

# **Efeito do nitrogênio, fósforo e potássio na produção e valor nutritivo do feijão** (*Phaseolus vulgaris L*)

NELSON DE SOUZA\*, JOSÉ RICARDO MACHADO\*,  
JULIO NAKAGAWA\*, JOSÉ ERNESTO DOS SANTOS\*\* e  
JOSÉ EDUARDO DUTRA DE OLIVEIRA\*\*

## **RESUMO**

Em solo, classificado como Latosol Vermelho Amarelo fase arenosa, cuja análise química revelou ser muito pobre em nitrogênio, fósforo e potássio realizou-se um ensaio fatorial 3<sup>3</sup> de produção e estudo do valor nutritivo do feijão (*Phaseolus vulgaris L*). As doses de fertilizantes utilizadas foram: 0-40-80; 0-60-120 e o 0-40-80 Kg/ha, respectivamente para nitrogênio, fósforo e potássio.

Os resultados obtidos demonstraram no que diz respeito à produção, uma resposta significativa para a adubação com nitrogênio. Esse efeito teve um comportamento linear. Para o caso do fósforo, obteve-se também uma resposta significativa, porém, neste caso a análise de regressão mostrou significância ao nível linear e quadrático. Não se observou nenhum efeito dos tratamentos com interações e nem da adubação com potássio isoladamente.

No que diz respeito ao valor nutritivo dos feijões determinou-se o teor de N<sub>2</sub>e o CUP a um nível de 10% de proteína. A concentração proteica variou de 18,5g% a 23,8g%. Com relação ao efeito dos fertilizantes no valor nutritivo observou-se um efeito favorável em algumas combinações, havendo uma interação tripla dos três elementos estudados.

A procura de novas fontes de proteínas de boa qualidade e, em quantidade suficiente para cobrir o deficit proteico demonstrado em diversas partes do mundo, tem sido a preocupação constante de muitos centros de investigação nestes últimos anos (1), (2).

(\*) Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu.

(\*\*) Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - Universidade de São Paulo - USP.  
Recibido: 17-4-1972.

Essas fontes proteicas, para atingirem as suas finalidades, devem atender aos requisitos de serem de boa qualidade, produzidas em grande quantidade, de baixo custo e aceitáveis pela população. Entretanto, em que pese o grande número de produtos dessa natureza que foram desenvolvidos nesses últimos anos, todos eles de comprovado valor nutritivo, a desnutrição como um problema de saúde pública, continua tão grave como antes.

Esse fracasso, na grande maioria das vezes foi justificado pelo fato de que essas novas fontes proteicas, não são alimentos convencionais e não estão integradas nos hábitos e costumes alimentares das populações as quais se destinam.

Assim, novos estudos, tendentes a aumentar a disponibilidade e o valor nutritivo das fontes proteicas convencionais, já consumidas pelas populações, se apresentam como uma nova forma de combater a desnutrição.

Dessa maneira, várias pesquisas, procurando aumentar a produtividade de fontes proteicas convencionais através de melhoramentos genéticos ou de um emprêgo mais racional de fertilizantes tem sido realizados (3), (4), (5). Esses trabalhos em sua grande maioria não correlacionam êsse aumento em produção com o valor nutritivo do alimento produzido.

No Brasil, o feijão está perfeitamente integrado no cardápio diário da maioria da população e participa em determinadas regiões com mais de 60% da proteína da dieta.

O objetivo do presente trabalho é determinar o efeito de vários níveis de nitrogênio, potássio e fósforo na produtividade e no valor nutritivo do feijão.

## MATERIAL E MÉTODO

A experiência constou de um esquema fatorial  $3^3$  para Nitrogênio, Fósforo e Potássio em blocos ao acaso, com 3 repetições.

Empregou-se doses de 0-40-80 Kg/ha de nitrogênio, como sulfato de amônio, 0-60-120 Kg/ha de  $P_2O_5$ , como superfosfato triplo e 0-40-80 Kg/ha de  $K_2O$  como cloreto de potássio.

O fósforo e o potássio foram aplicados na ocasião do plantio, em sulcos, situados 5 cm ao lado e abaixo das sementes. O nitrogênio foi totalmente empregado em cobertura, 10 dias após a emergência das plantas.

Uma amostra composta, de solo, do local do experimento foi tirada de acôrdo com os métodos descritos por Catani et al (6) para posterior análise.

