

Influência do molibdênio e do cálcio aplicados via semente nas frações protéicas de amendoim cv.IAC 886

Influence of molybdenum and calcium applied to seeds in peanut protein fractions cv.IAC 886

Mariana Pina da Silva^{1*}; Marco Eustáquio de Sá²;
Fabiana Lima Abrantes³; Lilian Christian Domingues de Souza³

Resumo

Composição química das sementes exibe, de maneira geral, os mesmos compostos encontrados em outras partes da planta, sendo que o ambiente onde crescem as plantas, a adubação e muitos outros fatores são capazes de alterar esta constituição, aumentando ou diminuindo a quantidade de certos componentes. O trabalho teve como objetivo verificar o efeito da aplicação via semente de doses de cálcio e molibdênio no teor de proteínas de sementes de amendoim cv.IAC 886. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, num esquema fatorial, com quatro repetições por tratamento, sendo estes constituídos pela combinação de doses de molibdênio (0, 50, 100 e 150 g ha⁻¹) e de cálcio via sementes (0, 1000, 2000 e 3000 mg L⁻¹). A colheita do amendoim foi efetuada manualmente. As sementes foram removidas das vagens manualmente e individualmente para cada tratamento e foram levadas ao Laboratório de Genética de Populações e Silvicultura, do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia, da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira da Universidade Estadual Paulista, onde foi determinado o teor de proteínas (albumina-ALB, prolamina- PRO, glutelina-GLU e globulina-GLO, mg g⁻¹). Independente das doses utilizadas as albuminas apresentaram a maior fração protéica nas sementes de amendoim. A adição de molibdênio via semente propiciou aumento no teor de prolamina nas sementes de amendoim. A combinação de doses de cálcio e molibdênio aplicados via semente propiciou aumento no teor de albumina, glutelina e globulina nas sementes de amendoim.

Palavras-chave: Albumina, prolamina, glutelina e prolamina

Abstract

Chemical composition of seed displays, in general, the same compounds found in other parts of the plant, and the environment where they grow plants, fertilizer and many other factors are able to change this constitution, increasing or decreasing the amount of certain components. The study aimed to determine the effect of application by seed doses of calcium and molybdenum on protein content of peanut seeds cv.IAC 886. The experimental design was randomized blocks in a factorial design with four replicates per treatment, which are constituted by the combination of molybdenum doses (0, 50, 100 and 150 g ha⁻¹) and calcium by seeds (0, 1000, 2000 and 3000 mg L⁻¹). The peanut harvest was done manually. Seeds were removed from the pod manually and individually for each treatment and were taken to the Laboratório de Genética de Populações e Silvicultura, do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de

¹ Eng^a Agr^a, Doutoranda em Agronomia pela Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, FEIS/UNESP, Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira, SP. E-mail: mari_agro@hotmail.com

² Eng^o Agr^o, Dr. em Agronomia, Prof. Titular do Dept^o de Fitotecnia Tecnologia de Alimentos e Sócio-economia. FEIS/UNESP, Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira, SP. E-mail: marcosa@agr.feis.unesp.br

³ Engenheiras Agrônomas, Dr^{as}. em Agronomia, FEIS/UNESP, Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira, SP. E-mail: fabianaabrantes@hotmail.com; lilianagronomia90@hotmail.com

* Autor para correspondência

Alimentos e Sócio-Economia, da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira da Universidade Estadual Paulista, where we determined the protein (albumin-Alb, prolamin-PRO, glutelin-GLU and globulin-GLO, mg g⁻¹). Regardless of the doses used the albumin protein fraction showed the highest in the peanut seeds. The addition of molybdenum resulted in increased seed prolamin content in the peanut seeds. The combination of calcium and molybdenum applied to seeds resulted in increased levels of albumin, globulin and glutelin in the peanut seeds.

Key words: Albumin, prolamin, glutelin and globulin

Introdução

Composição química das sementes exibe, de maneira geral, os mesmos compostos encontrados em outras partes da planta, sendo que o ambiente onde crescem as plantas, a adubação e muitos outros fatores são capazes de alterar esta constituição, aumentando ou diminuindo a quantidade de certos componentes (LIBERAL; COELHO, 1980).

Os nutrientes exercem papel fundamental durante as fases de formação, de desenvolvimento e de maturação das sementes por influenciar, principalmente, a constituição das membranas e o acúmulo de carboidratos, de lipídios e de proteínas (SÁ, 1994).

