

NUTRIÇÃO MINERAL DO GRÃO-DE-BICO¹

SANDRA DOS SANTOS SEVÁ NOGUEIRA², CELI TEIXEIRA FEITOSA³ e RUI RIBEIRO DOS SANTOS⁴

RESUMO - Estudou-se a fisiologia da nutrição do grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) através de dois diferentes experimentos. No experimento I, em casa de vegetação, avaliou-se o efeito da omissão de cada macronutriente na solução nutritiva. Foram analisados parâmetros de crescimento, composição química e sintomas visuais de desnutrição nas partes da planta. Constatou-se que a omissão de qualquer macronutriente afetou o crescimento da planta, e que a omissão de cálcio interferiu na absorção dos demais elementos em estudo. No experimento II, em condições de campo, foi avaliada a absorção, o acúmulo e a translocação da matéria seca e dos macronutrientes pelas partes da planta durante o ciclo da cultura. Os nutrientes foram absorvidos, quantitativamente, na seguinte ordem decrescente: nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio, fósforo e enxofre. Conclui-se que o padrão de nutrição mineral do grão-de-bico é semelhante ao das demais leguminosas comestíveis estudadas, e que o cálcio é o elemento nutricional indispensável para o sucesso da cultura.

Termos para indexação: fisiologia, solução nutritiva, crescimento, composição química, cálcio.

MINERAL NUTRITION OF CHICKPEA

ABSTRACT - The chickpea (*Cicer arietinum* L.) nutrition physiology was evaluated in two different trials. Under greenhouse conditions, in trial I, the hunger symptoms due to the omission of each nutrient in nutritive solution was studied. The growing parameters, the chemical composition and the visual hunger symptoms of the chickpea plant, were analysed. The omission of any nutrient affected all growing parameters, and the calcium omission affected the other nutrients absorption. Under field conditions, in trial II, the dry matter and nutrient absorption, storage and translocation by the chickpea culture during its biological cycle were evaluated. The nutrients were absorbed in the following quantitative order: nitrogen, potassium, calcium, magnesium, phosphorus and sulfur. It was concluded that the chickpea mineral nutrition pattern is similar to the other eatable leguminous and that the calcium is the key nutrient for a successful chickpea culture in Brazilian conditions.

Index terms: physiology, nutrient solution, growing parameters, chemical composition, calcium.

INTRODUÇÃO

O grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) é uma leguminosa comestível, conhecida desde a antiguidade, ou seja, desde o início do século I da Era Cristã. É originária da região compreendida entre o norte da Pérsia, o sul da Cáucaso e a Grécia. Seu cultivo espalhou-se através do mundo. No

entanto, existem países como a Índia, Espanha e México, que cultivam e consomem este grão em grandes quantidades.

O consumo do grão-de-bico no Brasil é ainda restrito aos descendentes de árabes e espanhóis, e o grão é quase todo importado. No entanto, vem sendo incentivado, por ser um alimento protéico de alto valor biológico.

Do ponto de vista agrônômico, a planta do grão-de-bico apresenta boa adaptabilidade em climas amenos e secos, sendo uma ótima alternativa como cultura de inverno.

O objetivo da presente pesquisa é o estudo da fisiologia da nutrição mineral da planta do grão-de-bico em condições do Estado de São Paulo.

¹ Aceito para publicação em 3 de dezembro de 1992.

Trabalho realizado nas Seção de Fisiologia e de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas e na Estação Experimental de Monte Alegre do Sul, do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Caixa Postal 28, CEP 13020-902 Campinas, SP.

² Enga.-Agra., Dra., Seção de Fisiologia, IAC.

³ Enga.-Agra., Dra., Seção de Fertil. do Solo e Nutrição de Plantas, IAC.

⁴ Eng.-Agr., Estação Experimental de Monte Alegre do Sul, IAC.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi dividido em dois experimentos distintos.

Experimento I

Avaliação da desnutrição causada pela omissão dos micronutrientes essenciais (N, P, K, Ca, Mg, S) através dos sintomas visuais e análises químicas.

Plantas de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.), cultivar IAC-Marrocos, foram cultivadas em vasos tipo Mitscherlich, contendo 6 kg de sílica, em casa de vegetação. Após a germinação e desbaste, as plantas (quatro por vaso) começaram a ser irrigadas com solução nutritiva de Hoagland & Arnon (1950), modificada por Sarruge & Haag (1975). Os tratamentos utilizados foram os seguintes: solução nutritiva completa e soluções nutritivas com omissão de cada nutriente por tratamento (sem N, sem P, sem K, sem Ca, sem Mg, sem S).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com sete tratamentos e cinco repetições.

