

BRAGANTIA

Boletim Científico do Instituto Agrônomo do Estado de S. Paulo

Vol. 26

Campinas, setembro de 1967

N.º 30

ABSORÇÃO DE NUTRIENTES PELA CULTURA DO FEIJOEIRO (1)

DR. H. P. HAAG, *químico-biológico*, e DR. E. MALAVOLTA, *engenheiro-agrônomo*, Departamento de Química, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", e H. GARGANTINI e H. GARCIA BLANCO (2), *engenheiros-agrônomo*s, Seção de Fertilidade do Solo, Instituto Agrônomo

SINOPSE

Foi determinada a marcha de absorção dos macronutrientes essenciais pela cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em casa de vegetação. O máximo de crescimento foi atingido ao completar a planta 50 dias de idade. Os elementos N, K e Ca foram absorvidos até aos 50 dias da germinação. O Mg e S, até aos 70 e 60 dias, respectivamente. O fósforo foi absorvido durante todo o ciclo.

Uma população correspondentemente a um hectare absorveria 201,2 kg de N, 17,5 kg de P, 200,7 kg de K, 116 kg de Ca, 36 kg de Mg e 36 kg de S. Para uma produção de 500 kg de grãos, a exportação de nutrientes seria de 14,3 kg de N, 1,1 kg de P, 10,2 kg de K, 1,8 kg de Ca, 1,0 kg de Mg e 2,2 kg de S.

1 — INTRODUÇÃO

As curvas de crescimento e de absorção de nutrientes pelas plantas, em função de sua idade, fornecem informações de grande importância. Fica-se conhecendo a quantidade de nutrientes absorvidos e a intensidade relativa de absorção durante o ciclo da cultura.

Pelo exame dessas curvas são evidenciados os períodos em que as plantas absorvem em maior proporção os nutrientes essenciais, dando informações básicas sobre as épocas mais adequadas para a aplicação dos fertilizantes.

(1) Recebido para publicação em 11 de abril de 1967.

(2) Atualmente pertence ao quadro de técnicos do Instituto Biológico.

Pela sua condição de cultura de subsistência, poucos são os trabalhos básicos conhecidos, relativos à nutrição mineral do feijoeiro.

Assim, Gallo e Miyasaka (2) procederam a um estudo das curvas de produção de matéria seca, concentração e absorção dos elementos minerais, em função da idade do feijoeiro, do florescimento à maturação. O ensaio foi conduzido em condição de campo. Dividiram as amostras em raiz, haste, folha e fruto, submetendo-as à análise quantitativa de N, P, K, Ca, Mg e S. Mostraram que o nitrogênio foi o elemento absorvido em maior quantidade, seguido pelo potássio, cálcio, magnésio, enxôfre e, por último, em menor quantidade, o fósforo. Constataram ainda que os grãos retiram as seguintes porcentagens de nutrientes, em função do total absorvido pelas plantas:

Nitrogênio	—	66%
Fósforo	—	67%
Potássio	—	27%
Cálcio	—	11%
Magnésio	—	27%
Enxôfre	—	44%

Cobra (1) procedeu a um estudo mais aprofundado da nutrição mineral dessa leguminosa. Realizou diversos ensaios em vasos e em condição de campo. Obteve curvas de produção de matéria seca, concentração e absorção dos nutrientes, desde a germinação até o fim do ciclo vegetativo. Constatou que o máximo de absorção dos macronutrientes se dá em torno dos 56 dias após a sementeira.

Segundo o mesmo autor, uma população de 250.000 plantas (1 ha) extrai, em quilogramas, as seguintes quantidades de nutrientes:

Nitrogênio	—	102
Fósforo	—	9
Potássio	—	93
Cálcio	—	54
Magnésio	—	18
Enxôfre	—	26

O presente trabalho tem por finalidade o estudo da absorção de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxôfre pelo feijoeiro, em função da idade da planta, em condições de solo em vaso.

