

# NÍVEIS DE NITROGÊNIO NA PRODUÇÃO, NO TEOR DE PROTEÍNA E NA COMPOSIÇÃO DE AMINOÁCIDOS, EM SEMENTES DE VARIEDADES DE FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.)

Maria Luiza C. Carelli (1)  
Joel I. Fahl (1)  
Robert Deuber (1)  
Otto Jesu Crocomo (2)

## INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) com uma produção em 1978 de 2.188.000 toneladas, apresentando, entretanto, uma produtividade relativamente baixa de 479 kg/ha (FAO, 1978). Entre outros fatores que contribuem para esse baixo rendimento, destacam-se a ocorrência de vários agentes patogênicos e o emprego de cultivares de baixa capacidade produtiva (COSTA, 1971; ALMEIDA *et al.*, 1971).

O feijão constitui a fonte mais importante de proteína vegetal para a população brasileira. Entretanto, são poucos os estudos visando obter aumentos na quantidade e qualidade da proteína do grão.

A seleção genética natural ou induzida por tratamentos mutagênicos, parece ser um dos caminhos para melhorar o valor nutritivo do feijão (SILBERNAGEL, 1970; MICKE, 1970; LELEJI *et al.*, 1972; CROCOMO *et al.*, 1978).

A adubação nitrogenada pode ser uma via alternativa para aumentar o teor proteico e a produção total de plantas de feijão. Vários autores verificaram que o fornecimento de nitrogênio às plantas de feijão aumentou o teor de proteína dos grãos produzidos (RIES, 1971; ROBERTS & WEAVER, 1971; EDJE *et al.*, 1975). Em trabalho anterior com feijão Aroana (CARELLI *et al.*,

(1) Seção de Fisiologia, Instituto Agronômico, Campinas, SP. Bolsistas do CNPq.

(2) Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba.

1981), foi verificado que a aplicação de 100 kg N/ha ocasionou aumentos de 27,8, 20,7 e 28,1%, respectivamente nos teores de nitrogênio total, nitrogênio proteico e nitrogênio não proteico, quando comparados com o tratamento testemunha. Por outro lado, a adubação nitrogenada aumentou os teores de lisina, cistina e leucina, enquanto as concentrações de valina, treonina e metionina diminuíram, e as de fenilalanina e isoleucina não sofreram praticamente variações.

A adubação nitrogenada em culturas de feijão é uma prática que pode ser questionável, devido ao fato de que geralmente as leguminosas fixam o nitrogênio atmosférico para preencher as necessidades das plantas nesse nutriente. Contudo, como as plantas de feijão apresentam fixação simbiótica baixa e variável, os fertilizantes nitrogenados são recomendados para se obter uma produção razoável (EDJE *et al.*, 1975). Pela revisão, sobre a fixação do nitrogênio em feijão, apresentada por LOPES (1974), pode-se notar que embora a inoculação com *Rhizobium* aumente, em alguns casos, o número e peso de nódulos formados, tais aumentos não se refletem na produção de grãos ou de matéria seca. Por outro lado, a produção de sementes de feijão tem mostrado uma resposta linear positiva ao nível de nitrogênio fornecido às plantas (MIYASAKA *et al.*, 1967; RIES, 1971; EDJE *et al.*, 1975; BOLSANELLO *et al.*, 1975; CARDOSO *et al.*, 1978).

O objetivo deste trabalho foi efetuar um estudo comparativo entre quatro variedades de feijão, comercialmente cultivadas (Aroana, Carioca, Rico 23 e Rosinha) com relação ao efeito de três níveis de adubação nitrogenada na produção, no teor de proteína e na composição em aminoácidos da fração proteica das sementes.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Centro Experimental de Campinas, em Latossolo Roxo, cuja análise química revelou os seguintes resultados; pH 5,6; M.O. 5,3%;  $Al^{+++}$  0,1,  $Ca^{++}$  1,5 e  $Mg^{++}$  1,1 e.mg/100 ml de T.F.S.A.;  $K^+$  265 e P 31  $\mu g/ml$  T.F.S.A..

Sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), variedades Aroana, Carioca, Rico 23 e Rosinha foram plantadas em 21/03/78, em espaçamento de 0,50  $\times$  0,20 m e duas sementes por cova.

O esquema adotado foi um fatorial  $3 \times 4$ , com cinco repetições e um delineamento inteiramente casualizado. As parcelas eram compostas de cinco linhas de 5 metros, sendo que, por ocasião da colheita foram utilizadas as três linhas centrais.

Na semeadura, foi efetuada uma adubação básica que consistiu de 300 kg/ha de superfosfato simples e 30 kg/ha de cloreto de potássio. O nitrogênio, sob a forma de  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , foi aplicado em cobertura nas doses de 0,50 e 100 kg N/ha quando as plantas estavam em início de florescimento.

No final do ciclo, 110 dias após a semeadura, foi realizada a colheita das plantas. Os parâmetros determinados foram os seguintes: peso de mil sementes, produção, teor de nitrogênio total e composição em aminoácidos da fração proteica das sementes produzidas.

Para análise de nitrogênio e aminoácidos totais, as sementes foram moídas em moinho Ciclone e o pó fino foi seco em estufa até peso constante. O nitrogênio total foi analisado pelo processo de micro Kjeldahl.

Para a análise de aminoácidos, o pó foi hidrolisado em ampolas de vidro em presença de HCl 6 N. As ampolas foram evacuadas à pressão de  $50 \mu\text{m Hg}$  durante 2 minutos, fechadas e incubadas a  $110^\circ\text{C}$  durante 22 horas, esfriadas à temperatura ambiente, abertas, sendo o HCl evaporado em um evaporador rotatório. Um ml de tampão pH 2,2 foi adicionado ao resíduo, seguindo-se filtração. O filtrado (hidrolisado) foi analisado no Analisador Automático de Aminoácidos da Beckman Mod 120 C, utilizando-se duas colunas, uma para análise de aminoácidos ácidos e neutros e outra para aminoácidos básicos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O quadro I mostra que as produções das variedades de feijão estudadas aumentaram significativamente com o nível de nitrogênio fornecido às plantas. Resultados semelhantes a estes foram obtidos por outros autores (ROBERTS & WEAVER, 1971; EDJE *et al.*, 1975; BOLSANELLO *et al.*, 1975; CARDOSO *et al.*, 1975).

**QUADRO I - Produção média de feijão, por variedade e nível de adubação nitrogenada. Médias de 5 repetições.**

VARIEDADE	Nível de nitrogênio kg/ha			MÉDIA
	0	50	100	
		kg/ha		
Aroana	1811	2241	2218	2090a
Carioca	1560	1584	1997	1713b
Rico - 23	1553	1747	1840	1713b
Rosinha	1175	1451	1709	1445c
MÉDIA	1525a	1756b	1941c	
F variedade		24,80**		
F nitrogênio		20,40**		
F nitrogênio linear		40,60**		
C.V. %		12,00		

— Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade (Teste de Tukey);

\*\* Nível de significância a 1% de probabilidade.

A análise de variância mostrou que o nitrogênio teve um efeito linear na produção, e que não houve interação significativa entre variedade  $\times$  nitrogênio, ou seja, todas as variedades apresentaram o mesmo padrão de resposta aos incrementos nitrogenados.

As médias das produções apresentadas no quadro I mostram que a variedade Aroana foi a mais produtiva. De fato, o feijão Aroana, recentemente obtido (POMPEU, 1978), tem demonstrado alta capacidade produtiva, superando a variedade Carioca, amplamente cultivada no estado de São Paulo.

Os pesos de mil sementes, obtidos das plantas de feijão estudadas, estão expressos no quadro 2. Pode ser observado que houve um aumento significativo no tamanho das sementes produzidas pelas plantas que receberam 50 e 100 kg N/ha, quando comparadas com as plantas que não receberam nitrogênio. Deste modo, o aumento na produção das plantas (quadro I), em resposta aos níveis de nitrogênio, pode ser, em parte, devido ao aumento no tamanho das sementes produzidas.

