

EFEITO DA DEFICIÊNCIA DE POTÁSSIO SOBRE ALGUNS ASPECTOS METABÓLICOS EM FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L.)

Luiz E. Gutierrez (1)

Otto J. Crocomo (1)

Luiz C. Basso (1)

INTRODUÇÃO

Plantas deficientes em potássio apresentaram redução no crescimento, clorose nas folhas e pequena quantidade de raízes (COBRA NETO *et alii*, 1971). A intensidade da síntese proteica é diminuída (BASSO, 1973), ocorrendo acúmulo de aminoácidos e aminas (CROCOMO & BASSO, 1974), redução no teor de nitrato e aumento no nível de amônio (EATON, 1952). Neste particular é conveniente salientar que o teor de amina putrescina é mais elevado em plantas cultivadas em meio amoniacal que em meio nítrico (SMITH, 1973), existindo mesmo um efeito sinérgico entre deficiência de potássio e presença de amônio, tanto em causar sintomas mais drásticos como em elevar o teor de putrescina (COLEMAN & RICHARDS, 1956). É conhecido o fato de que teores elevados de amônio podem acarretar morte das plantas. VINES & WEDDING (1960) verificaram que amônia não dissociada é mais efetiva em inibir a respiração em plantas, afetando a reação NADH NAD.

O elemento potássio é essencial para síntese de proteínas e em especial na formação da redútase de nitrato (NITSOS & EVANS, 1966).

A deficiência de potássio provoca aumento na atividade de enzimas da glicólise e do ciclo de Krebs (WAKIUCHI *et alii*,

(1) Escola Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz», Universidade de São Paulo, Piracicaba

1971) e aumento na atividade da cadeia respiratória e maior proporção de ATP (MATSUMOTO & WAKIUCHI, 1974).

No presente trabalho, o objetivo foi relacionar o teor de proteína, clorofila, açúcares redutores e redútase de nitrato com a deficiência de potássio.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção de plantas

Sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) dos cultivares Goiano Precoce e Carioca foram lavadas com água e superficialmente esterilizadas com solução de hipoclorito de sódio 0,5% durante 10 minutos. Foram colocadas para germinar em bandeja contendo sílica moída e irrigadas diariamente com água destilada. Sete dias após a germinação, as plântulas foram transferidas para solução nutritiva de HOAGLAND & ARNON (1950), sendo que a solução deficiente em potássio apresentava nitrato de amônio em substituição ao nitrato de potássio.

Clorofila

Os teores de clorofila **a** e **b** foram determinados nos extratos cetônicos segundo método de MACKINNEY (1941) e ARNON (1949).

Açúcares redutores

Os açúcares foram extraídos com etanol 80%, à quente e analisados pelo método de Somogyi-Nelson descrito em JACOBS (1958), adotando-se glucose como padrão.

Proteína total

A proteína das folhas foi extraída com NaOH 0,1 N em almofariz com sílica moída, precipitada com ácido tricloroacético a 20%, redissolvida em NaOH 0,1 N e determinada segundo LOWRY *et alii* (1951), utilizando-se soroalbumina bovina como padrão.

Redútase de Nitrato

Foi adotado o método *In vivo* de HAGEMAN & HUCKLESBY (1971) com pequenas modificações: 200 mg de discos de 1cm de diâmetro das folhas foram transferidas para tubo de ensaio. O sistema de incubação consistiu de 2 ml de KNO₃ 0,1 M e 3 ml de tampão fosfato de potássio 0,2 M (pH 7,4). Antes da incubação a 30°C, foi feito vácuo nos tubos para maior infiltração da solução. Os tubos foram envolvidos em papel alumínio e incubados durante tempos de 10 a 30 minutos. A determinação do nitrito formado foi realizada com sulfanilamida e alfa-naftil-etilendiamina.

Matéria seca

A matéria seca foi obtida por secagem das folhas a 70°C durante 48 horas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como pode ser observado no quadro V, o peso das folhas foi sensivelmente afetado pela deficiência de potássio nos dois cultivares estudados. O peso de 1 folha da planta normal foi cerca de duas vezes maior do que a planta deficiente. Este fato poderia ser explicado pela menor intensidade da síntese proteica impedindo a formação de novos tecidos.