2 — MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em casa de vegetação, em vasos de Mitscherlich, com capacidade para 6 kg de terra. Utilizou-se um Latossolo Roxo, obtido na Estação Experimental Central "Theodoro de Camargo", município de Campinas, cujas características químicas são:

pH	5,6	
Carbono	2,30%	
Nitrogênio ...	0,13%	
PO ₄ ⁻³ (3)	0,06	e.mg por 100 g de solo sêco ao ar
K ⁺	0,11	idem
Ca ⁺²	3,48	idem
Mg ⁺²	0,98	idem
H ⁺ + Al ⁺³ ...	4,40	idem

Todos os vasos receberam antes da semeadura 4 g de sulfato de amônio, 12 g de superfosfato simples e 2 g de cloreto de potássio. A adubação foi completada com 2 g dos sulfatos de cálcio e magnésio, 200 mg de sulfatos de cobre, ferro, manganês e zinco, assim como 200 mg de tetraborato de sódio e 50 mg de molibdato de amônio. A planta usada foi o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), variedade chumbinho opaco, e foram semeadas 6 sementes por vaso, deixando-se no desbaste uma planta por vaso.

Depois da germinação, cada 10 dias, as plantas foram coletadas e divididas em raiz, caule, folhas, flores e frutos. Esses materiais foram pesados e postos em estufa a 60°C, para secagem.

O número de vasos colhidos por década variou de forma a obter material suficiente para as análises, mas nunca foi menor do que 3 vasos.

As determinações de fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre foram feitas em alíquotas de um extrato obtido pela digestão da amostra com ácido nítrico e perclórico, segundo Lott e outros (3). O nitrogênio foi determinado por micro-kjeldahl, adaptado por Malavolta (4).

(3) PO₄⁻³ solúvel em H₂SO₄ 0,05 N.

3 — RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 — CRESCIMENTO

A figura 1 apresenta a variação no teor da matéria fresca, em gramas, e a porcentagem da matéria seca das plantas em função da época de amostragem.

Pelo exame da curva, referente à matéria fresca, verifica-se que nos 20 primeiros dias o feijoeiro cresce muito pouco, cêrca de 5% de seu crescimento total. Por ocasião da floração, que se