Os canteiros constaram de 5 fileiras de 5m de comprimento, com espaçamento de 40 cm, sendo aproveitadas sómente as três fileiras centrais, correspondentes a uma área de 4,8m<sup>2</sup>. Nas fileiras, as covas ficaram distanciadas de 20 cm e cada uma recebeu 2 a 3 sementes de feijão, variedade bico de ouro, não se fazendo desbaste. O ensaio foi instalado no início de outubro de 1969 no Município de São Manuel em solo Latosol-Amarelo fase arenosa, segundo a classificação da comissão de solos (7).

Durante o ensaio, o tempo transcorreu sem anormalidades não se verificando também problemas fito-sanitários.

A colheita foi efetuada pelo processo comum, arrancando-se as plantas quando estavam quase sem fôlhas e com vagens maduras ou sêcas, o que ocorreu próximo aos 90 dias após o plantio.

Depois de sêcas em terreiro, as plantas foram batidas, determinando-se, então, o peso das sementes.

A seguir foi feito a mistura das 3 repetições, resultando em 27 amostras correspondentes aos 27 tratamentos.

Essas amostras, numeradas ao acaso de 1 a 27 foram estudadas quanto ao seu valor nutritivo, não se conhecendo previamente a que tratamento correspondia.

A fim de serem eliminados os fatores termolabeis do feijão, as mostras foram deixadas de molho em água, na proporção de dois volumes de água para um feijão por 12 horas. A seguir, autoclavadas a 120°C e 16 libras de pressão por 15 minutos, procedendo-se à secagem em estufa a uma temperatura não superior a 60°C, conforme método recomendado por Bressani et al (2).

Uma vêz sêco, êsse feijão foi moído a mais ou menos 60 mesh. Em tôdas as amostras o nitrogênio total foi determinado pelo método de Kjeldhal.

O valor nutritivo do feijão correspondente aos diferentes tratamentos, foi estudado através da determinação do Coeficiente de Utilização Proteica (CUP) (8) em ratos machos recém desmamados. Foram utilizados 6 ratos brancos, tipo Wistar, da Colonia F. C. M. B. B., para cada tratamento. Os animais foram colocados em gaiolas individuais, dotadas de fundo de tela, para evitar coprofagia e receberam durante 28 dias

uma dieta cuja proteina a um nível de 10% era fornecida exclusivamente através do feijão. Integrava também a dieta, 4% de mistura salina (9), 1% de mistura de vitamina (10), 5% de óleo de algodão e 1% de óleo de fígado de bacalhau. Para completar os cem por cento utilizou-se amido de milho.

Esses ratos recebiam água e dieta ad-libitum e tiveram seu pêso e o consumo de alimentos anotados semanalmente durante 4 semanas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 encontram-se as características químicas do solo, mostrando que se trata de solo levemente ácido, pobre em matéria orgânica, fósforo solúvel e potássio trocável e com valores aceitáveis de cálcio e magnésio.

Na tabela 2, encontram-se os dados de produção. Podemos observar que as maiores produções foram alcançadas nos tratamentos que incluíam os três elementos considerados. Individualmente o fósforo apresentou efeito maior. Ainda nesta tabela podemos verificar as porcentagens de proteina correspondentes a cada tratamento. A maior concentração proteica encontrada correspondeu ao feijão produzido no solo em que apenas se administrou nitrogênio e potasio na proporção de 60 e 80 kg/ha respectivamente, seguida pelo tratamento que recebeu sómente fósforo.

TABELA Nº 1  
RESULTADOS DA ANÁLISE DO SOLO, DE UMA AMOSTRA COMPOSTA, UTILIZADO PARA O ENSAIO DE ADUBAÇÃO DO FEIJOEIRO (1)

Localização do Município	pH	Mo**	m. Eq/100 g de T.F.S.A.*					
			FO <sub>1-3</sub>	Al + 3	H+	K+	Ca+2	Mg+2
Fazenda Experimental da FCMBB	6,2	0,40	0,03	-	2,72	0,06	2,32	0,64
Município de São Manuel (SP)								

(1) Análise efetuada no Laboratório do Departamento de Agrotecnia e Biologia da FCMBB.