As influências dos três níveis de adubação nitrogenada no teor proteico dos grãos de feijão são apresentadas no quadro III. Os resultados mostram que a porcentagem de proteína das sementes aumentou linearmente com a adubação nitrogenada. Todas as variedades apresentaram o mesmo padrão de resposta aos aumentos de nitrogênio, não havendo interação significativa entre variedade  $\times$  nitrogênio. Considerando-se às médias das porcentagens proteicas nos três níveis de nitrogênio estudados, pode-se verificar que houve acréscimos de 8,04 e 18,5% no teor de proteína das sementes produzidas pelas plantas que receberam, respectivamente, 50 e 100 kg N/ha, quando comparadas com o tratamento testemunha.

Os resultados obtidos neste trabalho estão de acordo com vários autores (RIES, 1971; EDJE *et al.*, 1975; CROCOMO *et al.*, 1978; CARELLI *et al.*, 1981), que também verificaram que a aplicação de nitrogênio aumentou a quantidade de proteína das sementes de diversas variedades de feijão. Entretanto, pelos dados apresentados por GALLO & MIYASAKA (1961), não houve efeito no teor de proteína das sementes, com a aplicação parcelada de 600 kg/ha de nitrocálcio, metade por ocasião do desbaste e metade 20 dias mais tarde. Um aspecto a ser considerado é a época de aplicação do adubo nitrogenado. O nitrogênio é o elemento absorvido em maior quantidade pelo feijoeiro, e o período de maior absorção está compreendido entre o florescimento e a formação das vagens (GALLO & MIYASAKA, 1961; HAAG *et al.*, 1967; COBRA NETO *et al.*, 1971; MAFRA *et al.*, 1974). OLIKER *et al.*, (1978), verificaram que o teor de nitrogênio das sementes de feijão aumentou rapidamente durante as primeiras três semanas após a antese, em um estágio de desenvolvimento no qual o teor de nitrogênio da vagem tinha atingido um platô. Os mesmos autores sugeriram que o acúmulo de compostos nitrogenados nas sementes só é possível após o teor deste elemento na vagem ter estabilizado.

A variedade de feijão Aroana, além de ter alta capacidade produtiva (quadro I) apresentou os mais altos teores de proteína, diferindo significativamente das outras variedades estudadas.

Em relação à composição de aminoácidos totais (livres + proteicos), observa-se pelos dados apresentados no quadro IV, que a aplicação de nitrogênio em doses crescentes, não determi-

nou variações quantitativas nos teores dos vários aminoácidos analisados. A única exceção é o teor de ácido glutâmico, o qual, nas variedades Aroana, Rosinha e Rico-23, sofreu aumentos quando da aplicação de 50 e 100 kg N/ha; entretanto, na variedade Carioca esse aumento só foi verificado na dose mais elevada. Ora, as sementes de leguminosas, como o feijão (*Phaseolus vulgaris*) são ricas em proteínas de reserva, principalmente globulinas que apresentam teores elevados dos ácidos glutâmico e aspártico, o que é característica dessa fração proteica que será utilizada durante a germinação das sementes, além de ser fonte de aminoácidos (entre eles, os essenciais) quando as sementes são consumidas pelos homens e seus animais. Por outro lado, o ácido glutâmico é uma das portas de entrada do nitrogênio reduzido no metabolismo celular (CROCOMO, 1979). Após a aminação do ácido  $\alpha$ -cetoglutárico pelo enzimo desidrogênase glutâmico, ou através da ação conjunta de sintétase de glutamina e síntase de glutamato (GOGAT), o ácido glutâmico assim formado desencadeia uma série de reações bioquímicas levando à produção de outros aminoácidos. Em feijão esses enzimos são bastante ativos (GUTIERREZ & CROCOMO, 1978; ROSSI *et al.*, 1980), podendo-se prever que estejam implicados na síntese de ácido glutâmico durante a formação das sementes nas vagens, o que explicaria o aumento desse aminoácido, provavelmente na fração solúvel da célula, em resposta às doses crescentes de nitrogênio adicionadas ao solo.