Aos 60 dias após a germinação, os sintomas de deficiência de cada nutriente estudado eram visíveis. As plantas foram então medidas quanto à altura, fotografadas e colhidas. A parte aérea e a raiz foram separadas, lavadas com água destilada, secadas em estufa a 60°C até peso constante, e pesadas para a obtenção do peso da matéria seca das referidas partes. A parte aérea foi moída e analisada quanto aos teores de macronutrientes, pelos métodos descritos por Bataglia et al. (1983).

Experimento II

Absorção, acúmulo e translocação de macronutrientes ao longo do ciclo biológico da cultura.

A cultura do grão-de-bico, cultivar IAC-Marrocos, foi instalada na Estação Experimental de Monte Alegre do Sul (777 m alt., 22°41' lat. S e 46°43' long. W, num solo podzólico Vermelho-Amarelo, com espaçamento de 0,5 m entre linhas e 0,10 m entre plantas. Foi feita uma adubação corretiva com 2 t/ha de calcário dolomítico e 42 kg/ha de P₂O₅ na forma de superfosfato simples. As sementes receberam inóculo de *Bradyrhizobium* sp.

O experimento foi instalado em 2 de abril de 1988. A partir de 15.4.88, foram colhidas semanalmente cinco amostras ao acaso, no Campo Experimental. Cada amostra consistia da parte aérea das plantas contidas em metro linear.

As plantas eram trazidas ao laboratório, onde suas partes aéreas (folhas, caules, vagens e grãos) eram separadas, lavadas e secadas em estufa a 60°C até peso constante, obtendo-se, assim, o peso da matéria seca. O

material pesado era moído, e avaliado quanto aos teores de macronutrientes, pelos métodos descritos por Bataglia et al. (1983).

As quantidades acumuladas dos elementos minerais, em cada época amostrada, foram calculadas através de sua percentagem na matéria seca.

Os dados originais permitiram a obtenção de gráficos demonstrativos das quantidades acumuladas e translocadas dos nutrientes durante o ciclo da cultura. Os mesmos dados foram utilizados para a determinação das equações de regressão e dos coeficientes de correlação entre a idade da planta (x) e as quantidades de minerais absorvidas por ela (y).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento I

Os resultados obtidos neste experimento são apresentados nas Tabelas 1 e 2 e na Fig. 1.

Observou-se, pelos dados da Tabela 1, que a matéria seca acumulada na parte aérea foi afetada significativamente por todos os tratamentos em que houve omissão premeditada de um dos ma-

TABELA 1. Peso da matéria seca da parte aérea e da raiz e altura das plantas de grão-de-bico, cultivadas em solução nutritiva completa e com omissão de cada macronutriente, aos 60 dias de idade (médias de cinco repetições).

Tratamento	Peso da matéria seca		Altura
	Parte aérea	Raiz	
	----- g/vaso -----		----- cm -----
Completo	17,69 a	3,64 a	52,8 a
Sem N	2,45 d	1,00 bc	30,9 cd
Sem P	2,85 d	1,00 bc	36,4 c
Sem K	6,87 c	1,30 bc	43,4 b
Sem Ca	0,33 d	0,40 c	16,5 e
Sem Mg	1,20 d	0,50 bc	28,0 d
Sem S	13,04 b	1,72 cb	34,2 cd
Tukey 5%	3,75	1,23	6,32
CV %	29,6	45,22	9,14

Letras diferentes nas colunas das médias indicam diferenças significativas determinadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

TABELA 2. Teores de macronutrientes na parte aérea de plantas de grão-de-bico, cultivadas em solução nutritiva completa e com omissão de cada elemento, aos 60 dias de idade (médias de cinco repetições).