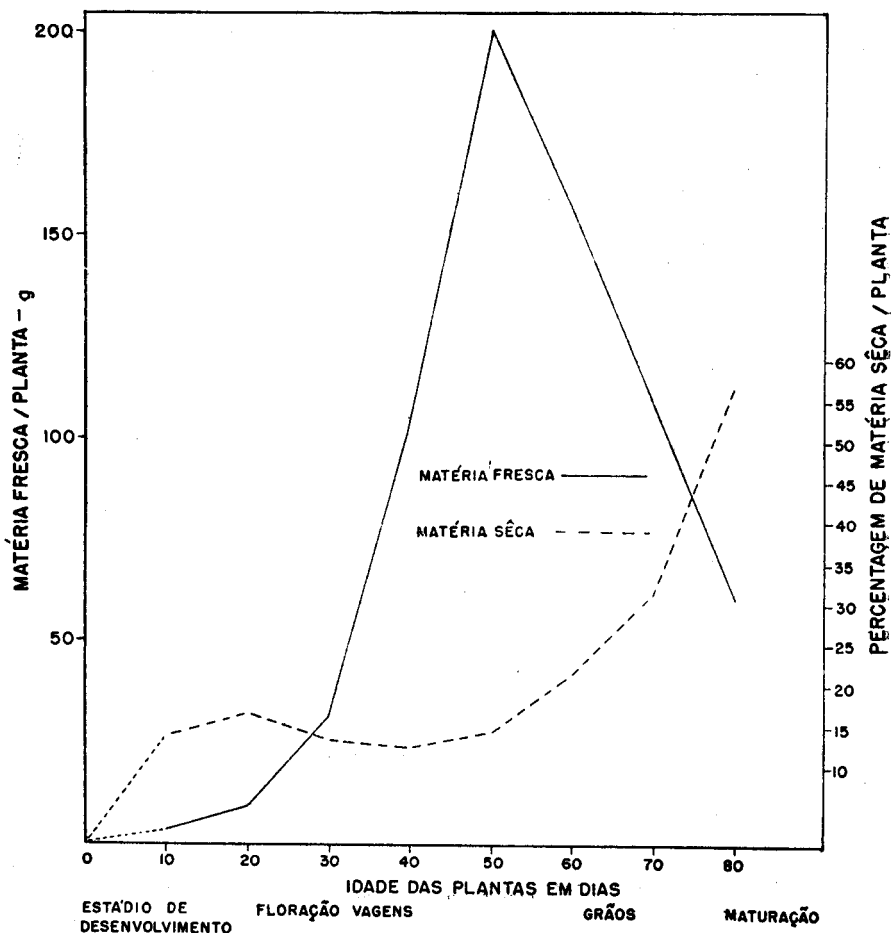


Figura 1. — Variação na quantidade de matéria fresca por planta (g) e porcentagem de matéria seca em função da época de amostragem.

QUADRO 1. — Porcentagem dos macronutrientes no material sêco dos diversos órgãos, de acôrdo com a idade da planta

Idade da planta em dias	Parte da planta	Teor dos elementos analisados					
		N	P	K	Ca	Mg	S
		%	%	%	%	%	%
10	Raiz	2,24	-----	-----	-----	-----	-----
	Caule	3,08	-----	-----	-----	-----	-----
	Fôlhas	4,62	-----	-----	-----	-----	-----
20	Raiz	3,64	0,33	3,50	1,20	0,20	0,51
	Caule	2,38	0,20	-----	1,00	0,27	0,38
	Fôlhas	4,90	0,32	3,50	1,76	0,33	0,38
30	Raiz	3,08	0,22	3,25	0,76	0,18	0,29
	Caule	2,38	0,21	4,50	1,24	0,34	0,48
	Fôlhas	4,48	0,23	3,40	2,24	0,32	0,40
40	Raiz	2,52	0,19	3,55	0,88	0,34	0,56
	Caule	1,54	0,19	5,70	0,84	0,34	0,38
	Fôlhas	1,68	0,25	3,40	4,04	0,34	0,62
	Vagens	3,50	-----	-----	-----	-----	-----
50	Raiz	2,38	0,14	3,60	1,40	0,24	0,62
	Caule	1,40	0,12	3,00	1,36	0,34	0,66
	Fôlhas	2,94	0,16	2,25	4,00	0,34	0,34
	Vagens	2,94	0,24	2,80	0,52	0,33	0,37
60	Raiz	3,78	0,12	3,50	1,28	0,21	0,34
	Caule	1,54	0,09	3,25	1,88	0,33	0,43
	Fôlhas	2,10	0,16	2,40	4,40	0,35	0,36
	Vagens	1,84	0,08	2,90	0,44	0,31	0,38
	Grãos	2,94	0,32	2,00	0,24	0,23	0,47
70	Raiz	2,24	0,12	1,60	0,92	0,17	0,30
	Caule	1,34	0,08	2,40	1,12	0,29	0,41
	Fôlhas	2,10	0,13	2,00	4,40	0,32	0,40
	Vagens	1,68	0,09	2,75	0,52	0,36	0,40
	Grãos	2,68	0,33	2,00	0,36	0,24	0,44
80	Raiz	1,96	0,11	0,55	0,86	0,18	0,33
	Caule	1,26	0,07	2,75	1,60	0,34	0,37
	Fôlhas	1,96	0,14	1,20	3,40	0,30	0,44
	Vagens	1,42	0,05	3,85	0,52	0,28	0,26
	Grãos	2,80	0,33	2,00	0,36	0,22	0,45

inicia dos 20 aos 30 dias, há um aumento de 15% no peso da planta. A partir dos 30 dias, com o aparecimento das primeiras vagens, o crescimento aumenta bruscamente na ordem de 80%, atingindo o máximo aos 50 dias de idade. Do quinquagésimo dia em diante há um decréscimo de peso, devido ao secamento da planta.