O Mo é importante para a atuação da enzima nitrato redutase que é responsável pela redução do nitrato em nitrito no citoplasma celular e por participar do metabolismo do nitrogênio como co-fator das enzimas nitrogenase e redutase do nitrito. É considerado um elemento essencial para as plantas (MARTENS; WESTERMANN, 1991). Pode ser fornecido às plantas, de acordo com Vidor e Peres (1988), como adubo de solo, por pulverização foliar, ou juntamente com as sementes. Presume-se que, quanto mais eficiente for à assimilação do nitrogênio inorgânico, melhor serão as reações bioquímicas da planta, pela suficiente produção de proteínas e enzimas. É possível que sejam afetadas positivamente as enzimas e proteínas responsáveis pela formação e manutenção das membranas plasmáticas, permitindo assim melhores arranjos de suas estruturas, durante o período de armazenamento e também na germinação.

Sfredo et al. (1997) observaram aumento na produtividade e na porcentagem de proteína nas

sementes da soja com a aplicação de molibdênio nas sementes.

Gallo et al. (1986) verificaram que, com a elevação do índice de saturação por bases pela aplicação de calcário, cresceu o teor de nitrogênio das folhas, contribuindo para maior concentração de proteínas nos grãos.

As proteínas das sementes têm como função armazenar principalmente nitrogênio e enxofre, essenciais para a síntese de proteínas, ácidos nucléicos e compostos secundários na plântula em crescimento (BUCKERIDGE et al., 2004).

A classificação das proteínas pode ser feita segundo sua solubilidade em diferentes solventes – albuminas, globulinas, prolaminas e glutelinas (OSBORNE, 1924) ou de acordo com sua função – de reserva, estrutural-metabólica e de proteção (BEWLEY, 2001).

Teores de proteínas nas sementes de amendoim são variáveis, em condições do solo, condições ambientais e cultivares entre outras. Conforme Carvalho e Nakagawa (2000), Marcos Filho (2005) observaram-se valores de 26% e 31% de proteína total.

Osborne (1924) classificou as proteínas da semente com base na sua solubilidade em diferentes solventes em: (1) albuminas – proteínas solúveis em água, (2) globulinas – proteínas solúveis em soluções salinas, (3) prolaminas – solúveis em soluções de álcool/água e (4) glutelinas – solúveis em soluções ácidas ou básicas diluídas. De acordo com Shewry, Napier e Tatham (1995) as principais proteínas de reserva das sementes são albuminas, globulinas ou prolaminas.

Porém, nem todos os grupos podem ser encontrados nas sementes de uma determinada espécie, por exemplo, as prolaminas são mais abundantes nas gramíneas, mas incomuns em outras sementes. As glutelinas são encontradas em cereais e as globulinas são predominantes em dicotiledôneas, principalmente nas leguminosas. Já as albuminas são mais freqüentes em sementes de dicotiledôneas e têm sido muito estudadas em Cruciferae (SUDA; GIORGINI, 2000).

Devido a ausência de trabalho sobre as frações proteínas albuminas, globulinas, prolaminas e glutelinas em sementes de amendoim e devido a importância dos nutrientes no acúmulo de proteínas nas sementes, o trabalho teve como objetivo verificar o efeito da aplicação via semente de doses de cálcio e molibdênio no teor de proteínas de sementes de amendoim cv.IAC 886.

Material e Métodos

O presente trabalho 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 335m.

O preparo do solo foi realizado de maneira convencional, com 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 10 sementes por metro linear de sulco.

A adubação foi realizada manualmente no sulco de semeadura utilizando 250 kg ha⁻¹ da formula 08-28-16. Foi utilizada a cultivar Runner IAC 886, selecionada de uma população de plantas oriunda do antigo cultivar multilinha Florunner, de origem americana.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, num esquema fatorial,

com quatro repetições por tratamento, sendo estes constituídos pela combinação de doses de molibdênio (0, 50, 100 e 150 g ha⁻¹) e de cálcio via sementes (0, 1000, 2000 e 3000 mg L⁻¹).

As fontes de Mo e Ca utilizadas foram o molibdato de sódio (Na₂MoO₄.2H₂O) e o cloreto de cálcio (CaCl₂), respectivamente, sendo esses sais dissolvidos em água e aplicados às sementes. Os produtos foram pulverizados sobre os sulcos onde foram colocados as sementes com o uso de pulverizadores costais, com as doses sendo calculadas para uma distribuição de 300 L ha⁻¹ de calda.

A colheita do amendoim foi efetuada manualmente e individualmente na área útil de cada parcela no dia 30/01/2008. As parcelas foram compostas por 6 linhas com 5 metros de comprimento, espaçadas 0,80m. Como área útil foi utilizado as 4 linhas centrais desprezando 0,50 m em ambas as extremidades de cada linha. A área experimental foi de 2160 m², sendo essa área dividida em 80 parcelas de 27m². 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, através de uma amostragem nas fileiras de plantas das bordaduras.