No quadro I é apresentado o teor de proteína nas folhas, onde se observa que o elemento potássio é essencial para a síntese proteica, pois as folhas das plantas deficientes apresentaram um teor de proteína cerca de 2 vezes menor no cultivar Goiano Precoce e 1,5 vezes menor no Carioca. Foi obtida uma correlação positiva e significativa ($r = 0,72$) entre o peso de uma folha e o teor de proteína mostrando que a proteína contribui significativamente para o peso das folhas.

QUADRO I - Teor de proteína de folhas de feijoeiro normal e deficiente em potássio (-K) em diversos estágios de deficiência, expresso em mg/matéria seca 1 folha.

Estágios (semanas)	Goiano Precoce		Carioca	
	Normal	-K	Normal	-K
2	29,0	27,3	30,3	29,9
3	37,3	32,0	19,1	12,5
4	42,8	15,2	20,1	13,9
5	40,1	5,5	30,9	10,1
Média	37,3	20,0	25,1	16,6

As atividades da redutase de Nitrato estão citadas no quadro IV, sendo que não houve correlação ($r = 0,016$) significativa entre redutase de nitrato e o teor de proteína, embora esse enzimo seja considerado como limitante no processo da síntese proteica (KLEPPER, 1974).

No quadro II, nota-se que o teor de açúcares redutores é sensivelmente maior nas folhas das plantas -K sendo cerca de 3,7 vezes maior no cultivar Goiano Precoce e 3,3 vezes maior no Carioca. MATSUMOTO *et alii* (1968) observaram que a toxidez por amônio provocou um aumento de 17 vezes no teor de glucose e que o aumento não é explicado pela degradação de amido.

QUADRO II - Teor de açúcares redutores de folhas de feijoeiro normal e deficiente em potássio (-K) em diversos estágios de deficiência, expresso em %/matéria seca.

Estágios (semanas)	Goiano Precoce		Carioca	
	Normal	-K	Normal	-K
2	1,47	3,02	0,89	2,42
3	0,19	2,05	0,40	2,46
4	0,52	2,29	0,21	2,10
5	0,54	2,62	1,35	2,42
Média	0,68	2,49	0,71	2,35

O fenômeno de elevado teor de açúcares nas plantas -K pode ser uma indicação de que o K atua no sentido de incorporar açúcares na molécula de polissacarídeos. Na ausência do K acumula-se açúcares redutores com menor formação de amido e celulose, provocando menor desenvolvimento da planta, como pode ser visto no quadro V. MATSUMOTO *et alii* (1971) encontraram que a atividade de sintetase de amido decresceu durante toxidez por amônio. E como plantas -K apresentaram teores mais elevados de NH_3 (EATON, 1952), o mesmo fenômeno deve estar ocorrendo nas plantas -K.

A clorofila é uma substância ligada diretamente com a formação de açúcares. No presente ensaio foi observada uma redução nos teores das clorofilas **a** e **b** nas plantas -K (quadro III). Foram encontradas correlações positivas e significativas entre o peso fresco de uma folha com os teores de clorofila **a** e **b** ($r=0,64$).

O cultivar Carioca apresentou teores mais elevados do que Goiano Precoce em relação a clorofila **a** e **b**, sendo que nos dois cultivares o teor da clorofila **a** foi maior do que **b**.

QUADRO III - Teores de clorofila a e b de folhas de feijoeiro normal (N) e deficiente em K (-K) em diversos estágios de deficiência, expressos em mg/100 g matéria seca.