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S
	%					
Completo	4,10 b	0,376 b	2,89 ab	1,91 bc	0,72 a	0,386 ab
Sem N	1,81 c	0,333 b	3,09 a	2,09 b	0,78 a	0,472 a
Sem P	4,35 b	0,218 c	2,60 ab	1,39 c	0,68 ab	0,327 b
Sem K	4,48 b	0,376 b	0,50 c	2,91 a	0,71 ab	0,355 b
Sem Ca	6,19 a	0,558 a	2,38 b	0,24 d	0,54 bc	0,424 ab
Sem Mg	5,29 ab	0,534 a	2,62 ab	1,35 c	0,45 c	0,437 a
Sem S	4,39 b	0,366 b	3,00 ab	1,74 bc	0,65 ab	0,215 c
Tukey 5%	1,24	0,08	0,62	0,69	0,17	0,105
CV %	14,18	10,87	12,77	20,81	12,87	24,02

Letras diferentes nas colunas das médias indicam diferenças significativas determinadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

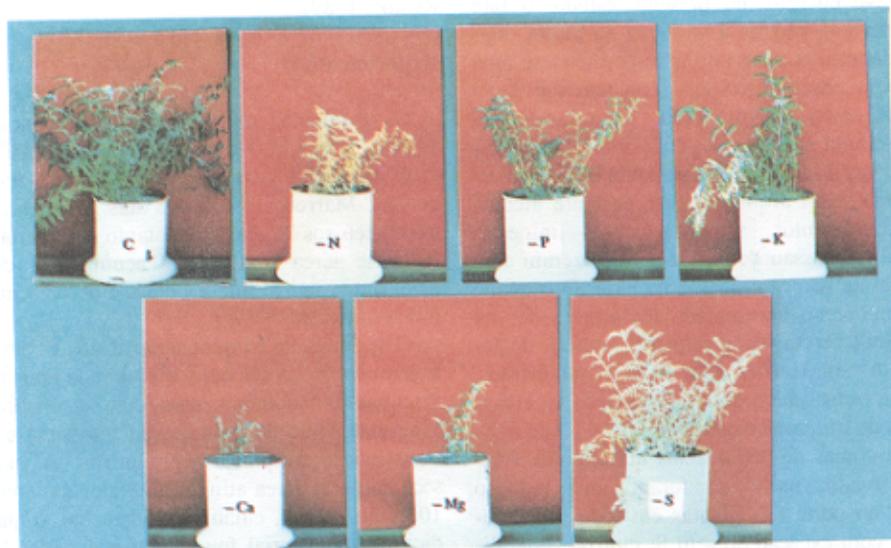


FIG. 1. Sintomas de deficiências minerais em grão-de-bico.

cronutrientes, comparativamente ao tratamento completo. Ocorreu, também, variação entre os tratamentos não completos. O tratamento sem S foi o menos afetado, seguido do tratamento sem K, e os demais igualaram-se quanto aos efeitos depressores da produção da matéria seca das partes aéreas. O efeito depressivo apareceu na seguinte ordem: $Ca > Mg > N$ e $P > K > S$. Comportamento semelhante foi observado por Rodrigues Filho et al. (1988) com a cultura do amendoim, sendo a única diferença com relação ao S, que não ocupou o mesmo lugar na escala depressora. Comportamento idêntico foi observado por Malavolta et al. (1980) com a cultura do feijão.

O mesmo efeito redutor do acúmulo da matéria seca foi observado na raiz. O tratamento completo foi significativamente diferente dos demais. O efeito apareceu na seguinte ordem: $Ca > Mg > N$ e $P > K > S$.

A altura da planta foi bastante afetada pelos tratamentos sem os nutrientes minerais. O tratamento sem K mostrou ser menos afetado do que o sem P, sem S e sem N, e estes, menos afetados do que o sem Mg. O tratamento mais afetado foi o sem Ca. A altura da planta é uma variável importante na fisiologia da planta, pois avalia o crescimento. No entanto, no presente estudo, o fato mais relevante não foi a variação na altura, mas da arquitetura. A planta do grão-de-bico tem uma arquitetura peculiar, ou seja, não tem um caule principal como a maioria das leguminosas: da base da planta vários caules com folhas alternadas e compostas se dispersam, formando uma copa arredondada. Esta arquitetura foi bastante afetada pelos tratamentos sem elementos minerais (Fig. 1). A omissão de N, Ca e Mg fizeram com que a planta não ramificasse na base. O pequeno desenvolvimento apresentado foi através de um único caule, ereto, com pequeno número de folhas, sem ramificações. Nos demais tratamentos, houve ramificações, porém não tão vigorosas como as do tratamento completo.