Após o arranquio de todas as plantas das parcelas, devido as condições climáticas, as plantas foram retiradas do campo e colocadas a secar em galpão coberto, acondicionadas 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.

Os grãos foram retirados da vagem manualmente, pesados e a umidade corrigida para 13% (base úmida), sendo os dados transformados para kg ha⁻¹.

Após esse processo, as sementes de cada tratamento foram levadas ao Laboratório de Genética de Populações e Silvicultura, do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia, da Faculdade de Engenharia de Ilha

Solteira da Universidade Estadual Paulista, onde foi determinado:

Teor de proteínas (albumina-ALB, prolamina-PRO, glutelina-GLU e globulina-GLO, mg g⁻¹): obtido pelo método descrito por Sturgis, Miers e Walker (1952), modificado de acordo com o trabalho de Garcia-Agustin e Primo-Millo (1989), e determinadas pelo método de Lowry et al. (1951) utilizando-se de albumina de soro bovino como padrão. As leituras foram feitas no espectrofotômetro a 660nm.

Os dados foram submetidos ao teste F para a análise de variância e o efeito de doses à análise de regressão, a 5 % de probabilidade.

Resultados e Discussão

O teor das diferentes frações protéicas albuminas, globulinas, prolaminas e glutelinas das sementes de amendoim, valores de F e coeficientes de variação

estão contidos na Tabela 1. Ocorreram interações significativas entre doses de cálcio e doses de molibdênio para todos os caracteres analisados. Pode-se observar que independente das doses utilizadas as albuminas representam o maior teor na semente (73%), este fato é uma tendência observada na grande maioria das sementes de dicotiledônea, sendo as albuminas a fração que concentra grande parte das proteínas de reserva das sementes. As globulinas foram as que apresentaram o segundo valor com 17,56%, seguida pela glutelina (7,88%) e prolamina (1,05%). Conforme ressaltado por Marcos Filho (2005), as albuminas são encontradas principalmente em dicotiledôneas, fato este que reforça esta observação da presença desta proteína de reserva em grande proporção nas sementes de amendoim.

Houve interação significativa entre doses de molibdênio e de cálcio aplicados via semente para teor de prolamina em sementes de amendoim e o desdobramento está apresentado na Tabela 2.

Tabela 1. Teores de Proteína (total, albumina, globulina, prolamina e glutelina) em sementes de amendoim cv. IAC 886, em função da aplicação via semente de doses de cálcio e molibdênio, coeficientes de variação e valores de F.

Tratamento	mg g ⁻¹				
	Prolamina	Glutelina	Albumina	Globulina	Proteína Total
Cálcio (mg L ⁻¹)					
0	2,99	22,54	210,26	50,22	286,02
1000	1,91	24,12	173,66	49,42	249,12
2000	2,59	26,67	213,79	46,82	289,88
3000	2,54	39,82	161,33	50,74	254,43
Molibdênio (g ha ⁻¹)					
0	2,52	18,95	282,89	48,12	352,49
50	1,97	22,73	192,21	52,70	269,61
100	2,54	22,89	144,97	57,36	227,76
150	3,00	48,59	138,96	39,02	229,58
Teste F					
Ca	40,418**	145,92**	25,813**	2,607ns	15,237**
Mo	35,928**	438,92**	165,80**	52,677**	117,121**
Ca x Mo	12,447**	95,67**	21,665**	12,726**	21,798**
CV(%)	11,22	9,22	10,89	8,74	8,00

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

Fonte: Elaboração dos autores.

Tabela 2. Desdobramento da interação significativa Ca x Mo, para teor de prolamina em sementes de amendoim. Selviria-MS,2009.

Doses de Cálcio via semente	Doses de molibdênio (g ha ⁻¹)				Prolamina (mg g ⁻¹)	
	0	50	100	150		
0 mg L ⁻¹	2,55	2,63	3,61	3,20		ns
1000mg L ⁻¹	1,96	1,28	1,48	2,94		RQ**
2000mg L ⁻¹	2,30	2,48	2,56	3,01		RL**
3000mg L ⁻¹	3,26	1,50	2,53	2,86		ns
	RQ**	ns	RQ**	ns		

** significativo ao nível de 1% e ^{ns} não significativo. RL= regressão linear RQ= regressão quadrática.

Fonte: Elaboração dos autores.

