

Absorção de fósforo e enxofre pelas folhas do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)

Summary. The absorption and translocation of phosphorus by *Phaseolus vulgaris* leaves was investigated for seven days during flowering stage. Radioactive phosphate and sulphate solutions with 1.45 mg P/ml and 1.1 mg S/ml were brushed on the upper surface of the leaves. About 50% of the applied ^{32}P and ^{35}S was absorbed within 16 hours. The translocation of these elements started eight hours after the application of the solution. At the end of seven days, about 1/3 of total absorbed phosphorus and sulfur has been translocated from the trifoliate leaf of the remaining parts of the plant.

Quando se pretende fazer uma adubação foliar, precisa-se saber o tempo em que o nutriente é absorvido e translocado. Com isto se sabe o espaço de tempo necessário para que a falta de um elemento possa ser corrigida pela sua aplicação nas folhas. Há trabalhos na literatura que mostram a rápida absorção e translocação do fósforo e enxofre aplicados nas folhas (2, 3, 5).

Bukovac e Wittwer (1) aplicaram soluções de H_3PO_4 (15173 μCi $^{32}\text{P}/\text{g}$ P), pH = 3.0 e de sulfato ^{35}S (livre de carregador), pH = 3.0, em gotas de 0.01 ml em uma das folhas primárias de feijoeiro. Coletaram a mesma 6, 24, 48, 96 e 192 horas após, separando-se o local da folha onde a gota foi aplicada (disco de um centímetro de diâmetro) do restante, o resto das folhas e o caule e por último as raízes. A absorção e a translocação foram medidas calculando-se as porcentagens do isótopo aplicado, recuperando nas partes não tratadas. Verificaram que o fósforo e o enxofre tiveram taxas de absorção bem semelhantes, confirmando os resultados de outros autores citados por Bukovac e Wittwer (1). Cerca de 50% da quantidade aplicada de enxofre foram absorvidas em quatro dias e do fósforo em seis dias. Verificaram que pequena parte do fósforo e enxofre absorvidos pela folha foi translocada para as raízes.

Koontz e Biddulph (3) estudaram os fatores que afetam a absorção e translocação do fósforo aplicado no primeiro trifólio. Verificaram que há influência do método de aplicação sobre a folha, dos diferentes agentes molhantes, da concentração de fósforo na solução, dos compostos de fósforo, outros. Pela aplicação no primeiro trifólio de Na_2PO_4 , na concentração de 10 mM, verificaram que 50% do fósforo aplicado foram absorvidos nas primeiras 30 horas e a partir daí houve uma acentuada diminuição da velocidade da absorção. A translocação iniciou-se por volta de oito horas após a aplicação da solução e foi crescente até o final do experimento. A diminuição da velocidade de absorção ocorrida por volta de 30 horas após a aplicação do fósforo, foi atribuída ao secamento da solução pulverizada, com conseqüente cristalização do sal.

Orioli e Jiménez (4) estudaram a absorção e translocação do sulfato ^{35}S pelas folhas cotiledonares do feijoeiro de 10 a 15 dias de idade. As soluções radioativas aplicadas tinham concentração de 0.05 M e forma aplicadas em gotas. Verificaram que em 24 horas houve absorção de 50% do sulfato aplicado e o pH da solução não influiu na absorção.

O presente trabalho visa estudar a absorção de fósforo e enxofre pelo feijoeiro em fase de florescimento.

Material e métodos

Sementes de feijão (cv Carioca) foram semeadas em vasos contendo cinco quilogramas de terra, conduzidas até o início do florescimento, ocasião em que foi aplicada a solução contendo ^{32}P (H_3PO_4) e ^{35}S (sulfato de potássio) com atividades específicas em torno de 10 $\mu\text{Ci}/\text{ml}$ e, em concentração de 1.45 mg P/ml e 1.1 mg S/ml e com pH igual a 2.1.

A solução contendo o ^{32}P e o ^{35}S foi aplicada no terceiro trifólio a contar do colo com o auxílio de um bastonete de algodão. Por pesagens do frasco que continha a solução, antes e após o pincelamento, tinha-se o conhecimento da quantidade de solução aplicada.