	Semanas de Deficiência				
	2	3	4	5	Média
Clorofila a					
Goiano Precoce - Normal	1140	1216	1060	1174	1147
-K	1038	1001	572	1174	731
Carioca - Normal	1244	1578	1360	1285	1367
-K	869	1138	529	505	760
Clorofila b					
Goiano Precoce - Normal	387	447	406	416	414
-K	364	348	217	98	257
Carioca - Normal	542	531	463	522	514
-K	334	394	312	206	311

A deficiência de potássio provocou sensíveis reduções nos teores de clorofilas a e b, indicando a participação direta ou indireta do K no mecanismo de formação de clorofila. PATNAIK *et alii* (1972) verificaram que níveis tóxicos de amônio acarretaram menor teor de clorofila e que a adição de K estimula a síntese de clorofila e aumento do peso fresco.

No quadro VI observa-se que a deficiência de potássio altera o balanço hídrico provocando nas plantas um aumento na porcentagem de matéria seca das folhas confirmando observações de CATTINI (1974).

QUADRO IV - Atividade de redutase de nitrato de folhas em feijoeiro normal (N) e deficiente em potássio (-K) em diversos estágios de deficiência. Expresso em micromols NaNO_2 /hora/g peso seco.

Estágios (semanas)	Goiano Precoce		Carioca	
	N	-K	N	-K
2	29,32	46,89	48,87	41,51
3	13,95	24,30	82,75	18,20
4	25,59	25,56	17,10	16,45
5	26,33	20,40	19,02	29,36
Média	23,80	29,29	41,93	26,38

QUADRO V - Peso médio de 1 folha de feijoeiro normal (N) e deficiente em potássio (- K) em diversos estágios de deficiência. Expresso em g.

Estágios) (semanas)	Goiano-Precoce		Carioca	
	N	-K	N	-K
2	2,56	1,78	2,83	1,76
3	3,33	1,99	3,20	1,68
4	4,84	1,77	3,38	1,46
5	4,11	1,37	3,65	1,97
Média	3,71	1,73	3,26	1,72

QUADRO VI - Matéria seca de folha de feijoeiro normal (N) e deficiente em potássio (- K) em diversos estágios de deficiência.

Estágios (semanas)	Goiano Precoce		Carioca	
	N	-K	N	-K
2	9,48	10,13	8,86	12,48
3	9,10	10,74	7,77	13,31
4	11,41	14,75	9,53	12,21
5	11,85	15,78	12,04	15,36
Média	10,46	12,85	9,55	13,34

CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos, pode-se apresentar as seguintes conclusões:

As folhas das plantas deficientes em potássio apresentaram menor teor de proteína e clorofila a e b, elevados níveis de açúcares redutores, folhas com menor crescimento e peso. Sendo estes sintomas semelhantes aos de toxidez por amônio, pode-se especular que as alterações metabólicas provocadas pela deficiência de potássio tenham algo em comum com aquelas devido à toxidez por amônio.

RESUMO

Folhas de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* cv. Goiano Precoce e Carioca) foram obtidas de plantas cultivadas em soluções

nutritivas completa e deficiente em potássio. Os níveis de proteína, clorofilas **a** e **b** e peso das folhas, dos dois cultivares, sofreram redução nas plantas deficientes em potássio, sendo esses sintomas semelhantes aos de toxidez por amônia. Os teores de açúcares redutores e matéria seca foram maiores nas plantas cultivadas em solução -K. A deficiência de potássio não apresentou o mesmo efeito nos dois cultivares em relação à redutase de nitrato. O cultivar Goiano Precoce apresentou maior atividade de redutase de nitrato nas folhas -K enquanto que no Carioca essa maior atividade foi encontrada nas folhas de plantas normais.

SUMMARY

«EFFECTS OF POTASSIUM DEFICIENCY ON SOME METABOLIC ASPECTS OF BRAZILIAN BEAN PLANTS»
(*Phaseolus vulgaris* L.)

Leaves of brazilian bean (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Goiano Precoce and Carioca) were harvested from plants grown in complete and -K nutritive solutions. There was a significant decrease in protein and chlorophylls content as well as in leaf weight by occasion of potassium deficiency. Reducing sugars and dry weight were higher in -K plants. The effect of potassium deficiency was not the same for two cultivars Goiano Precoce and Carioca. The first showed an increase in NO₃ reductase activity while the second showed a decrease. The symptoms found in this work for potassium deficiency were similar that for NH₃ toxicity in other plants.

