

ESTUDOS SOBRE A NUTRIÇÃO MINERAL DO FEIJÃO MACASSAR  
(*Vigna sinensis* (L.) ENDL.) II. EFEITOS DAS  
CARENCIAS DE MACRONUTRIENTES NO CRESCIMENTO,  
PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO MINERAL\*

J. Pires Dantas\*\*  
H. Bergamin Filho\*\*\*  
E. Malavolta\*\*\*

RESUMO

Foram induzidas deficiências de macronutrientes em duas cultivares de *Vigna sinensis* cultivadas em solução nutritiva. A determinação da matéria seca das diferentes partes permitiu verificar o efeito da falta de um nutriente no crescimento e na produção.

As análises minerais forneceram indicações que ajudam na avaliação do estudo nutricional.

\* Entregue para publicação em 14.09.1979.  
Parte da dissertação de mestrado em Solos e Nutrição de Plantas, ESALQ-USP, Piracicaba, SP. apresentada pelo primeiro autor.

\*\* Fac. Ciências Agrárias, UFPB, Areia, PB.

\*\*\* Departamento de Química e CENA, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.

TRATAMENTOS

SOLUÇÕES	Com- ple- to	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S	-B	-Fe	-Cu	-Mn	-Mo	-Zn
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
KNO <sub>3</sub>	M	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	M	5	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	M	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	M	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O p.05 M	M	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
CaSO <sub>4</sub>	M	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
*Micro nutrientes -Fe	M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
*Micro nutrientes -B	M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
*Micro nutrientes -Cu	M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
*Micro nutrientes -Mn	M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
*Micro nutrientes -Mo	M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
*Micro nutrientes -Zn	M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
* Composição: H <sub>2</sub> BO <sub>3</sub> 2,86 g/l; MnCl <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O 1,81 g/l; ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O 0,22 g/l; CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O 0,08 g/l;													
* Fe-EDTA: (JACOBSÉN, 1951)													
H <sub>2</sub> MO <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O 0,02 g/l.													

Tabela 1 - Tratamentos delineados para ambas as variedades "pitiluba" e "dorminhoco" com respectivas soluções nutritivas usadas.

## INTRODUÇÃO

Em trabalho anterior (DANTAS *et alii*, 1979) foram feitas a revisão da literatura e a justificada para os trabalhos conduzidos com a finalidade de estudar vários aspectos da nutrição mineral do feijão macassar.

A presente contribuição teve como objetivo verificar o efeito da omissão dos macronutrientes no crescimento, produção e composição mineral das diversas partes da planta, obtendo-se informações que possam servir como termo de comparação na avaliação do estado nutricional via análise química do tecido.

## MATERIAL E MÉTODOS

Detalhes sobre o cultivo das plantas foram dados por DANTAS *et alii* (1979).

Com os sintomas de deficiência bem definidos, ou o atingimento completo do ciclo vegetativo, no caso do tratamento completo, as plantas foram colhidas por tratamento, tendo sido convencionado com antecedência considerar folhas inferiores àquelas correspondentes aos dois terços inferiores dos ramos e folhas superiores às do terço superior dos ramos. Isto devido à intensidade de ramificação apresentada por certas plantas com determinado tratamento. Cada planta foi separada em raiz, caule, folhas inferiores, folhas superiores e, quando possível, em frutos. Para o tratamento completo, foi feita a medição do diâmetro do caule ao nível do coleto, do comprimento do caule, e a contagem do número de folhas. Tanto as raízes como as demais partes da planta foram lavadas, obedecendo à sequência: água destilada, HCl a 1%, água destilada e água deionizada, sendo em seguida enxugadas com folhas de papel toalha e acondicionadas em sacos de papel devidamente etiquetados e postos a secar em estufas de circulação de ar forçada, a uma temperatura de 60-70°C até secagem completa. Após a secagem, foi realizada a pesagem do material, obtendo-se dados de

matéria seca dos diversos órgãos, sendo os grãos separados da palha.