Os sintomas de deficiências nutricionais visuais observados na Fig. 1 foram: uma redução drástica do porte das plantas em todos os tratamentos, com exceção do sem S; clorose generalizada nos tratamentos sem N e sem S; clorose leve

nas folhas mais velhas do tratamento sem P, e clorose apical do folíolo no tratamento sem K. Os sintomas mais drásticos apareceram nos tratamentos sem Ca e sem Mg, que tiveram um crescimento muito pequeno.

A Tabela 2 apresenta o efeito da omissão de cada macronutriente na absorção dele próprio e na dos demais, através da análise estatística dos teores na parte aérea.

O teor de cada elemento foi significativamente mais baixo no tratamento em que esse elemento era omitido, com relação ao tratamento completo.

A omissão do Ca acarretou aumento na absorção de N. O mesmo efeito foi observado no trabalho de Rodrigues Filho et al. (1988) com a cultura do amendoim. A omissão do Ca e do Mg aumentou o teor de P da parte aérea. A omissão de quaisquer dos elementos estudados não afetou a absorção de K e de S, na parte aérea, exceto quando foram omitidos os próprios K e S. O tratamento sem K afetou a absorção do Ca, aumentando-a significativamente com relação aos demais tratamentos. O mesmo tipo de resposta foi verificado por Rodrigues Filho et al. (1988) com a cultura do amendoim. A omissão do Ca interferiu negativamente na absorção do Mg, fato bastante conhecido na literatura pertinente (Mengel & Kirkby, 1987).

Experimento II

Os resultados obtidos são apresentados nas Figs. 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 e nas Tabelas 3 e 4.

O ciclo biológico da cultura do grão-de-bico, cv. IAC-Marrocos, foi de 148 dias. O florescimento ocorreu aos 70 dias. No entanto, a matéria seca da parte aérea continuou a acumular-se depois dele, o que indica que a planta é de crescimento indeterminado.

O crescimento é rápido a partir do 28º dia após a germinação da semente, e acelerado após o florescimento, fenômeno, este, cujo resultado é o armazenamento de produtos da fotossíntese para translocação às partes reprodutivas. A matéria seca da parte aérea atingiu um valor máximo aos 105 dias, caindo, então, drasticamente, o que indica que o material fotossintético e mineral está sendo translocado para as partes reprodutivas,

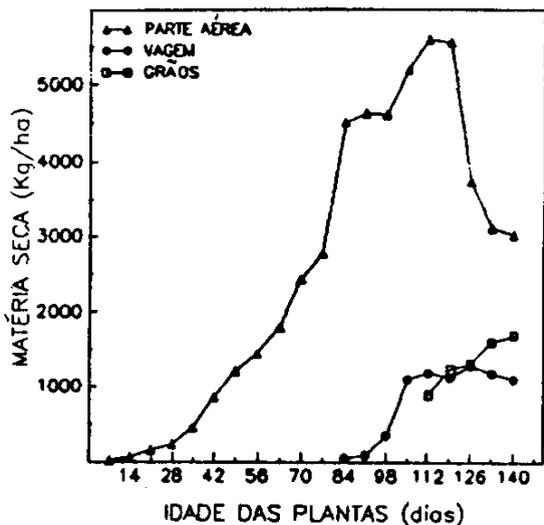


FIG. 2. Acúmulo e translocação de matéria seca pelas diferentes partes da cultura do grão-de-bico, ao longo do ciclo biológico.

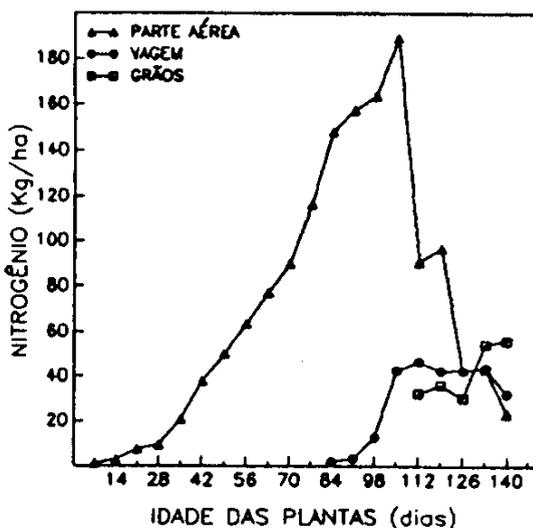


FIG. 3. Acúmulo e translocação do nitrogênio pelas diferentes partes da cultura do grão-de-bico, ao longo do ciclo biológico.