A porcentagem de matéria seca, mantém-se aproximadamente constante dos 10 aos 50 dias. Dos 50 dias até o fim do ciclo há um aumento sensível na porcentagem, como resultado da maturação dos grãos. Na planta, aos 80 dias, a porcentagem de matéria seca quadruplica-se em relação àquela apresentada por ocasião do florescimento.

3.2 — CONCENTRAÇÃO DOS NUTRIENTES

As porcentagens dos constituintes minerais nos diferentes órgãos da planta e suas variações nos diversos estádios de desenvolvimento são apresentados no quadro 1.

As porcentagens de N, P e K são mais elevadas por ocasião do florescimento e decrescem de modo geral com o desenvolvimento da planta.

Digno de nota é o decréscimo de porcentagem de N, P e K nas folhas da planta madura, a partir da época de formação das vagens, o que sugere translocação dos elementos. A porcentagem de Ca aumenta, principalmente nas folhas, com o desenvolvimento da planta, chegando a superar as concentrações de N e K, indicando em parte falta de redistribuição interna do elemento e, portanto, necessidade de fornecimento à planta pelo solo.

A concentração de Mg e S apresenta-se constante, com leve flutuação durante todo o ciclo do feijoeiro.

Os dados são parcialmente correspondentes aos obtidos por Gallo e Miyasaka (2).

3.3 — VARIAÇÃO NA QUANTIDADE DE ELEMENTOS ABSORVIDOS

O quadro 2 ilustra a absorção dos macronutrientes pela planta como porcentagem da quantidade máxima retirada.

Observa-se que a planta absorve todo o N, K e Ca de que necessita nos 50 primeiros dias, e o Mg e o S são absorvidos até aos 70 dias e 60 dias, respectivamente.

O P não apresenta época preferencial, sendo absorvido até o fim do ciclo.

QUADRO 2. — Absorção dos elementos em porcentagem da máxima encontrada

Elemento	Período em dias							
	0-10	0-20	0-30	0-40	0-50	0-60	0-70	0-80
Nitrogênio	1,8	8,4	19,7	47,3	100	-----	-----	-----
Fósforo	-----	6,7	13,0	47,9	73,6	94,8	95,7	100
Potássio	-----	4,6	18,6	72,8	100	-----	-----	-----
Cálcio	-----	5,2	15,7	72,9	100	-----	-----	-----
Magnésio	-----	4,9	12,6	51,6	99,2	99,2	100	-----
Enxôfre	-----	4,4	11,4	57,5	98,6	100	-----	-----

Como a absorção de todos os nutrientes em questão é pequena nos primeiros 30 dias, parece possível dispensar a adubação no sulco, principalmente de N e K, transferindo-a para os 30 dias.

3.4 — EXTRAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE MACRONUTRIENTES

A figura 2 dá as quantidades totais dos macronutrientes extraídos por 250.000 plantas, população correspondente a um hectare. Os valores foram calculados com base nos teores encontrados nas plantas deste ensaio. Verifica-se que até aos 20 dias é reduzida a quantidade de nutrientes extraídos. Da floração até o início da formação das vagens aumenta a retirada dos elementos, principalmente de N, K e Ca. Após aos 45 dias, com o início da fase de maior crescimento da planta, há uma intensa extração dos nutrientes, atingindo o máximo aos 50 dias.