## RESUMO

No presente trabalho foi efetuado um estudo comparativo entre quatro variedades de feijão, comercialmente cultivadas (Aroana, Rosinha, Carioca e Rico 23), com relação à resposta de 3 níveis de adubação nitrogenada, na produção e na quantidade e qualidade da proteína da semente. O plantio foi efetuado em espaçamento de 0,50 x 0,20 m e 2 sementes por cova, com uma adubação de fósforo e potássio. O nitrogênio, sob a forma de  $NH_4NO_3$ , foi aplicado em cobertura nas doses de 0, 50 e 100 kg de N/ha, quando as plantas estavam em início de florescimento. Os resultados obtidos mostraram que as produções de todas as variedades estudadas aumentaram significativamente com o nível

de nitrogênio fornecido às plantas. Deste modo, as médias das produções de todas as variedades foram 1.525, 1.756 e 1.941 kg/ha, respectivamente para as adubações de 0, 50 e 100 kg N/ha. O teor de proteína das sementes seguiu o mesmo padrão de resposta, apresentando valores médios de 23,2, 25,1 e 27,5%, para os níveis de 0, 50 e 100 kg N/ha. Quanto à porcentagem de aminoácidos nas proteínas, foi observado que o fornecimento de nitrogênio às plantas aumentou o teor de ácido glutâmico nos grãos de todas as variedades.

#### SUMMARY

#### *NITROGEN LEVELS ON YIELD, PROTEIN CONTENTS AND AMINOACID COMPOSITION IN THE SEEDS OF DIFFERENT CULTIVARS OF BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.)*

The effects of three N levels on yield and on the quantity and quality of protein in bean (*Phaseolus vulgaris*) seeds were studied in field conditions on cultivars Aroana, Rosinha, Carioca, and Rico 23. The seeds were sown in a clay latossol. Nitrogen, in the  $NH_4NO_3$  form, was applied in dressing at flowering set, at 0, 50 and 100 kg/ha. The yield of all cultivars increased with the N levels supplied to the plants, the mean yields for all cultivars being 1,525, 1,756 and 1,941 kg/ha of grains, respectively, for 0, 50 and 100 kg of N per hectare. The protein contents followed the same pattern given mean values of 23.2, 25.1 and 27.5%, respectively, for the same levels. Among the amino acids analysed only glutamic acid showed an increase in its level due to increased dosis of nitrogen fertilizer.

#### LITERATURA CITADA

- ALMEIDA, L.D., H.F. LEITÃO FILHO & S. MIYASAKA, 1971. Feijoeiro no Estado de São Paulo. Produtividade e características de variedades de feijoeiro plantadas no Estado de São Paulo. Circular n.º 7, Instituto Agrônômico, Campinas.