Pelos dados verifica-se que para a testemunha (0 g/ha de molibdênio) e para dose de 100 g/ha de molibdênio os dados se ajustaram a equações quadráticas ($y = 2,54 - 0,0009x + 0,000000x^2$ $R^2=0,99$ e $y = 3,39 - 0,0018x + 0,000001x^2$ $R^2=0,59$) respectivamente.

Sendo que para a dose de 100 g/ha de molibdênio, observa-se um aumento inicial no teor de prolamina nas sementes, atingindo um máximo com a dose de 900 mg/L de cálcio, para depois ocorrer um decréscimo em doses maiores. Também quando se observa o comportamento de doses de cálcio dentro de doses de molibdênio, verifica-se que para a dose de 1000 mg/L de cálcio os dados se ajustaram a uma função quadrática ($y = 1,982 - 0,0259x + 0,000215x^2$ $R^2 = 0,99$). Por essa equação tem se um aumento inicial no teor de prolamina nas sementes, atingindo um máximo com a dose de 60,23 g/ha de molibdênio, para depois ocorrer um decréscimo em doses maiores. Para a dose de 2000 mg/L de cálcio os dados se ajustaram a uma função linear ($y = 2,259 + 0,0043x$ $r^2 = 0,88$), demonstrando que o aumento do teor de molibdênio aplicado via semente propiciou aumento no teor de prolamina nas sementes de amendoim. Esta alteração no conteúdo protéico com a ação de um micronutriente pode ser um indicativo favorável podendo produzir uma semente mais concentrada em determinada substância caso manejemos a adubação. Obviamente dentro de determinados limites. Assim, na medida em

que os estudos avancem e permitam verificar um aprofundamento no conhecimento da ação e da relação entre os conteúdos destas proteínas, pode-se manejar as plantas de forma a obter produtos com maior ou menor concentração de determinada substância que poderá ser útil nas mais diversas áreas de conhecimento.

Valores parecidos das frações protéicas foram observados no trabalho desenvolvido por Castro (2010). Singh, Singh e Khandelwal (1993) observaram aumento no teor de proteína em sementes de amendoim quando aplicaram gesso mais fósforo. O efeito pode ser devido à calagem, que modificou o ambiente do solo, favorecendo a acumulação de nitrogênio pelas plantas, uma vez que estas apresentaram maior nodulação e não mostraram sintomas de fitotoxicidade (FERNANDEZ, 1996).

Na tabela 3 podem ser observados os valores obtidos no desdobramento das interações significativas Ca x Mo para o teor de glutelina na semente de amendoim. Para a testemunha (0 g/ha de molibdênio) os dados se ajustaram a uma função quadrática ($y = 20,72 - 0,022x + 0,000009x^2$ $R^2 = 0,96$). Por essa equação tem se um aumento inicial no teor de glutelina nas sementes, atingindo um máximo com a dose de 1222,22 mg/L de cálcio, para depois ocorrer um decréscimo em doses maiores. Para a dose de 100 g/ha de molibdênio os dados se ajustaram a uma função quadrática ($y = 23,53 -$

$0,022x + 0,000010x^2$ $R^2= 0,98$). Por essa equação tem se um aumento inicial no teor de glutelina nas sementes, atingindo um máximo com a dose de 1100 mg/L de cálcio, para depois ocorrer um decréscimo em doses maiores. Também quando se observa o comportamento de doses de cálcio dentro de doses de molibdênio, verifica-se que para a testemunha (0 mg/L de cálcio) os dados se ajustaram a uma função quadrática ($y= 19,21 - 0,15x + 0,0017x^2$ $R^2= 0,96$). Com um aumento inicial no teor de glutelina nas sementes, atingindo um máximo com a dose de 44,12 g/ha de molibdênio, para depois ocorrer um decréscimo em doses maiores. Para a dose de 2000

mg/L de cálcio os dados se ajustaram a uma função quadrática ($y= 13,30 - 0,29x + 0,004x^2$ $R^2= 0,87$). Ocorrendo um aumento inicial no teor de glutelina nas sementes, atingindo um máximo com a dose de 36,25 g/ha de molibdênio, para depois ocorrer um decréscimo em doses maiores. Para a dose de 3000 mg/L de cálcio os dados se ajustaram a uma função quadrática ($y=33,55 - 0,3507x + 0,0037 x^2$ $R^2= 0,90$). Tem se um aumento inicial no teor de glutelina nas sementes, atingindo um máximo com a dose de 47,39 g/ha de molibdênio, para depois ocorrer um decréscimo em doses maiores.

Tabela 3. Desdobramento da interação significativa Ca x Mo, para teor de glutelina em sementes de amendoim. Selviria-MS, 2009.