Em consequência do sistema de colheita mais empregado para esta cultura (arrancamento das plantas), o esgotamento produzido pela cultura confunde-se com o das suas exigências. Assim, em um hectare, o feijoeiro extrai as seguintes quantidades de nutrientes:

Nitrogênio	—	201,2 kg
Potássio	—	200,7 kg
Cálcio	—	116,0 kg
Magnésio	—	36,0 kg
Enxôfre	—	36,0 kg
Fósforo	—	17,5 kg

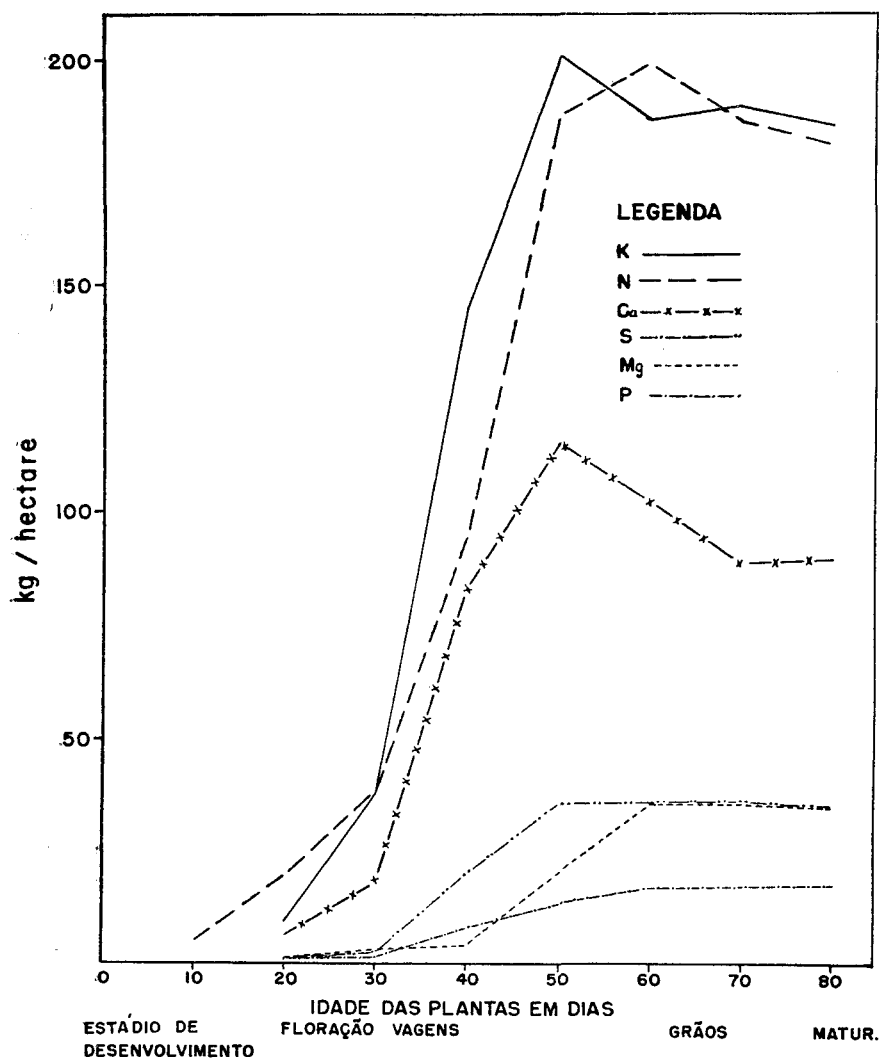


Figura 2. — Quantidades dos macronutrientes (kg) absorvidas por 250.000 plantas (1 ha) em função do seu desenvolvimento.

No caso da cultura exclusiva, e empregando-se a colheita mecânica, uma produção média de 500 kg/ha ⁽⁴⁾ exporta as seguintes quantidades dos nutrientes, em quilogramas:

Nitrogênio	—	14,3 kg
Fósforo	—	1,6 kg
Potássio	—	10,2 kg
Cálcio	—	1,8 kg
Magnésio	—	1,0 kg
Enxôfre	—	2,2 kg

Há ainda a possibilidade do retorno da palha para o campo, sob forma de adubação orgânica, com sensível redução no esgotamento da fertilidade do solo, principalmente no que se refere ao K e Ca. Em relação ao nitrogênio, a maior parte deve provir do ar atmosférico, através do fenômeno da fixação.