- BOLSANELLO, J., C. VIEIRA, C.S. SEDIYAMA & H.A. VIEIRA, 1975. Ensaio de adubação nitrogenada e fosfatada da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), na zona metalúrgica de Minas Gerais. **Revista Ceres** 22:423-430.
- CARDOSO, A.A., L.A.N. FONTES & C. VIEIRA, 1978. Efeito de fontes e doses de adubo nitrogenado sobre a cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ceres** 25:292-295.
- CARELLI, M.L.C., J.I. FAHL & J.P.F. TEIXEIRA, 1981. Efeito do nitrogênio no teor de proteína e composição em aminoácidos em sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Pesq. Agropec. Bras.**, em impressão.
- COBRA NETO, A., W.R. ACCORSI & E. MALAVOLTA, 1971. Estudos sobre a nutrição mineral do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. var. Roxinho). **An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiros"** 28:257-274.
- COSTA, A.S., 1971. Investigações sobre moléstias do feijoeiro. 1.º Simpósio Brasileiro de Feijão, Campinas.
- CROCOMO, O.J., 1979. Assimilação do nitrogênio pelas plantas. In *Fisiologia Vegetal*, vol. 1 (Coord. M.G. Ferri), E.P.U. EDUSP, SP, p. 179-207.
- CROCOMO, O.J., A. TULMANN NETO, A. ANDO, S. BLIXT & D. BOULTER, 1978. Breeding for improved protein content and quality in the bean (*Phaseolus vulgaris* L.): II. Further work in selections from spontaneous variation; new work on mutagenic treatments and the influence of added nitrogen levels. In: *Seed Protein Improvement by Nuclear Techniques* (Proc. Meeting Baden, 1977), IAEA, Vienna, p. 207-222.
- EDJE, O.T., L.K. MUGHOGHO & U.W.U. AYONOADU, 1975. Responses of dry beans to varying nitrogen levels. **Agron. J.** 67:251-255.
- FAO, 1978. *Production yearbook*, Rome, vol. 32, p. 120.
- GALLO, J.R. & S. MIYASAKA, 1961. Composição química do feijoeiro e absorção de elementos nutritivos, do florescimento à maturação. **Bragantia** 20: 867-884.
- GUTIERREZ, L.E. & O.J. CROCOMO, 1978. Atividade de enzimas relacionados com a assimilação do nitrogênio em raízes de feijoeiro durante o desenvolvimento. In *Res. VII Reun. An. Soc. Bras. Bioq.* C-14.
- HAAG, H.P., E. MALAVOLTA, H. GARGANTINI & H.G. BLANCO, 1967. Absorção de nutrientes pela cultura do feijoeiro. **Bragantia** 26:381-391.
- LELEJI, O.I., M.H. DICKSON, L.V. CROWDER & J.B. BOURKE, 1972. Inheritance of crude protein percentage and its correlation with seed yield in beans, *Phaseolus vulgaris* L. **Crop. Sci.** 12:168-171.
- LOPES, E.S., 1974. Fixação de nitrogênio em feijão. Circular n.º 33, Instituto Agrônomo, Campinas.
- MAFRA, R.C., C. VIEIRA, J.M. BRAGA, C. SIQUEIRA & D. BRANDES, 1974. Efeito da população de plantas e da época de plantio no crescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). IV. Absorção de nutrientes. **Experientia** 17:217-239.
- MICKE, A., 1970. Genetic aspects of selection for protein after mutation induction. In: *Improving Plant Protein by Nuclear Techniques* (Proc. Symp. Vienna, 1970). IAEA, Vienna, p. 229.
- MIYASAKA, S., L.A.C. LOVADINI & B. VAN RAIJ, 1967. Efeitos, sobre a produção do feijoeiro, da aplicação de diversos tipos de matéria orgânica, não decomposta, na presença da adubação mineral com P, NP ou PK. **Bragantia** 26:187-196.

- OLIKER, M., A. POLJAKOFF-MABER & A.M. MAYER, 1978. Changes in weight, nitrogen accumulation, respiration and photosynthesis during growth and development of seeds and pods of *Phaseolus vulgaris* Amer. J. Bot. 65:366-371.
- POMPEU, A.S., 1978. Aroana e Moruna - Cultivares de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). *Bragantia* 37:LXXIII-LXXVI.
- RIES, S.K., 1971. The relationship of protein content and size of bean seed with growth and yield. *J. Amer. Soc. Hort. Sci* 96:557-560.
- ROBERTS, S. & W.H. WEAVER, 1971. Relationship among nitrogen nutrition, growth, and yield of three field beans varieties. Wash. Agr. Exp. Sta., Bulletin 742.
- ROSSI, C., L.E. GUTIERREZ & O.J. CROCOMO, 1980. Assimilação do nitrogênio em plântulas de *Phaseolus vulgaris*. *Arq. Biol. Tecnol.* 23:197.
- SIBERNAGEL, M.J., 1970. Bean improvement works by USDA - bean and pea investigations. In: Report 10th Dry Beans Research Conf., Agricultural Research Service, p. 70.

