMIM, J.D.; SILVA, M.A. Como controlar moscas-das-frutas. **Globo Rural**, 14 de Fevereiro de 2012.

WHARTON, R.A. Subfamily Opiinae. In: WHARTON, R.A.; MARSH, P.M.; SHARKEY, M.J (Eds). **Manual of the new world genera of the family Braconidae (Hymenoptera)**. Lawrence: Allen Press, p.379-395, 1997.

ZUCCHI, R.A. Taxonomia. In: MALAVASIA, A.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, p.13-24, 2000.