Considerando-se, neste tipo de cultivo, que somente os grãos abandonam a propriedade agrícola, verifica-se que os elementos são exportados na seguinte porcentagem em relação ao total contido na cultura:

Nitrogênio	—	3,5%
Fósforo	—	8,0%
Potássio	—	5,0%
Cálcio	—	1,5%
Magnésio	—	2,7%
Enxôfre	—	6,1%

É interessante assinalar que, apesar do feijoeiro ser bastante exigente em cálcio, somente uma fração pequena deste elemento é exportado através da colheita.

4 — CONCLUSÕES

Os dados obtidos permitiram tirar as seguintes conclusões:

a) O crescimento inicial do feijoeiro foi bastante lento até aos 20 dias, intensificando-se aos 30 dias, atingindo o máximo aos 50 dias.

⁽⁴⁾ Agricultura em São Paulo. Divisão de Economia Rural. Ano XII N.º 5/6, 1966.

b) Os macronutrientes absorvidos em maiores quantidades pelo feijoeiro foram o nitrogênio e o potássio. Pela ordem decrescente seguem o cálcio, o enxôfre, o magnésio e o fósforo.

c) Os nutrientes N, K e Ca atingiram o máximo de sua absorção pela planta aos 50 dias, e o Mg e o S, respectivamente, aos 70 e 60 dias. O P não apresentou época preferencial, sendo absorvido até o fim do ciclo.

d) Com base nos resultados obtidos as quantidades totais de elementos nutritivos absorvidos ou exportados pelas plantas, em um hectare, são os constantes da relação abaixo.

ELEMENTO	<i>Total na planta Em 500 kg de grãos</i>	
	<i>kg</i>	<i>kg</i>
Nitrogênio	201,2	14,3
Fósforo	17,5	1,6
Potássio	200,7	10,2
Cálcio	116,0	1,8
Magnésio	36,0	1,0
Enxôfre	36,0	2,2

ABSORPTION OF NUTRIENTS BY BEAN

SUMMARY

The purpose of this investigation was to gain information on the rate of fresh and dry matter production and nutrient absorption by bean plants (*Phaseolus vulgaris* L.). The test was carried out in the greenhouse in Mitscherlich pots containing fertilized soil.

Every ten days plants were harvested divided into roots, stems, leaves and fruits and analysed for N, P, K, Ca, Mg and S.

Data obtained allowed for the following main conclusions:

a) the initial rate of growth of the bean plant during the first 30 days is rather slow. The maximum growth occurred when the plant was 50 days old.

b) the maximum absorption rate according to the element was: N, K and Ca, at 50 days; Mg and S at 70 and 60 days respectively.

Phosphorus was absorbed by the crops from the beginning up to the end of the cycle.

c) The following amounts of element in kg/ha were absorbed by the plants:

Element	Entire plant	In 500 kg of Grains
	kg	kg
N	201.2	14.3
P	17.5	1.6
K	200.7	10.2
Ca	116.0	1.8
Mg	36.0	1.0
S	36.0	2.2

LITERATURA CITADA

1. COBRA NETTO, A. Nutrição mineral do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Piracicaba, E.S.A. Luiz de Queiroz, 1967. (Tese mimeografada)
2. GALLO, J. R. & MIYASAKA, S. Composição química do feijoeiro e absorção de elementos nutritivos, do florescimento à maturação. *Bragantia*, 20:[867]-884, 1961.
3. LOTT, W. L.; NERY, J. P.; GALLO, J. R. & MEDCALF, J. C. A técnica de análise foliar aplicada ao cafeeiro. Campinas, Instituto Agrônômico, 1956. 29p. (Boletim 79)
4. MALAVOLTA, E. Práticas de química orgânica e biológica. Piracicaba, Centro Acadêmico Luiz de Queiroz, 1957. 100fls. (Apostila mimeografada)