Primeiro experimento: Os vasos foram levados para o laboratório, onde a temperatura variou de 25 a 30°C e a umidade do ar permaneceu ao redor de 80%, durante o transcorrer do experimento. A solução foi aplicada, e decorrido 1, 5, 10, 15, 30, 60, 120 minutos após a aplicação da mesma coletaram-se as plantas, separando-se o trifólio que recebeu a solução e o resto da planta, cortada no colo. O trifólio que recebeu a solução foi imerso em três porções de água, a fim de se eliminar os nutrientes que ainda não tinham sido absorvidos (3).

Segundo experimento: Neste experimento a solução contendo ^{32}P e ^{35}S foi aplicada sobre as folhas às 17 horas. As plantas permaneceram no ambiente natural durante sete dias, sendo protegidas apenas por ocasião de chuvas. Durante os sete dias de experimento a temperatura variou entre 20 a 30°C e a umidade do ar desde 10 até 100%. O material vegetal foi coletado 1, 2, 4, 8, 16, 24, 48, 72, 96, 120, 144, 168 horas após a aplicação da solução. As plantas de feijão foram coletadas da maneira descrita no primeiro experimento.

Nos dois experimentos a massa vegetal coletada foi seca em estufa a 70°C, pesadas e obteve-se o extrato nítrico perclórico. A seguir tomaram-se aliquotas que foram levadas ao cintilador onde se obteve as contagens por efeito Cerenkov para o ^{32}P e por cintila-

ção líquida para o ^{35}S . Tomou-se o devido cuidado de se descontar a interferência do ^{32}P sobre as contagens de ^{35}S obtidas por cintilação líquida.

A absorção total de cada nutriente foi calculada pela soma das contagens obtidas no trifólio após as três lavagens mais as contagens do resto da planta. Conhecendo-se também a quantidade de radioisótopo aplicada no trifólio, calculou-se a porcentagem que permaneceu no trifólio e a que foi translocada para o restante da planta.

Resultados e discussão

Os resultados são apresentados nas Tabelas 1 e 2, respectivamente para o fósforo e enxofre, e Figura 1. Estes resultados confirmam os obtidos por outros autores que afirmam que tais nutrientes podem ser absorvidos pelos vegetais, através das folhas.

Pelos resultados do primeiro experimento, pode-se constatar que a absorção do fósforo e enxofre pela folha é rápida. Após uma hora da aplicação aproximadamente 5% já haviam sido absorvidos. Entretanto, a translocação dos nutrientes do trifólio onde foram aplicados para as outras partes da planta foi nula no mesmo período.

Confrontando os resultados do primeiro e segundo experimento, verifica-se que a hora da aplicação é importante, pois a tarde uma hora após a aplicação da solução já haviam sido absorvidos 10 e 14% do fósforo e enxofre aplicados (experimento dos) enquanto que a aplicação pela manhã, valores próximos a estes só foram atingidos dos horas após a aplicação (primeiro experimento). Isto ocorreu talvez porque pela manhã a umidade do ar estava diminuindo, enquanto que no período da tarde a umidade relativa do ar estava aumentando.

Quanto aos resultados do segundo experimento, verificaram-se duas partes bem distintas nas curvas de absorção do fósforo e do enxofre, pois após 16 horas já haviam sido absorvidos mais de 50% do fósforo e enxofre aplicados, e a partir daí, praticamente não houve mais absorção, como pode-se visualizar pela Figura 1. Estes resultados concordam com os de Koontz e Biddulph (3) obtidas para o fósforo, mas são menores do que os tempos encontrados por Wittwer e Bukovac (1). Os resultados obtidos neste experimento para o enxofre são semelhantes aos obtidos por Orioli e Jiménez (4).

A aplicação da solução no segundo experimento deu-se às 17 horas, ocasião em que a umidade relativa

Tabela 1. Fósforo absorvido e translocado ($\mu\text{g P}$) e porcentagem absorvida e translocada do total aplicado.