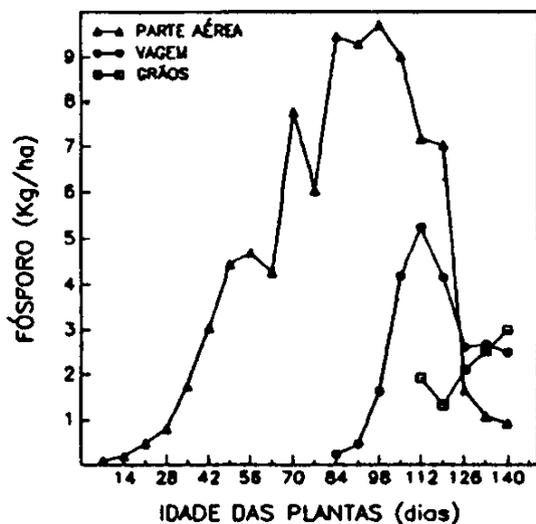


FIG. 4. Acúmulo e translocação do fósforo pelas diferentes partes da cultura do grão-de-bico, ao longo do ciclo biológico.

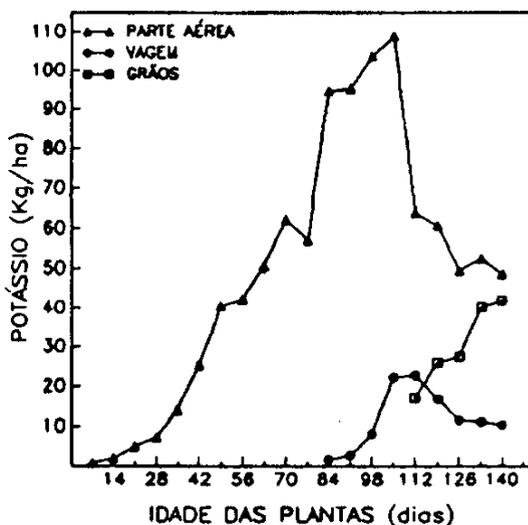


FIG. 5. Acúmulo e translocação do potássio pelas diferentes partes da cultura do grão-de-bico, ao longo do ciclo biológico.

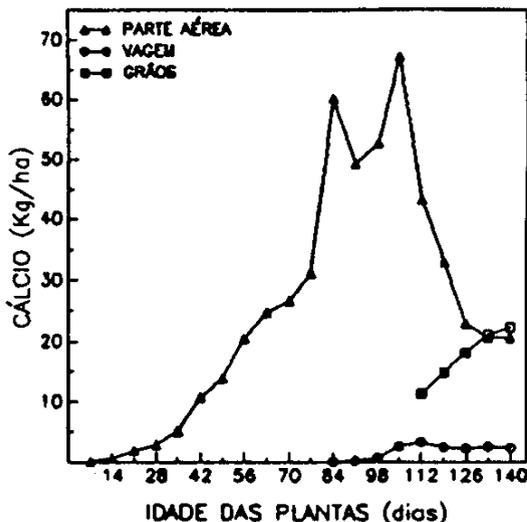


FIG. 6. Acúmulo e translocação do cálcio pelas diferentes partes da cultura do grão-de-bico, ao longo do ciclo biológico.

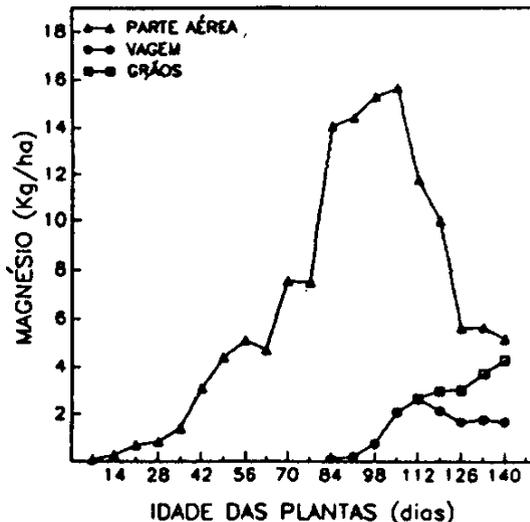


FIG. 7. Acúmulo e translocação do magnésio pelas diferentes partes da cultura do grão-de-bico, ao longo do ciclo biológico.