Doses de Cálcio via semente	Doses de molibdênio (g ha ⁻¹)				
	0	50	100	150	
	Glutelina (mg g ⁻¹)				
0 mg L ⁻¹	19,83	13,99	22,73	33,6	RQ**
1000mg L ⁻¹	10,41	38,84	12,65	34,59	Ns
2000mg L ⁻¹	9,79	19,34	13,87	63,67	RQ**
3000mg L ⁻¹	35,75	18,73	42,3	62,5	RQ**
	RQ**	Ns	RQ**	Ns	

** significativo ao nível de 1% e ^{ns} não significativo. RQ= regressão quadrática.

Fonte: Elaboração dos autores.

Trabalhos com as culturas de trigo (CAIRNS; KRITZINGER, 1992) e do milho (FERREIRA et al., 2001) também evidenciaram que a aplicação de molibdênio elevou os teores de proteína nos grãos.

No que diz respeito à albumina, os dados obtidos no desdobramento das interações Ca x Mo, estão contidos na tabela 4. Para a testemunha (0 g/ha de molibdênio) os dados se ajustaram a uma função quadrática ($y= 240,52 + 0,086x - 0,000025x^2$ $R^2=0,57$), atingindo um máximo com a dose de 1720 mg/L de cálcio, para depois ocorrer um decréscimo em doses maiores. Para a dose de 50 g/

ha de molibdênio e 150 g/ha de molibdênio os dados se ajustaram a função quadrática ($y= 294,33 - 0,141x - 0,000032x^2$ $R^2=0,78$), ($y= 140,28 + 0,04x - 0,000019x^2$ $R^2=0,55$), respectivamente. Para a dose de 50 g/ha de molibdênio, atingiu um teor máximo de albumina nas sementes com a dose de 2187 mg/L de cálcio, para depois ocorrer um decréscimo em doses mais elevadas. Já para a dose de 150 g/ha de molibdênio houve um aumento inicial no teor de albumina nas sementes, atingindo um máximo com a dose de 1052,63 mg/L de cálcio, para depois ocorrer um decréscimo em doses maiores.

Tabela 4. Desdobramento da interação significativa Ca x Mo, para teor de albumina em sementes de amendoim. Selviria-MS, 2009.

Doses de Cálcio via semente	Doses de molibdênio (g ha ⁻¹)				Albumina (mg g ⁻¹)
	0	50	100	150	
0 mg L ⁻¹	251,33	308,83	131,8	149,8	Ns
1000mg L ⁻¹	269,42	140,72	148,98	135,53	RQ**
2000mg L ⁻¹	346,01	180,65	149,06	179,45	RQ**
3000mg L ⁻¹	264,83	138,64	150,77	91,07	RQ*
	RQ**	RQ**	Ns	RQ**	

**significativo ao nível de 1%, *significativo ao nível de 5%, e ^{ns} não significativo. RQ= regressão quadrática.

Fonte: Elaboração dos autores.

Também quando se observa o comportamento de doses de cálcio dentro de doses de molibdênio, verifica-se que para a dose de 1000 mg/L de cálcio, 2000 mg/L de cálcio e 3000 mg/L de cálcio os dados se ajustaram a funções quadráticas ($y= 261,48 - 2,515x + 0,0115x^2$ $R^2= 0,89$), ($y= 342,42 - 3,998x + 0,0195x^2$ $R^2= 0,98$), ($y=254,32 - 2,02x + 0,0066x^2$ $R^2= 0,86$), respectivamente. Sendo que com a dose de 1000 mg/L de cálcio, atingiu o valor máximo no teor de albumina nas sementes com a dose de 109,35 g/ha de molibdênio. Para a dose de 2000 mg/L de cálcio houve um aumento inicial no teor de albumina nas sementes, atingindo um máximo com a dose de 102,51 g/ha de molibdênio, para depois ocorrer um decréscimo em doses maiores. Já para a dose de 3000 mg/L de cálcio atingiu-se um máximo com a dose de 153,03 g/ha de molibdênio.

Após experimentos realizados em diversos locais, com diferentes doses de molibdato de sódio, Campo e Hungria (2002), recomendam que o enriquecimento de sementes de soja seja feito com 800 gramas de Mo em duas pulverizações foliares, de 400 gramas cada, entre os estágios de crescimento R3 e R5-4, espaçadas, no mínimo, de 10 dias. De acordo com os autores, as sementes de soja pulverizadas com Mo, produzem grãos com teores médios de proteínas superiores em 4% em relação aos grãos produzidos a partir de sementes não enriquecidas. Além disso, as sementes de soja enriquecidas com Mo apresentam incrementos médios de rendimentos de grãos de 9,2% e possuem

maior eficiência de fixação biológica de nitrogênio.