Com a obtenção dos pesos de matéria seca das diversas partes da planta procedeu-se a moagem em moinho semimicro "Wiley", peneira de malha nº 20, sendo em seguida as amostras acondicionadas em recipientes de plástico e guardadas para posteriores análises.

Após moagem do material vegetal, foram preparados os extratos para determinação dos macro e micronutrientes através dos seguintes métodos analíticos.

Nitrogênio: Mikrokjeldhal.

Fósforo: Standard method nº 329-74W/A Technicon, Fulleton.

Potássio, Cálcio e Magnésio:

Espectrofotometria de absorção atômica.

Enxofre:

Método turbidimétrico em fluxo contínuo, sendo o enxofre determinado como ânion sulfato.

Cobre, Ferro, Manganês e Zinco:

Espectrofotometria de absorção atômica.

Boro:

Método colorimétrico da curcumina.

Molibdênio:

Método colorimétrico do tiocianato.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

*Crescimento e produção*

Os dados de produção de matéria seca aparecem na Tabela 1; os relativos à produção de grãos estão na Tabela 2.

Os tratamentos afetaram a produção de matéria seca na seguinte ordem decrescente, fazendo-o igualmente nas duas variedades.

Completo > - S > - Mg = - P = - K = - Ca > - N; com exceção feita para os tratamentos - Ca e - Mg, a omissão dos elementos influenciou mais o desenvolvimento da parte aérea que o das raízes, em termos relativos.

A produção de grãos (Tabela 2) não foi incluída na avaliação do efeito da omissão dos elementos pois teve lugar somente em alguns dos tratamentos; nos outros devido à anormalidade provocada pela carência as plantas foram colhidas antes do fim do ciclo. Vê-se que o efeito se verificou na seguinte ordem decrescente:

Completo > - S > - Mo > - Ca > - Mn

*Composição mineral*

A Tabela 3 mostra como as deficiências de macronutrientes influenciavam os teores dos mesmos e os de micronutrientes nas folhas superiores e inferiores das duas variedades de *Vigna*. Desde logo pode-se ver que a omissão de um elemento na solução nutritiva causou diminuição no teor dos mesmos nos dois tipos de folhas. Verifica-se também existirem diferenças no comportamento das duas variedades. Em seguida será discutido a variação no nível foliar de cada elemento em função dos tratamentos.

Tabela 1 - Peso da matéria seca (g/planta) das variedades "dorminhoco" (Do) "pituba" (Pi) em função dos tratamentos (média de 4 repetições)