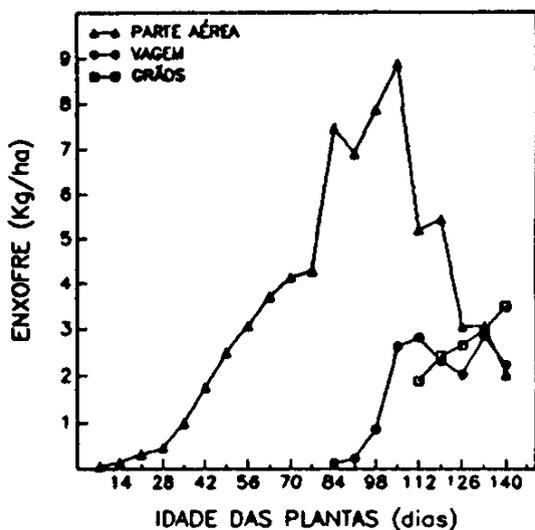


FIG. 8. Acúmulo e translocação do enxofre pelas diferentes partes da cultura do grão-de-bico, ao longo do ciclo biológico.

fato verificado pelo acúmulo nas referidas partes a partir de 112 dias.

O acúmulo máximo de nutrientes minerais na parte aérea, em termos quantitativos, ocorreu aos 105 dias para todos os macronutrientes avaliados, com exceção do P, cuja absorção máxima ocorreu aos 98 dias. O acúmulo máximo de minerais na vagem ocorreu aos 112 dias. A partir dessa data, os teores dos minerais começaram a cair drasticamente na parte aérea e na vagem, com exceção do Ca e do Mg da vagem, cujos teores permaneceram estáveis.

A marcha de absorção dos macronutrientes acompanha a da matéria seca da parte aérea e é semelhante para todos os nutrientes estudados. O padrão de translocação, da parte vegetativa para a reprodutiva varia com o mineral estudado (Tabela 3): o P tem a vagem como dreno primário, acumulando nela 53,0% da quantidade absorvida na matéria seca da parte aérea. Desta quantidade, transloca para o grão mais da metade (52,5%). A vagem pode ser também considerada um dreno primário para o K, uma vez que da quantidade

TABELA 3. Acúmulo e partição de matéria seca e de macronutrientes pelas diferentes partes da planta de grão-de-bico, cv. IAC-Marrocos, durante o ciclo vegetativo da cultura.

	Parte aérea		Vagem			Grão	
	QMA	QMA	QFC	QTG	QAMS	QMA	QAMS
	kg/ha	kg/ha	kg/ha	%		kg/ha	%
Mátéria seca	5600,0	1283,00	1101,00	14,18	22,90	1702,00	30,39
Nitrogênio	189,0	43,94	32,14	26,85	23,24	56,16	29,71
Fósforo	9,7	5,22	2,48	52,49	53,81	2,99	30,82
Potássio	108,0	22,71	10,45	53,98	21,02	41,86	38,75
Cálcio	60,0	3,33	2,31	30,63	5,55	22,23	37,05
Magnésio	15,6	2,62	1,65	37,02	16,79	4,25	27,24
Enxofre	8,8	2,85	2,23	21,75	32,20	3,50	39,50

QMA = quantidade máxima acumulada (kg/ha); QFC = quantidade acumulada no final do ciclo (kg/ha).

QTG = quantidade translocada para o grão (% de QMA na vagem); QAMS = % da QMA na parte aérea:

TABELA 4. Equações de regressão exponencial quadráticas do efeito da época (x) sobre a quantidade de kg/ha de matéria seca e macronutrientes acumulados (y) na cultura do grão-de-bico e coeficiente de correlação entre as variáveis.

Variável	Coef. correlação	Equação exponencial quadrática
Matéria seca	0,99	$y = 15,48835 \cdot \text{Exp. } (0,11153x - 0,000533x^2)$
Nitrogênio	0,99	$y = 0,60516 \cdot \text{Exp. } (0,12325x - 0,000690x^2)$
Fósforo	0,98	$y = 0,041849 \cdot \text{Exp. } (0,12889x - 0,000764x^2)$
Potássio	0,99	$y = 0,56285 \cdot \text{Exp. } (0,10749x - 0,000515x^2)$
Cálcio	0,99	$y = 0,14036 \cdot \text{Exp. } (0,12415x - 0,00649x^2)$
Magnésio	0,99	$y = 0,5127 \cdot \text{Exp. } (0,11303x - 0,000587x^2)$
Enxofre	0,99	$y = 0,03526 \cdot \text{Exp. } (0,11335x - 0,000637x^2)$

absorvida pela parte aérea, 54% é translocada. O Ca tem um comportamento inverso. Muito pouca quantidade absorvida pela parte aérea é a acumulada na vagem (5,5%). Vai diretamente ao dreno principal, em cada estágio da planta, como pode-se observar através dos dados originais do trabalho.