Tempo Contato 1. ^o Experimento	Trifólio		Resto planta		Total	
	μgP	%	μgP	%	μgP	%
1 minuto	—	0.1	—	—	—	0.1
5 minutos	2	0.3	—	—	2	0.3
10 minutos	5	0.8	—	—	5	0.8
15 minutos	12	2.3	—	—	12	2.3
30 minutos	19	5.9	—	—	19	5.9
60 minutos	11	4.3	—	—	11	4.3
120 minutos	37	10.1	—	—	37	10.1
2. ^o Experimento						
1 hora	50	10.4	—	—	50	10.4
2 horas	68	15.7	—	0.1	68	15.7
4 horas	92	23.4	1	0.3	93	23.7
8 horas	102	27.7	2	0.5	104	28.2
16 horas	185	51.2	7	1.9	192	53.1
24 horas	195	49.7	11	2.8	206	52.5
48 horas	171	46.3	29	8.0	200	54.3
72 horas	133	33.1	51	12.5	184	45.6
96 horas	133	39.8	47	14.2	180	54.0
120 horas	128	34.2	59	15.9	187	50.1
144 horas	95	28.3	51	15.2	146	43.5
168 horas	91	26.1	56	16.0	147	42.1

Tabela 2. Enxofre absorvido e translocado ($\mu\text{g S}$) e percentagem absorvida e translocada do total aplicado.

Tempo contato	Trifólio		Resto da Planta		Total	
	μgS	%	μgS	%	μgS	%
1.º Experimento						
1 minuto	—	0.1	—	—	—	0.1
5 minutos	2	0.5	—	—	2	0.5
10 minutos	5	1.4	—	—	5	1.4
15 minutos	12	3.0	—	—	12	3.0
30 minutos	18	7.4	—	—	18	7.4
60 minutos	11	5.7	—	—	11	5.7
120 minutos	39	13.5	—	—	39	13.5
2.º Experimento						
1 hora	53	14.3	—	—	53	14.3
2 horas	57	17.3	—	0.1	57	17.4
4 horas	63	21.0	1	0.4	64	21.4
8 horas	70	24.9	2	0.6	72	25.5
16 horas	142	52.0	7	2.6	149	54.6
24 horas	165	55.3	10	3.3	175	58.6
48 horas	153	54.7	20	7.2	173	61.9
72 horas	146	47.5	31	10.0	177	57.5
96 horas	133	52.2	28	10.9	161	63.1
120 horas	130	45.4	37	13.0	167	58.4
144 horas	101	39.4	35	13.9	137	53.3
168 horas	105	39.5	36	13.6	141	53.1

do ar. que era 50%, aumentou durante as primeiras quatro horas, decrescendo paulatinamente até que após 20 horas aproximadamente voltar a ser 50%, diminuindo ainda mais no transcorrer do primeiro dia. Tal fato demonstra a importância da hora da aplicação e evidencia ainda que após haver o secamento da solução, a absorção não se faz sentir novamente mesmo que haja elevação da umidade do ar, já que a absorção tanto de fósforo como de enxofre permaneceram constante a partir das primeiras 16 horas.

Nota-se ainda pela Figura 1 que a translocação do fósforo e enxofre da folha iniciou-se ao redor das oito horas após a aplicação da solução e continuou até o final do experimento, motivando uma queda na porcentagem do fósforo e enxofre absorvidos e que permanecia nas folhas. Tais resultados concordam perfeitamente com os de Koontz e Biddulph (3) e Orioli e Jiménez (4).

Conclusões

1. Aproximadamente 50% do fósforo e enxofre aplicados no terceiro trifólio foram absorvidos num período de 16 horas após a aplicação da solução.

2. A translocação do fósforo e enxofre iniciou-se oito horas após a aplicação da solução e se manteve até o final de dias. No final deste período 17 e 13% respectivamente do fósforo e enxofre aplicados haviam se translocado do trifólio para o resto da planta.

Resumen

La absorción y el cambio de sitio del fósforo en las hojas del *Phaseolus vulgaris* fueron investigados durante siete días en la etapa de florecimiento. Se frotó las hojas en su parte exterior con soluciones de fosfato radioactivo y sulfato con 1.45 mg P/ml y 1.1 mg S/ml.

Alrededor del 50% de lo aplicado de 32p y 35s fue absorbido en 16 horas; el cambio de sitio de estos elementos se inició ocho horas después de la aplicación de esta solución.

Tras el período de siete días, alrededor de un tercio del fósforo y el sulfato absorbido había cambiado de sitio de la hoja trifoliácea a las restantes partes de la planta.