\* Terra fina seca ao ar

\*\* Matéria orgânica

**TABELA Nº 2**  
**PRODUÇÃO DE SEMENTES EM Kg/ha e PORCENTAGEM DE PROTEÍNA, OBTIDOS EM EXPERIÊNCIAS DE ADUBAÇÃO NA QUAL FOI ESTUDADO UM ESQUEMA FATORIAL 3<sup>3</sup> E DOSES DE 0-40-80 Ka/ha DE N, 0-60-120 Ka/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 0-40-80 Kg/ de K<sub>2</sub> O (1)**

Tratamento N P K	Produção Kg/ha	Proteína g%	Tratamento N P K	Produção Kg/ha	Proteína g%	Tratamento N P K	Produção Kg/ha	Proteína g%
0 0 0	585	22,0	1 0 0	740	19,0	2 0 0	872	19,7
0 1 0	1760	23,3	1 1 0	1320	19,5	2 1 0	2044	19,4
0 2 0	1707	22,1	1 2 0	2243	19,6	2 2 0	1927	19,9
0 0 1	633	19,7	1 0 1	662	19,0	2 0 1	811	18,8
0 0 2	727	20,9	1 0 2	762	23,8	2 0 2	1248	19,4
0 1 1	2238	21,0	1 1 1	1922	20,8	2 1 1	2125	21,2
0 2 2	1525	21,1	1 2 2	1904	21,0	2 2 2	2283	20,8
0 1 2	1456	18,5	1 1 2	1886	18,5	2 2 1	2142	20,8
0 2 1	1857	21,1	1 2 1	2075	20,6	2 1 2	2180	20,3

(1) Adubos usados: sulfato de Amônio, Superfosfato Triple e Cloreto de Potássio.

TABELA Nº 3

GANHO DE PÊSO EM GRAMAS E COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO PROTEICA (CUP) DE RATOS ALIMENTADOS COM DIETA DE FEIJÃO OBTIDOS ATRAVÉS DE UM ESQUEMA FATORIAL 3<sup>3</sup> DE NITROGÊNIO, POTÁSSIO E FÓSFORO

Tratamento N P K	Ganho de Pê- so em g.	CUP (1)	Tratamento N P K	Ganho de - Pêso em g.	CUP (1)	Tratamento N P K	Ganho de pêso em g.	CUP (1)
0 0 0	14,75	1,22	1 0 0	24,75	1,13	2 0 0	28,50	1,54
0 1 0	18,00	1,29	1 1 0	- 6,75	-	2 1 0	17,75	1,02
0 2 0	-10,25	-	1 2 0	- 8,75	-	2 2 0	17,00	1,24
0 0 1	19,25	1,34	1 0 1	35,25	1,44	2 0 1	17,25	1,00
0 0 2	15,50	1,07	1 0 2	17,00	1,29	2 0 2	21,00	1,12
0 1 1	16,25	0,95	1 1 1	- 8,25	-	2 1 1	27,00	1,53
0 2 2	12,00	0,94	1 2 2	13,00	1,07	2 2 2	26,00	1,46
0 1 2	22,25	1,09	1 1 2	43,25	1,56	2 2 1	35,75	1,56
0 2 1	24,00	1,45	1 2 1	6,75	0,60	2 1 2	23,25	1,55

$$(1) \text{ CUP} = \frac{\text{Proteína consumida (g)}}{\text{Ganho de Pêso (g)}}$$

Não foi encontrada relação entre produção e concentração proteica. Os tratamentos que produzirão maior quantidade de proteína por hectare corresponderam ao solo adubado com 120 Kg/ha de nitrogênio acrescentando de potássio e fósforo indistintamente nas doses 1 e 2. Estes mesmos tratamentos corresponderam aos maiores Coeficientes de Utilização Proteica encontrados.

Os dados da tabela 3 mostram que quando não se adicionou fósforo ao solo a produção média de feijão foi de apenas 261 Kg/ha, ao passo que nos tratamentos em que se empregou a dose de 60 Kg/ha desse elemento a produção chegou a 627 Kg/ha, aumentando para 654 com a dose de 120 Kg/ha.

Embora menor que o do fósforo, o efeito do nitrogênio (sulfato de amônio) também foi apreciável. As respostas às doses de 40 Kg/ha e 80 Kg/ha corresponderam respectivamente a um aumento de produção de 38 e 117 Kg/ha ou 8,2% e 25,3% em relação aos tratamentos sem nitrogênio.

O aumento proporcionado pelas doses de 40 e 80 Kg/ha de potássio em relação aos tratamentos controles foi respectivamente 9,6% e 5,7%.

A análise estatística mostrou efeito significativo, do nitrogênio e do fósforo quando empregados isoladamente, não se verificando nenhuma interação significativa. Não foi constatado efeito significativo para o potássio.