Variedade	Completo				-N				-P				-K				-Ca				-Mg				-S																
	Do	Pi	Do	Pi	Do	Pi	Do	Pi	Do	Pi	Do	Pi	Do	Pi	Do	Pi	Do	Pi	Do	Pi	Do	Pi	Do	Pi	Do	Pi															
Tukey 51	11,06	10,35	35,65	32,23	10,26	13,36	16,36	15,01	122,05	120,43	1/10	1/11	1/2	2,69	1/4	1/4	14,88	13,21	1/7	1/5	11,64	5,54	1/12	1/10	1,87	3,07	3,51	2,51	0,93	0,54	1,48	1,68	8,44	2,62	11,48	14,21	8,55	22,94	25,51	11,39	8,24
Tukey 51	5,01	5,01	12,04	12,04	5,54	5,54	6,16	6,16	26,07	26,07	-	-	-	-	-	-	26,07	26,07	1/7	1/7	26,69	22,28	1/7	1/10	3,22	3,22	2,38	6,11	5,02	5,02	14,21	11,48	9,02	9,02	9,50	11,50	54,95	50,94	11,39	8,24	
Tukey 51	7,00	7,00	12,04	12,04	5,54	5,54	6,16	6,16	26,07	26,07	-	-	-	-	-	-	26,07	26,07	1/7	1/7	26,69	22,28	1/7	1/10	3,22	3,22	2,38	6,11	5,02	5,02	14,21	11,48	9,02	9,02	9,50	11,50	54,95	50,94	11,39	8,24	
Tukey 51	2,91	2,91	12,04	12,04	5,54	5,54	6,16	6,16	26,07	26,07	-	-	-	-	-	-	26,07	26,07	1/7	1/7	26,69	22,28	1/7	1/10	3,22	3,22	2,38	6,11	5,02	5,02	14,21	11,48	9,02	9,02	9,50	11,50	54,95	50,94	11,39	8,24	
Tukey 51	15,16	15,16	12,04	12,04	5,54	5,54	6,16	6,16	26,07	26,07	-	-	-	-	-	-	26,07	26,07	1/7	1/7	26,69	22,28	1/7	1/10	3,22	3,22	2,38	6,11	5,02	5,02	14,21	11,48	9,02	9,02	9,50	11,50	54,95	50,94	11,39	8,24	
Tukey 51	3,59	3,59	12,04	12,04	5,54	5,54	6,16	6,16	26,07	26,07	-	-	-	-	-	-	26,07	26,07	1/7	1/7	26,69	22,28	1/7	1/10	3,22	3,22	2,38	6,11	5,02	5,02	14,21	11,48	9,02	9,02	9,50	11,50	54,95	50,94	11,39	8,24	
Tukey 51	7,00	7,00	12,04	12,04	5,54	5,54	6,16	6,16	26,07	26,07	-	-	-	-	-	-	26,07	26,07	1/7	1/7	26,69	22,28	1/7	1/10	3,22	3,22	2,38	6,11	5,02	5,02	14,21	11,48	9,02	9,02	9,50	11,50	54,95	50,94	11,39	8,24	
Tukey 51	15,16	15,16	12,04	12,04	5,54	5,54	6,16	6,16	26,07	26,07	-	-	-	-	-	-	26,07	26,07	1/7	1/7	26,69	22,28	1/7	1/10	3,22	3,22	2,38	6,11	5,02	5,02	14,21	11,48	9,02	9,02	9,50	11,50	54,95	50,94	11,39	8,24	

Tabela 3 - Influência dos tratamentos no teor foliar de macró e micronutrientes (\*)

Tabela 2 - Produção de vagens (matéria seca)

Tratamentos	g/planta						kg/ha					
	Grãos		Casca		Grãos		Casca		Grãos		Casca	
	Pi	Do	Pi	Do	Pi	Do	Pi	Do	Pi	Do	Pi	Do
Completo	37	38	11	11	1482	1552	458	456				
-S	20	8	8	3	811	322	328	149				
-Ca	9	14	3	4	380	573	112	176				
-Mn	5	6	2	2	202	265	71	88				
-Mo	13	13	4	5	527	538	142	200				