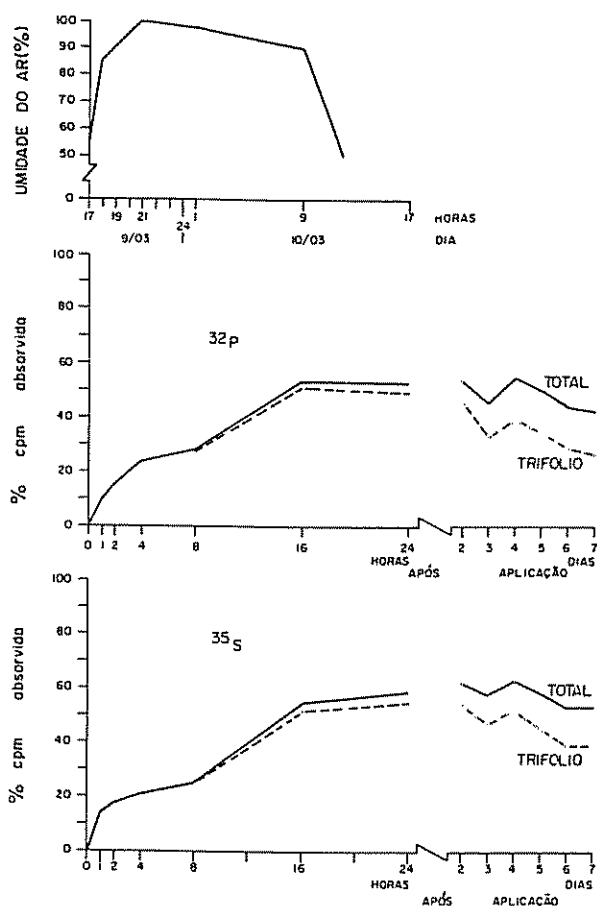


Fig 1 Absorção de ^{32}P e ^{35}S em função do tempo e umidade relativa do ar.

17 junho, 1985.

A. E. BOARETTO*

T. MURAOKA**

A. P. CRUZ**

C. DAGHLIAN**

* Faculdade de Ciências Agrônomicas-UNESP, Botucatu, SP, Brasil.

** Centro de Energia Nuclear na Agricultura-USP, Piracicaba SP, Brasil.

Literatura citada

1. BUKOVAC, M. J.; WITWERT, S. M. 1957. Absorption and mobility of foliar applied nutrients. *Plant Physiology* 32:428-435.

2. HOEPFNER, M. A. 1976. Efeitos da aplicação foliar de fontes de fósforo em tomateiro (*Lycopersicon esculentum*, Mill) cultivados sob quatro níveis de fósforo no solo. MS Thesis, Viçosa, Universidade Federal de Viçosa.
3. KOONIZ, H.; BIDDULPH, O. 1957. Factors affecting absorption and translocation of foliar applied phosphorus. *Plant Physiology* 32(1): 463-470.
4. ORIOLI, G. A.; JIMENEZ, S. E. 1964. Absorción del sulfato radioactivo por las hojas. *Fitotecnia Latinoamericana* 1(1):37-50.
5. WITWERT, S. H.; TEUBNER, F. G. 1959. Foliar absorption of mineral nutrients. *Annual Review of Plant Physiology*, 10:13-32.

Comportamiento del naranjo dulce en Venezuela.

Summary. This article was written for the north-central region of Venezuela. It describes variations in growth and fruit production of sweet oranges (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), using the Valencia cultivar grafted onto sour orange (*Citrus aurantium*) stock between two and eighteen years of age. Measurements were made on selected trees from commercial orchards to determine plant height; the average crown was found similar to that of a geometric cylinder, while crown volume was comparable to an elongated sphere. It was found that the productive life cycle begins in the second year, intensifies after the fourth year and ceases at 10 years of age.

Production efficiency begins to decline after 8-10 years, depending on whether it is measured in terms of crown volume or lateral surface. Given the nature of the life cycle and productive efficiency found in the plant in a tropical environment, it is suggested that less vigorous stock be used, with higher density planting and use of pruning and growth regulators.

Entre los cítricos, el naranjo dulce (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), constituye uno de los frutales más difundidos en Venezuela, ocupando una superficie de 33 000 ha (12); la región central del país tiene una influencia significativa en los volúmenes de producción.