A análise de regressão mostrou por sua vez, para o nitrogênio um efeito linear e para o fósforo um efeito linear quadrático.

Esses resultados concordam com aqueles apresentados nos trabalhos de Miyasaka et al (3), (4) e demonstraram a possibilidade de se aproveitar solos de baixa fertilidade, devendo-se principalmente dar atenção ao nitrogênio e ao fósforo.

Os resultados do ganho de peso e do Coeficiente de Utilização Proteica dos ratos alimentados com a feijão proveniente das 27 tratamentos são apresentados na tabela 4. Podemos observar uma grande variação em peso com valores que vão desde uma perda de 10,25 g a um aumento de 43,25 g correspondentes respectivamente aos tratamentos  $N_0P_2K_0$  e  $N_1P_1K_2$ .

Esses tratamentos corresponderam também ao pior e ao melhor Coeficiente de Utilização Proteica.

As médias de produção, de ganho de peso e de Coeficiente de Utilização Proteica apresentadas na tabela 3, mostraram com relação ao ganho de peso um efeito para o nitrogênio apenas ao nível de 80 Kg/ha. Para o fósforo observou-se uma diminuição na média de ganho de peso a medida que aumentavam as doses desse elemento. Um resultado contrário foi observado com relação ao potássio em que doses crescentes desse elemento corresponderam a um maior ganho de peso.

TABELA Nº 4

MÉDIAS DE PRODUÇÃO, GANHO DE PÊSO E COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO PROTEICA OBTIDOS EM EXPERIÊNCIA DE ADUBAÇÃO, PRODUTIVIDADE VALOR NUTRITIVO DO FEIJÃO EM UM ESQUEMA FATORIAL 3<sup>o</sup> DE NITROGENIO, FÓSFORO E POTÁSSIO

Médias Produção Kg/ha

No	462	P <sub>0</sub>	261	K <sub>0</sub>	498	CV* = 21,6
N <sub>1</sub>	500	P <sub>1</sub>	627	K <sub>1</sub>	536	
N <sub>2</sub>	579	P <sub>2</sub>	654	K <sub>2</sub>	517	

Médias Ganho de Peso g.

No	14,64	P <sub>0</sub>	21,48	K <sub>0</sub>	10,56	CV* = 26,6
N <sub>1</sub>	12,92	P <sub>1</sub>	16,98	K <sub>1</sub>	19,25	
N <sub>2</sub>	23,73	P <sub>2</sub>	12,84	K <sub>2</sub>	21,48	

Médias CUP

No	0,86	P <sub>0</sub>	1,24	K <sub>0</sub>	0,43	CV* = 29,8
N <sub>1</sub>	0,42	P <sub>1</sub>	0,09	K <sub>1</sub>	0,95	
N <sub>2</sub>	0,34	P <sub>2</sub>	0,06	K <sub>2</sub>	1,24	

(\*) Coeficiente de Variação.

Verificou-se também que doses crescentes de nitrogênio e fósforo corresponderam a uma diminuição no Coeficiente de Utilização Proteica. Já para o potássio observou-se um aumento neste Coeficiente a medida em que se aumentavam as doses.

Em quatro tratamentos os ratos perderam pêso, sendo que todos receberam uma adubação em fósforo.

A análise estatística, mostrou entretanto haver tanto para o ganho de pêso como para o Coeficiente de Utilização Proteica uma interação tripla do nitrogênio do potássio e do fósforo o que vale dizer de que para cada dose de um desses elementos, deverá corresponder uma concentração ideal dos outros dois.

Como tôdas as amostras de feijão estudadas foram previamente submetidas ao mesmo tratamento térmico, que de acôrdo com trabalhos de Bressani et al (11) é suficiente para destruir todos os fatores tóxicos existentes no feijão sem alterar o seu valor nutritivo, as diferenças em pêso e CUP encontradas, não terão como responsáveis essas substâncias normalmente presente nos feijões em seu estado cru.

Trabalhos realizados por Bressani et al (12) estudando a composição em aminoácidos de várias amostras de feijão (*Phaseolus vulgaris L*) encontrados na América Central, demonstraram uma ampla variação tanto no total proteico como na composição percentual de vários de seus aminoácidos. Em tôdas as amostras estudadas, a metionina foi sempre o aminoácido mais limitante apresentando concentrações que variavam em mais de 100% de uma amostra para outra.