Elemento	Completo	-N	-P	Tratamento				-S
				-K	-Ca	-Mg	-S	
<b>N%</b>								
Pi	1,69-1,29	1,59-1,62	2,23-2,36	2,85-3,64	2,30-3,62	2,74-3,24	2,09-1,52	
Do	2,23-1,88	1,76-1,56	2,78-3,88	3,54-5,23	1,88-3,14	3,01-4,55	1,79-1,66	
<b>P%</b>								
Pi	0,15-0,12	0,64-0,26	0,02-0,02	0,17-0,16	0,16-0,14	0,13-0,13	0,08-0,06	
Do	0,13-0,12	0,71-0,59	0,02-0,06	0,26-0,18	0,18-0,15	0,15-0,19	0,06-0,05	
<b>K%</b>								
Pi	3,09-3,54	2,32-1,85	2,80-2,79	0,69-0,54	3,98-2,74	4,25-3,85	3,42-4,04	
Do	3,30-3,47	2,59-3,89	3,28-2,88	0,59-0,90	2,93-3,68	4,37-4,42	3,74-3,75	
<b>Ca%</b>								
Pi	5,86-3,02	3,88-1,58	4,20-3,38	5,83-3,42	1,64-0,45	3,16-2,40	5,88-5,17	
Do	4,90-4,36	3,49-2,09	4,15-2,05	4,97-2,64	1,94-0,60	3,55-2,73	5,80-4,60	
<b>Mg%</b>								
Pi	0,76-0,72	0,67-0,43	0,73-0,73	1,23-0,53	1,45-0,77	0,15-0,15	0,76-0,58	
Do	0,56-0,51	0,66-0,58	0,57-0,50	1,16-0,82	1,21-0,89	0,13-0,17	0,68-0,53	
<b>S%</b>								
Pi	0,14-0,14	0,34-0,29	0,43-0,56	0,60-0,48	0,44-0,26	0,65-0,61	0,06-0,06	
Do	0,15-0,12	0,57-0,55	0,34-0,29	0,2-0,28	0,34-0,34	0,34-0,29	0,04-0,05	
<b>B ppm</b>								
Pi	207-158	-	158-162	146-179	=	125-150	161-131	
Do	198-95	-	123-200	119-197	=	91-119	118-117	
<b>Cu ppm</b>								
Pi	6-6	10-11	12-18	18-16	15-11	17-11	6-4	
Do	5-5	12-6	12-7	11-10	12-12	9-9	6-5	
<b>Fe ppm</b>								
Pi	972-975	574-283	1422-1516	1450-1427	713-234	1527-1606	971-811	
Do	662-700	414-328	1182-468	1106-528	864-504	868-868	676-747	
<b>Mn ppm</b>								
Pi	152-121	428-128	222-155	169-152	289-42	90-62	152-164	
Do	144-114	386-248	166-66	103-40	198-60	80-67	152-145	
<b>Mo ppm</b>								
Pi	0,27-0,23	-	-	-	-	-	0,22-0,26	
Do	0,20-0,26	-	-	-	-	-	0,25-0,43	
<b>Zn ppm</b>								
Pi	38-40	135-68	143-147	147-80	284-63	68-65	38-42	
Do	47-38	123-95	63-69	63-62	29-60	45-47	46-41	

(\*) o 1º número refere-se às folhas inferiores e o 2º às superiores.

Nitrogênio - No tratamento completo os teores de N foram maiores na variedade Dorminhoco que na Pitiúba. A deficiência de qualquer um dos macronutrientes, exceto a de S, causou um aumento na % de N. O efeito de diluição (Tabela 1) explica em grande parte a variação assinalada.

Fósforo - Os aumentos nos teores foliares de P que se observam nos tratamentos - N, -K, -Ca e -Mg provavelmente se devem ao efeito de diluição ocorrido no completo. As folhas das plantas - S mostraram, ao contrário, diminuição no nível de P da matéria seca.

Potássio - As plantas - Mg como era de se esperar, mostraram porcentagens de K nas folhas maiores que as encontradas nos tratamentos completo, o que se deve à ausência de inibição na absorção do primeiro. Tendência semelhante foi verificada no tratamento - S.

Cálcio - A deficiência de N provocou diminuição no teor foliar de Ca. A falta de K mostrou comportamento diferente, dependendo da variedade, redução na concentração do elemento somente nas folhas superiores da cv. Dorminhoco. A falta de Mg, ao contrário do esperado, provocou diminuição no teor de Ca.

Magnésio - Devido à perda na inibição competitiva, as plantas deficientes em Ca e K apresentaram maiores concentrações de Mg no tecido.

Enxofre - O efeito de diluição explica o teor de S menor no tratamento Completo quando comparado com todos os demais, exceto o menos S.

Boro - As variações no teor foliar de B não sugerem nenhum padrão aparente.

Cobre - O teor de Cu nas folhas das duas variedades foi aumentado em todos os tratamentos, exceto no menos S o que afasta a possibilidade de explicar a variação em função apenas do efeito da diluição.

Ferro - O nível foliar de Fe diminuiu no tratamento - N e aumentou nas folhas inferiores das duas variedades nas plantas - P, -K; nas folhas superiores houve aumento nos tratamentos - P, -K e -Mg da variedade Pitiúba.