**QUADRO II - Peso médio de mil sementes de feijão por variedade e nível de adubação nitrogenada. Médias de 5 repetições.**

VARIEDADE	Nível de nitrogênio kg/ha			MÉDIA
	0	50	100	
Aroana	221,1	215,9	234,7	223,9a
Carioca	199,0	226,6	228,5	218,0a
Rosinha	200,4	216,3	223,4	213,4a
Rico - 23	170,5	185,8	175,9	177,4b
MÉDIA	197,8a	211,1b	215,6b	
F variedade		40,67**		
F nitrogênio		10,68**		
F nitrogênio linear		19,72**		
C.V. %		6,20		

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade (Teste de Tukey).

\*\* Nível de significância de 1% de probabilidade.

**QUADRO III - Porcentagem média de proteína em sementes de feijão por variedade e nível de adubação nitrogenada. Médias de 5 repetições.**

VARIEDADE	Nível de nitrogênio kg/ha			MÉDIA
	0	50	100	
	Teor de proteína %			
Aroana	25,46	27,29	29,77	27,51a
Rosinha	23,74	25,42	27,14	25,43b
Rico - 23	22,02	24,05	27,22	24,42b
Carioca	21,72	23,62	26,03	23,79b
MÉDIA	23,23a	25,10b	27,54c	
F variedade		19,33**		
F nitrogênio		45,48**		
F nitrogênio linear		90,40**		
C.V. %		5,65		

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade (Teste de Tukey).

\*\* Nível de significância de 1% de probabilidade.

QUADRO IV - Efeito de níveis de adubação nitrogenada no teor de aminoácidos das proteínas (g/100g de proteína) em sementes de variedades de feijão.

Aminoácido	AROANA			ROSINHA			RICO - 23			CARIOCA		
	kg N/ha			kg N/ha			kg N/ha			kg N/ha		
	0	50	100	0	50	100	0	50	100	0	50	100
	g/100g											
Lisina	5,73	5,94	5,69	5,81	6,10	5,46	5,25	5,32	5,41	5,55	5,51	5,78
Histidina	2,27	2,66	2,29	2,40	2,61	2,13	2,21	2,56	2,52	2,39	2,17	2,31
Arginina	2,79	5,43	3,67	3,79	4,41	2,44	3,48	4,96	4,91	3,48	3,04	2,39
Ác. Aspártico	12,47	13,63	13,06	13,11	10,05	11,85	11,78	11,90	13,26	11,94	11,38	12,70
Treonina	4,33	4,70	4,03	4,71	4,27	4,55	4,71	3,97	4,10	4,53	4,12	4,09
Serina	5,18	5,53	4,96	9,43	3,86	5,07	4,71	5,52	4,81	5,16	5,41	5,12
Ác. Glutâmico	17,36	19,02	23,60	12,51	17,43	16,54	16,17	19,35	19,59	15,55	15,47	17,07
Prolina	3,46	4,31	4,58	3,86	3,77	3,38	3,61	3,15	3,28	3,58	3,29	3,63
Glicina	4,45	4,19	4,55	4,53	4,49	4,22	4,01	4,72	4,70	5,25	5,00	4,30
Alanina	4,08	4,61	4,51	4,92	4,34	3,89	3,79	4,84	4,82	5,29	5,07	4,06
Valina	6,00	7,00	6,56	6,50	8,17	7,89	5,85	6,63	6,66	6,42	6,29	6,04
Isoleucina	4,54	5,70	5,00	4,95	4,63	4,60	4,45	5,04	4,78	4,76	4,87	5,00
Leucina	8,45	9,90	8,50	9,08	6,57	7,90	7,86	8,96	8,69	8,28	8,32	8,68
Fenilalanina	5,82	6,75	7,84	7,04	5,79	5,47	5,99	7,52	5,12	3,40	3,21	5,87
Amônia	1,78	2,06	1,76	1,61	2,44	1,65	1,66	1,46	1,49	1,58	1,53	1,70
TOTAL	88,71	101,43	100,60	94,25	88,93	87,04	85,53	95,90	94,14	87,16	84,68	88,74