Em nosso estudo é provável que o efeito interativo do nitrogênio, potássio e fósforo, no ganho de pêso e CUP, seja um reflexo de alterações na composição de aminoácidos das várias amostras de feijão estudados, principalmente no que diz respeito a metionina, o que por sua vez poderá estar relacionado com a composição química do solo.

Por outro lado a possibilidade de ter havido uma melhora na digestibilidade desses feijões que normalmente é baixa também deve ser considerada.

Diante de tais resultados e levando-se em consideração que se trata de uma pesquisa de grande importancia, principalmente para os países onde uma maior disponibilidade de proteína de boas qualidade é requerida, outros estudos utilizando delineamentos mais simples e com possibilidades de dar maiores detalhes deverão ser realizados.

## SUMMARY

Effect of nitrogen, phosphorus and potassium on the yield and nutritive value of beans (*Phaseolus vulgaris* L)

The experiment was carried in yellow dark latosol, sandy phase soil (São Manoel, SP., Brazil) poor in N, P and K. A 3<sup>3</sup> factorial essay was used with the dosis of 0-40-80, 0-60-120 and 0-40-80 Kg/ha. of N., P. and K respectively.

The cropped beans were weighed, autoclaved and its nutritive value determined in rats using the PER technique at a level of 10% protein.

Results indicate a significant increase in yield with 40 Kg/ha of nitrogen and with 60 and 120 Kg/ha of phosphorus, being higher in the first of the two combinations. Potassium alone or in combination had no effect on yield.

Total protein values varied between 18.5 and 23.8g%. The higher PER was obtained with 40-60-80 Kg/ha of NPK and the lower PER with 120 Kg/ha of potassium alone.

There was no correlation between yield and nutritive value.

## BIBLIOGRAFIA

1. Bressani, R., and L. G. Elias. Processed vegetable protein mixture for human consumption. *Advances Food Res.*, 16: 1-103, 1968.
2. Bressani, R., L. G. Elias, A. Aguirre and N. S. Scrimshaw. All-vegetable protein mixture for human feeding. III. The development of INCAP - Vegetable Mixture Nine. *J. Nutr.* 74: 201-208, 1961.
3. Miyasaka, S., E. S. Freire, T. Igue, N. S. Schmidt e N. Leite Adubação mineral do feijoeiro V. Efeito de N-P-K-S e de uma mistura de micronutrientes, em dois solos do Vale do Paraíba - *Bragantia* 25: 307-316, 1966.
4. Miyasaka, S., E. S. Freire, H. A. A. Mascarenhas, A. Pettinelli e T. Igue. Adubação mineral do feijoeiro. VIII - Efeito de N-P-K- e de uma mistura de micronutrientes, em novas experiências conduzidas em Tatui e Tiete. *Bragantia*, 25: 393-405, 1966.
5. Miyasaka, S., T. Igue, e E. S. Freire. Adubação do feijoeiro em solos derivados do arenito Bauru. *Bragantia*, 24: 231-245, 1965.
6. Catani, R. A., J. R. Gallo e H. Gargantini. Amostragens de solo, métodos de análise, interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade. Instituto Agronômico, 1955, 29p. (Boletim N° 69).
7. Comissão de Solos, Serviço Nacional de Pesquisa Agronômica. Levantamento dos solos do Estado de São Paulo, Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 634 p., 1960 (Boletim N° 12).
8. Campbell, J. A. Methodology of protein evaluation. A critical appraisal of methods for evaluation of protein in food. Beirut - Lebanon - American University of Beirut - Publ. 21, 1963, 104 p.
9. Hegsted, D. M., R. C. Mills, C. A. Elveljem and E. B. Hort. Choline in the nutrition of chicks. *J. Biol. Chem.* 138: 459-466, 1941.
10. Manna, L. and S. M. Hauge. A possible relationship of vitamin B<sub>13</sub> to orotic acid. *J. Biol. Chem.* 202: 91-96, 1953.

11. Bressani, R.; A. T. Valente and C. E. Tejada. All vegetable protein mixture for human feeding. VI. The value of combinations of lime treated corn and cooked black beans. *J. Food. Sci.*, 27: 394-400, 1962.
12. Bressani, R. J. Mendes y N. S. Scrimshaw. Valor nutritivo de los frijoles Centro Americanos. III Variaciones en el contenido de proteínas, metionina, triptofano, tiamina, riboflavina y niacina de muestras de *Phaseolus vulgaris* cultivadas en Costa Rica, El Salvador y Honduras. *Arch. Venez. Nutr.* 10: 71-84, 1960.