Manganês - O teor de Mn cresceu no tratamento - N nos dois tipos de folhas analisadas; aumento também somente nas folhas inferiores das plantas - Ca; ocorreu diminuição no tratamento - Mg.

Molibdênio - Parece ter havido elevação no teor de Mo no tratamento - S da variedade Dorminhoco.

Zinco - Todos os tratamentos, exceto - S e o - Mg, provocaram aumento no teor foliar de zinco.

A Tabela 4 é uma tentativa de avaliação do estado nutricional do feijão macassar com base na análise das folhas inferiores.

Tabela 4 - Teores foliares adequados e deficientes

Elemento	Adequado	Deficiente
N	1,97 ± 0,16	1,28 ± 0,13
P	0,14 ± 0,03	0,02 ± 0,01
K	3,20 ± 0,36	0,64 ± 0,10
Ca	5,38 ± 0,41	1,79 ± 0,24
Mg	0,66 ± 0,14	0,14 ± 0,05
S	0,15 ± 0,04	0,05 ± 0,01

#### RESUMO E CONCLUSÕES

As variedades de *Vigna sinensis* Dorminhoco e Pitiúba foram cultivadas em solução nutritiva Completa e com deficiência de macronutrientes, tendo sido as folhas analisadas no fim do ciclo.

As variações encontradas nos teores foliares de macro e micronutrientes de um modo geral correspondem ao conhecido; a falta de um dado elemento provocou diminuição no seu teor; aumentos no teor de elementos não limitantes na ausência de outros no substrato como consequência do efeito da diluição; casos de interação explicados por influência nos processos de absorção e transporte.

Os seguintes níveis foliares de macronutrientes estão associados com o desenvolvimento adequado das duas variedades: N=1,97  $\pm$  0,16, P=0,14  $\pm$  0,03, K=3,20  $\pm$  0,36, Ca=5,38  $\pm$  0,41, Mg=0,66  $\pm$  0,14, S=0,15  $\pm$  0,04.

A produção de matéria seca foi afetada na seguinte ordem decrescente: Completo, -S, -Mg, -P, -K, -Ca, -N.

#### SUMMARY

#### STUDIES ON THE MINERAL NUTRITION OF *Vigna Sinensis*. II. EFFECTS OF DEFICIENCIES OF MACRONUTRIENTS ON GROWTH, YIELD AND LEAF COMPOSITION

*Vigna sinensis*, varieties "Dorminhoco" and "Pitiúba", was grown in nutrient solution in the presence and absence of macronutrients; leaves (upper and lower) were collected for analysis at the end of the life cycle or when symptoms of deficiency were marked.

Variations found in leaf composition agree, as a rule, with what is contained in the literature with regards to other species under the same type of experimental conditions: reduction in concentration in the tissue when the element was absent from the substrate; interionic, counter ion, and dilution effects.

The following levels of macronutrients were associated with maximum growth: N=1.97  $\pm$  0.16; P=0.14  $\pm$  0.03; K=3.20  $\pm$  0.36; Ca=5.38  $\pm$  0.41; Mg=0.66  $\pm$  0.14; S=0.15  $\pm$  0.04. As indication of deficiency, on the other hand, the corresponding leaf contents would be: N = 1.28  $\pm$  0.13; P =

0.02  $\pm$  0.01; K=0.64  $\pm$  0.10; Ca=1.79  $\pm$  0.24; Mg=0.14  $\pm$  0.05; S=0.05  $\pm$  0.01. Due to the large differences found between foliar composition in the control and the deficient plants it is very likely that under field conditions deficiencies may occur when the level of a given element in the leaves is higher than those presented herein.

Dry matter was affected in the following decreasing order: Complete, -S, -Mg, -P, -K, -Ca, -N; therefore, the lowest yield was obtained in the treatment lacking nitrogen.

#### LITERATURA CITADA

DANTAS, J.P.; BERGAMIN FO, H. & MALAVOLTA, E., 1979. Estudos sobre a nutrição mineral do feijão macassar. I. Deficiências minerais. Anais E.S.A. "Luiz de Queiroz" - no prelo.