Avaliando a eficiência de produtos contendo micronutrientes aplicados via semente, sobre produtividade e teores de proteínas da soja em Latossolo Roxo entrófico, Sfredo et al. (1997) concluíram que houve resposta significativa da aplicação de Mo via semente, na produtividade e no aumento do teor de proteínas no grão.

Na tabela 5 podem ser observados os valores obtidos no desdobramento das interações significativas Ca x Mo para o teor de globulina na semente de amendoim. Para a testemunha (0 g/ha de molibdênio) os dados se ajustaram a uma função linear ($y= 42,11 + 0,004x$ $r^2= 0,80$), demonstrando que o aumento do teor de cálcio aplicado via semente propiciou aumento no teor de globulina nas sementes de amendoim. Para a dose de 50 g/ha de molibdênio os dados se ajustaram a uma função quadrática ($y= 59,60 - 0,024x + 0,000009x^2$ $r^2= 0,95$). Por essa equação tem se um aumento inicial no teor de globulina nas sementes, atingindo um máximo com a dose de 1333,33 mg/L de cálcio, para depois ocorrer um decréscimo em doses maiores. Para a dose de 100 g/ha de molibdênio os dados se ajustaram a uma função quadrática ($y= 58,77 + 0,0057x - 0,000003x^2$ $r^2= 0,93$). Por essa equação tem se um aumento inicial no teor de globulina nas sementes, atingindo um máximo com a dose de 950 mg/L de cálcio, para depois ocorrer um decréscimo em doses maiores.

Tabela 5. Desdobramento da interação significativa Ca x Mo, para teor de globulina em sementes de amendoim. Selviria-MS, 2009.

Doses de Cálcio via semente	Doses de molibdênio (g ha ⁻¹)				Globulina (mg g ⁻¹)
	0	50	100	150	
0 mg L ⁻¹	41,98	60,49	58,25	40,16	RQ**
1000mg L ⁻¹	48,13	40,92	63,21	45,44	ns
2000mg L ⁻¹	46,51	47,35	57,2	36,17	RQ**
3000mg L ⁻¹	55,88	62,06	50,71	34,31	RQ**
	RL**	RQ**	RQ*	Ns	

**significativo ao nível de 1%, *significativo ao nível de 5% e ^{ns} não significativo. RL= regressão linear RQ= regressão quadrática.

Fonte: Elaboração dos autores.

Também quando se observa o comportamento de doses de cálcio dentro de doses de molibdênio, verifica-se que para a testemunha (0 mg/L de cálcio) os dados se ajustaram a uma função quadrática ($y = 42,22 + 0,53x - 0,0036x^2$ $r^2=0,99$). Por essa equação tem se um aumento inicial no teor de globulina nas sementes, atingindo um máximo com a dose de 73,61 g/ha de molibdênio, para depois ocorrer um decréscimo em doses maiores. Para a dose de 2000 mg/L de cálcio os dados se ajustaram a uma função quadrática ($y = 44,50 + 0,286x - 0,002x^2$ $r^2=0,64$). Por essa equação tem se um aumento inicial no teor de albumina nas sementes, atingindo um máximo com a dose de 71,5 g/ha de molibdênio, para depois ocorrer um decréscimo em doses maiores. Para a dose de 3000 mg/L de cálcio os dados se ajustaram a uma função quadrática ($y = 56,50 + 0,186x - 0,002x^2$ $r^2=0,98$). Por essa equação tem se um aumento inicial no teor de globulina nas sementes, atingindo um máximo com a dose de 46,5 g/ha de molibdênio, para depois ocorrer um decréscimo em doses maiores.

Houve interação significativa entre doses de molibdênio e de cálcio aplicados via semente para teor de proteína total em sementes de amendoim e o desdobramento está apresentado na Tabela 6. Para a testemunha (0 g/ha de molibdênio) os dados se ajustaram a uma função quadrática ($y = 306,69 +$

$0,065x - 0,000015x^2$ $R^2=0,65$). Com um aumento inicial no teor de proteína total nas sementes, atingindo um máximo com a dose de 2166,67 mg/L de cálcio, para depois ocorrer um decréscimo em doses maiores. Para a dose de 50 g/ha de molibdênio os dados se ajustaram a uma função quadrática ($y = 373,48 - 0,15x + 0,000034x^2$ $R^2=0,83$). Resultando em um aumento inicial no teor de proteína total nas sementes, atingindo um máximo com a dose de 2205,88 mg/L de cálcio, para depois ocorrer um decréscimo em doses maiores.