LITERATURA CITADA

- ARNON, D.I., 1949. Copper in isolated chloroplasts. Polyphenol-oxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiol.* 24:1-15.
- BÁSSO, L.C., 1973. Significado bioquímico da deficiência de potássio na formação de aminas em gergelim (*Sesamum indicum*). Tese de Doutorado, Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu, São Paulo.
- CATTINI, M.A., 1974. Contribuição ao estudo do papel fisiológico e bioquímico do potássio em plantas de feijão (*Phaseolus vulgaris* cv. Goiano Precoce). Dissertação de Mestrado, ESALQ, USP, Piracicaba.
- COBRA NETO, A., W.R. ACCORSI & E. MALAVOLTA, 1971. Estudos sobre a nutrição mineral do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. var. Roxinho). *Anais da E.S.A. «Luz de Queiroz»*, 24: 131-140.
- COLEMAN, R.G. & F.J. RICHARDS, 1956. Some aspects of nitrogen metabolism in barley and other plants in relation to potassium deficiency. *Annals of Botany*, 20(79):393-409.

- CROCOMO, O.J. & L.C. BASSO, 1974. Accumulation of putrescine and related amino acids in potassium deficient *Sesamum*. **Phytochemistry** 13: 2659-2665.
- EATON, S.V., 1952. Effects of potassium deficiency on growth and metabolism of sunflower plants. **Bot. Gaz.** 114: 165-180.
- HAGEMAN, R.H. & D.P. HUCKLESBY, 1971. Nitrate reductase from higher plants. **Methods in Enzymol.** 17A: 491-503.
- HOAGLAND, D.R. & D.I. ARNON, 1950. The water culture method for growing plants without soil. Calif. Agric. Exp. Sta., California, Circ. 347.
- JACOBS, M.B., 1958. **The chemical analysis of foods and food products**, Van Nostrand Reinhold Co., New York, 3 rd. ed.
- LOWRY, O.H.; N.J. ROSEBROUGH, A.L. FARR & R.J. RANDALL, 1951. Protein measurement with the Folin phenol reagent. **J. Biol. Chem.** 193: 265-275.
- MACKINNEY, G., 1941. Absorption of light by chlorophyll solutions. **J. Biol. Chem.** 140: 315-322.
- MATSUMOTO, H.; N. WAKIUCHI & E. TAKAHASHI, 1968. Changes of sugar levels in cucumber leaves during ammonium toxicity. **Physiol. Plant.** 21: 1210-1216.
- MATSUMOTO, H.; N. WAKIUCHI & E. TAKAHASHI, 1971. Changes of starch synthetase activity of cucumber leaves during ammonium toxicity. **Physiol. Plant.** 24: 102-105.
- MATSUMOTO, H. & N. WAKIUCHI, 1974. Changes in ATP in cucumber leaves during ammonium toxicity. **Z. Pflazen Physiol.** 73: 82-85.
- NITSOS, R.E. & H.J. EVANS, 1966. Effects of univalent cations on the inductive formation of nitrate reductase. **Plant. Physiol.** 41: 1499-1504.
- PATNAIK, R.; A.V. BARKER & D.N. MAYNARD, 1972. Effects of ammonium and potassium ions on some physiological and biochemical process of excised cucumber cotyledons. **Physiol. Plant.** 27: 32-36.
- SMITH, T.A., 1973. Amine levels in mineral - deficient *Hordeum vulgare* leaves. **Phytochemistry** 12: 2093-2100.
- VINES, H.M. & R.T. WEDDING, 1960. Some effects of ammonia on plant metabolism and possible mechanism for ammonia toxicity. **Plant Physiol.** 35: 820-825.
- WAKIUCHI, N., H. MATSUMOTO & E. TAKAHASHI, 1971. Changes of some enzymes activities of Cucumber during ammonium toxicity. **Physiol. Plant.** 24: 248-251.