As variações percentuais de acúmulo entre os macronutrientes, no grão, são menores do que nas demais partes da planta, indicando a existência de um mecanismo interno de controle de fisiologia da nutrição, que garante uma boa composição química do grão.

Os macronutrientes estudados foram absor-

vidos quantitativamente pela cultura do grão-de-bico na seguinte ordem decrescente: N (189 kg/ha) > K 108,8 kg/ha > Ca (67,2 kg/ha) > Mg (15,6 kg/ha) > P (9,7 kg/ha) > S (8,8 kg/ha). Esses valores são muito semelhantes aos obtidos por Saxena (1980 para N e P. Comparando-se a capacidade do grão-de-bico de absorver macronutrientes em condições de disponibilidade normal do elemento no solo, com a capacidade da soja (Bataglia & Mascarenhas 1982), do feijão (Oliveira & Thung 1988) e da ervilha (Santos et al. 1981), verificou-se que a cultura acumula muito maior quantidade de N do que o feijão e a ervilha, muito mais K que soja e ervilha e princi-

palmente muito mais Ca do que as demais leguminosas, o que indica, portanto, uma necessidade grande deste nutriente.

Os dados obtidos no experimento permitiram calcular as equações de regressão para cada um dos nutrientes avaliados, e respectivos coeficientes de correlação entre as variáveis (Tabela 4). Para todos os nutrientes, a equação exponencial quadrática adaptou-se melhor à função. As equações permitirão o cálculo do estado nutricional de cultura em qualquer estágio do ciclo biológico.

CONCLUSÕES

1. A omissão de qualquer um dos macronutrientes afeta o crescimento da planta do grão-de-bico.

2. O cálcio é o elemento-chave na cultura, porque, além de afetar as relações com os demais nutrientes, é exigido em grande quantidade durante o ciclo biológico.

3. Os macronutrientes são absorvidos quantitativamente, na seguinte ordem decrescente: nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio, fósforo e enxofre.

REFERÊNCIAS

BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P.R.; GALLO, J.R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico, 1983. 48p. (Boletim Técnico, 78).

BATAGLIA, O.C.; MASCARENHAS, H.A.A. Nutrição Mineral da Soja. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **A soja no Brasil-Central**. Campinas, 1982. Cap. 4, p.115-133.

HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.I. **The water culture method for growing plants without soil**. Berkley: California Agricultural Experiment Station, 1950. 32p. (Boletim, 347).

MALAVOLTA, E.; DAMIÃO FILHO, C.F.; VOLPE, C.A.; MACHADO JÚNIOR, G.R.; VELHO, L.M.S.; ROSA, P.R.F.; LAURENTIS, S. Deficiências e excesso de minerais no feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Carioca). **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz"**, v.37, p.701-718, 1980.

MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. Calcium. In: PRINCIPLES of plant nutrition. Bern: International Potash Institute, 1987. Cap. 11, p.455-480.

OLIVEIRA, I.P.; THUNG, M.D.T. Nutrição mineral. In: ZIMMERMAN, M.J.O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.). **Cultura do Feijoeiro**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1988. p.175-212.

RODRIGUES FILHO, F.S.O.; FEITOSA, C.T.; GERIN, M.A.N. Omissão de macronutrientes em plantas de amendoim. **Bragantia**, v.47, n.2, p.305-312, 1988.

SANTOS, M.A.C.; HAAG, H.P.; SARRUGE, J.R. Absorção de macro e micronutrientes pela ervilha (*Pisum sativum* L.). In: HAAG, H.P.; MINAMI, K. (Eds.). **Nutrição Mineral de Hortaliças**. Campinas: Fundação Cargill, 1981. p.177-213.

SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. Soluções nutritivas. **Summa Phytopatológica**, v.1, p.231-233, 1975.

SAXENA, M.C. Recent advances in chickpea agronomy. In: GARVER, C. (Ed.). **Proceedings of the Internacional Workshop on chickpea Improvement**, 1979, Hyderabad, Índia. Potanchiru: International Crop Research for Semi Arid Tropic, 1980. p.89-96.