Também quando se observa o comportamento de doses de cálcio dentro de doses de molibdênio, verifica-se que para a dose de 1000, 2000 e de 3000 mg/L de cálcio os dados se ajustaram a funções quadráticas ($y = 323,67 - 2,16x + 0,01x^2$ $R^2=0,91$), ($y = 402,56 - 4,00x + 0,02x^2$ $R^2=0,99$), ($y = 347,47 - 2,21x + 0,0083x^2$ $R^2=0,81$), respectivamente. Em relação a dose de 1000 mg/L de cálcio, com a dose de 108 g/ha de molibdênio atingiu-se um máximo no teor de proteína total nas sementes. Para a dose de 2000 mg/L de cálcio tem se um aumento inicial no teor de proteína nas sementes, atingindo um máximo com a dose de 100 g/ha de molibdênio, para depois ocorrer um decréscimo em doses maiores. Já para a dose de 3000 mg/L de cálcio observa-se um aumento inicial no teor de proteína nas sementes, atingindo seu máximo com a aplicação da dose de 133,13 g/ha de molibdênio.

Tabela 6. Desdobramento da interação significativa Ca x Mo, para teor de proteína total em sementes de amendoim. Selviria-MS, 2009.

Doses de Cálcio via semente	Doses de molibdênio (g ha ⁻¹)				
	0	50	100	150	
	Proteína total (mg g ⁻¹)				
0 mg L ⁻¹	315,70	384,94	215,68	226,77	ns
1000mg L ⁻¹	329,92	221,75	226,30	218,50	RQ**
2000mg L ⁻¹	404,62	249,83	222,75	282,29	RQ**
3000mg L ⁻¹	359,72	220,93	246,31	190,75	RQ**
	RQ**	RQ**	ns	ns	

**significativo ao nível de 1% e ^{ns} não significativo. RQ= regressão quadrática.

Fonte: Elaboração dos autores.

As plantas, segundo López et al. (1996), usam o molibdênio na síntese de algumas proteínas cujos metabólitos principais seriam a síntese da desidrogenase, a nitrogenase e oxidase do sulfito, além de também participarem da formação do grão de pólen.

Plantas não adubadas com molibdênio tendem a apresentar menor atividade da enzima redutase do nitrato podendo, dessa forma, seu metabolismo não ser tão eficiente na produção de proteínas, o que certamente proporcionará a redução deste componente nas plantas e conseqüentemente nas sementes (FERREIRA et al., 2002). Essa redução no teor de proteína pode ser explicada pela menor produção de metabólitos nitrogenados, levando a diminuição da síntese de aminoácidos e conseqüentemente de proteínas (SACO; ALVAREZ; MARTINS, 1995). Considerando, pois este processo, o mesmo poderia ocorrer com as plantas e sementes de amendoim.

Conclusões

Independente das doses utilizadas as albuminas apresentaram a maior fração protéica nas sementes de amendoim;

A adição de molibdênio via semente propiciou aumento no teor de prolamina nas sementes de amendoim e,

A combinação de doses de cálcio e molibdênio aplicados via semente propiciou aumento no teor de albumina, glutelina e globulina nas sementes de amendoim.

Referências

- BEWLEY, C. A. Solution structure of a cyanovirin-N:Mana 1-2Mana complex: structural basis for high-affinity carbohydrate-mediated binding to gp120. *Structure*, Cambridge, v. 9, n. 10, p. 931-940, 2001.
- BUCKERIDGE, M. D.; AIDAR, M. P. M.; SANTOS, H. P.; TINÉ, M. A. S. Acúmulo de reservas. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Ed.). *Germinação: do básico ao aplicado*. Porto Alegre: ARTMED, 2004. p. 31-50.
- CAIRNS, A. L. P.; KRITZINGER, J. H. reduced seed dormancy of wheat caused by molybdenum deficiency. In: WALKER-SIMMONS, M. K.; INREID, J. L. *Pre-harvest sprouting cereals*. St. Paul MN, American Association of Cereal Chemistry, p. 339-344, 1992.
- CAMPO, R. J.; HUNGRIA, M. Importância dos micronutrientes na fixação biológica do N₂. *Informações Agronômicas*, Piracicaba, n. 98, p. 6-9, 2002.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Composição química de sementes. In: _____. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 4. ed. rev. e ampl. Jaboticabal: FUNEP, 2000. p. 66-97.
- CASTRO, R. S. D. *Avaliação das características organolépticas de grãos e qualidade fisiológica de sementes em função do tempo de armazenamento em amendoim*. 2010. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Campus Ilha Solteira, Ilha Solteira.

- FERNANDEZ, E. M. *Produtividade e qualidade de amendoim (Arachis hypogaea L.) em função da calagem e do método de secagem*. 1996. Tese (Doutorado em Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas. Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- FERREIRA, A. C. B.; ARAÚJO, G. A. A.; CARDOSO, A. A.; FONTES, P. C. R.; VIEIRA, C. Influência do molibdênio contido na semente e da sua aplicação foliar sobre a composição mineral de folhas e sementes do feijoeiro. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 49, n. 284, p. 443-452, 2002.
- FERREIRA, A. C. B.; ARAÚJO, G. A. A.; PEREIRA, P. R. G.; CARDOSO, A. A. Características agrônômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 131-138, 2001.
- GALLO, P. B.; MASCARENHAS, H. A. A.; QUAGGIO, J. A.; BATAGLIA, O. C. Resposta diferencial das culturas de soja e sorgo à calagem. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 10, n. 3, p. 253-258, 1986.
- GARCIA-AGUSTIN, P.; PRIMO-MILLO, E. Ultrastructural and biochemical changes in cotyledon reserve tissues during germination of citrus seeds. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v. 40, n. 212, p. 383-390, 1989.
- LIBERAL, O. H. T.; COELHO, R. C. *Manual do laboratório de análise de sementes*. Niterói: Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro, 1980. 95 p.
- LÓPEZ, E.; CARBONELL, A.; BURLÓ, F.; ARENAS, I.; ALEMANY, I.; MATAIX, J. Molybdenum uptake, distribution and accumulation in beans plants. *Fressenius Environmental Bulletin*, Germany, v. 5, n. 1-2, p. 73-79, 1996.
- LOWRY, O. H.; ROSEBROUGH, N. J.; FARR, A. L.; RANDALL, R. J. Protein measurement with the folin phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry*, Bethesda, v. 193, n. 1, p. 265-275, 1951.
- MARCOS FILHO, J. Composição química de sementes (reservas armazenadas). In: _____. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: FEALQ, Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, 2005. p. 149-167.
- MARTENS, D. C.; WESTERMANN, D. T. Fertilizers applications for correcting micronutrient deficiencies. In: MORTVEDT, J. J.; COX, F. R.; SHUMAN, L. M.; WELCH, R. M. (Ed.). *Fertilizers applications for correcting micronutrient deficiencies: micronutrients in agriculture*. 2. ed. Madison: Soil Science Society of America, 1991. p. 549-592.
- OSBORNE, T. B. *The vegetable proteins*. 2. ed. London: Longmans Green and Company, 1924. 154 p.
- SÁ, M. E. Importância da adubação na qualidade de semente. In: SÁ, M. E.; BUZZETTI, S. (Ed.). *Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas*. São Paulo: Ícone, 1994. p. 65-98.
- SACO, D.; ALVAREZ, M.; MARTINS, S. Activity of nitrate reductase and the content of proteins in *Nicotiana glauca* grown with various levels of molybdenum. *Journal of Plant Nutrition*, Philadelphia, v. 18, n. 6, p. 1149-1153, 1995.
- SFREDO, G. J.; BORKERT, C. M.; NEPOMUCENO, A. L.; OLIVEIRA, M. C. N. de. Eficácia de produtos contendo micronutrientes, aplicados via semente, sobre produtividade e teores de proteína da soja. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 21, n. 1, p. 41-45, 1997.
- SHEWRY, P. R.; NAPIER, J. A.; TATHAM, A. S. Seed storage proteins: structures and biosynthesis. *The Plant Cell*, France, v. 7, n. 3, p. 945-950, 1995.
- SINGH, B.; SINGH, B.; KHANDELWAL, R. B. Effect of phosphatic fertilizers, gypsum and their mode of application on yield, oil and protein content of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Indian Journal of Agronomy*, New Delhi, v. 38, n. 1, p. 56-59, 1993.
- STURGIS, F. E.; MIEARS, R. J.; WALKER, R. K. Protein in rice as influenced by variety and fertilizer levels. *Louisiana Experimental Station Technical Bulletin*, Louisiana, 1952.
- SUDA, C. N. K.; GIORGINI, J. F. Seed reserve composition and mobilization during germination and initial seedling development of *Euphorbia heterophylla*. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, Londrina, v. 12, p. 226-244, 2000. Special Edition.
- VIDOR, C.; PERES, J. R. R. Nutrição das plantas com molibdênio e cobalto. In: BORKERT, C. M.; LANTMANN, A. F. (Ed.). *Enxofre e micronutrientes na agricultura brasileira*. Londrina: Embrapa/CNPSo/SBCS, 1988. p. 179-204.