

# BRAGANTIA

Boletim Científico do Instituto Agrônomo do Estado de S. Paulo

Vol. 26

Campinas, setembro de 1967

N.º 31

## ABSORÇÃO DE NUTRIENTES PELA PLANTA DE AMENDOIM EM CULTURA DE PRIMAVERA (1)

FERNANDO A. SOARES COELHO, *engenheiro-agrônomo, Seção de Fertilidade do Solo*, e ROMEU DE TELLA, *engenheiro-agrônomo, Seção de Oleaginosas, Instituto Agrônomo*

### SINOPSE

É apresentado estudo relativo à acumulação de matéria seca, concentração e absorção de nutrientes em plantas de amendoim, em latossolo vermelho escuro, adubado e sem adubação. Em amostras de plantas colhidas semanalmente foram determinados os elementos: N, P, K, Ca, Mg e S.

A adubação trouxe aumento de 85% no peso seco dos frutos e 53% no da planta. Com exceção do cálcio e do magnésio, os teores dos demais elementos foram mais elevados nas plantas adubadas.

Cerca de 80% do total de matéria seca e de nutrientes nas plantas adubadas foram acumulados no período entre início da frutificação e início da maturação dos frutos.

Nas plantas não adubadas essa acumulação representa cerca de 60%. Esses resultados evidenciam o período em que as plantas devem encontrar maior disponibilidade de nutrientes no solo.

### 1 — INTRODUÇÃO

O estudo da acumulação de nutrientes e de matéria seca através da análise química de plantas cultivadas em condições de campo, e feita em diferentes épocas do ciclo vegetativo, fornece indicações úteis quanto à nutrição das plantas, evidenciando a importância relativa dos nutrientes e sua dinâmica dentro da planta. Indicam a quantidade total de nutrientes extraídos pelas

(1) Recebido para publicação em 1 de junho de 1967.

plantas e os períodos em que elas absorvem os elementos nutritivos em maior proporção, revelando as épocas mais adequadas para utilização das práticas de adubação.

O presente trabalho visa o estudo da absorção de N, P, K, Ca, Mg e S e acumulação de matéria seca pelas plantas de amendoim, variedade Tatu, nas condições de solos e clima do experimento.

## 2 — MATERIAL E MÉTODO

Em solo latossolo vermelho escuro foram semeadas duas áreas com amendoim, variedade Tatu, no espaçamento de 60 cm x 10 cm, uma sem adubação e outra com adubação, incluindo micronutrientes, destinadas ao estudo da absorção de nutrientes pelo amendoim. Cada parcela era constituída de 10 linhas de 24 m de comprimento, com uma planta por cova após o desbaste. No tratamento adubado, além de NPK, foram incluídos micronutrientes e sulfato de cálcio, nas seguintes doses, em quilogramas por hectare: salitre do Chile, 390; superfosfato simples, 600; cloreto de potássio, 135; sulfato de cálcio, 500; sulfato de zinco, 20; sulfato de cobre, 20; borax, 3; molibdato de amônio 0,115. O salitre do Chile foi aplicado em cobertura, cerca de 30 dias de idade das plantas, e os demais na linha, por ocasião do plantio.

Os tratos culturais foram os mesmos recomendados para a cultura.

A análise química do solo, efetuada pela Seção de Fertilidade do Solo, revelou os seguintes resultados:

pH .....	5,15
Nitrogênio(N), g/100g de solo .....	0,12
Ca <sup>++</sup> trocável, e.mg/100g de solo .....	0,30
Mg <sup>++</sup> " " " " .....	0,30
K <sup>+</sup> " " " " .....	0,04
Al <sup>+++</sup> " " " " .....	0,65
H <sup>+</sup> " " " " .....	5,85
PO <sub>4</sub> <sup>--</sup> (²) e.mg/100g de solo .....	0,16

(²) Fosfato solúvel em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,05 N

Os resultados da análise revelam que o solo em que se efetuou o plantio possui baixo teor em todos os nutrientes, com exceção do nitrogênio, que é médio. A acidez, representada pelo índice pH, é média.

Semeou-se o amendoim em 17 de outubro de 1962, e a colheita foi feita em 6 de fevereiro de 1963. Os dados pluviométricos, fornecidos pela Seção de Climatologia Agrícola, deste Instituto, acham-se reunidos no quadro 1.

QUADRO 1. — Dados pluviométricos, no período de outubro de 1962 a fevereiro de 1963

Período	Precipitação mensal		Máxima em 24 horas	Dias de chuva	
	Total	Média normal		Total	Média normal
1962	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>n.º</i>	<i>n.º</i>
Outubro .....	216	111	56	15	10
Novembro .....	115	132	52	9	10
Dezembro .....	271	196	49	19	13
1963					
Janeiro .....	422	244	81	20	15
Fevereiro .....	264	179	60	13	13

A amostragem foi feita arrancando-se 20 plantas, por vez, de cada tratamento, a primeira realizada duas semanas após a germinação, e as demais semanalmente, até a colheita.

O preparo das amostras e suas análises químicas foram efetuadas de acôrdo com as técnicas já descritas (8, 9, 4).

### 3 — RESULTADOS OBTIDOS

#### 3.1 — ACUMULAÇÃO DE MATÉRIA SÊCA

A figura 1 mostra que houve um aumento de material sêco da planta total até 13 semanas de idade, quando iniciou um pe-

ríodo de queda de fôlhas provocada pela doença "mancha das fôlhas", causada pelo fungo *Cercospora* sp., sendo que nas plantas adubadas observou-se diminuição de pêso sêco total, a partir dêsse momento. Nas que não receberam adubação não houve êsse decréscimo, devido à uniformidade de acumulação de matéria sêca pelas plantas durante todo o ciclo vegetativo.

O comportamento da parte vegetativa das plantas com relação à acumulação de matéria sêca foi idêntico ao ocorrido com a planta total no tratamento adubado.

O período mais ativo de acumulação de matéria sêca foi entre o início da frutificação e o da queda das fôlhas. Praticamente, até o início da frutificação não houve diferença entre o pêso sêco das plantas, o que evidencia que o período de mais intensa acumulação de matéria sêca é após êsse estágio, quando as plantas devem encontrar maior disponibilidade de nutrientes no solo.

À época da colheita, observou-se que a adubação motivou um aumento de 85% no pêso sêco dos frutos e de 53% no da planta total.

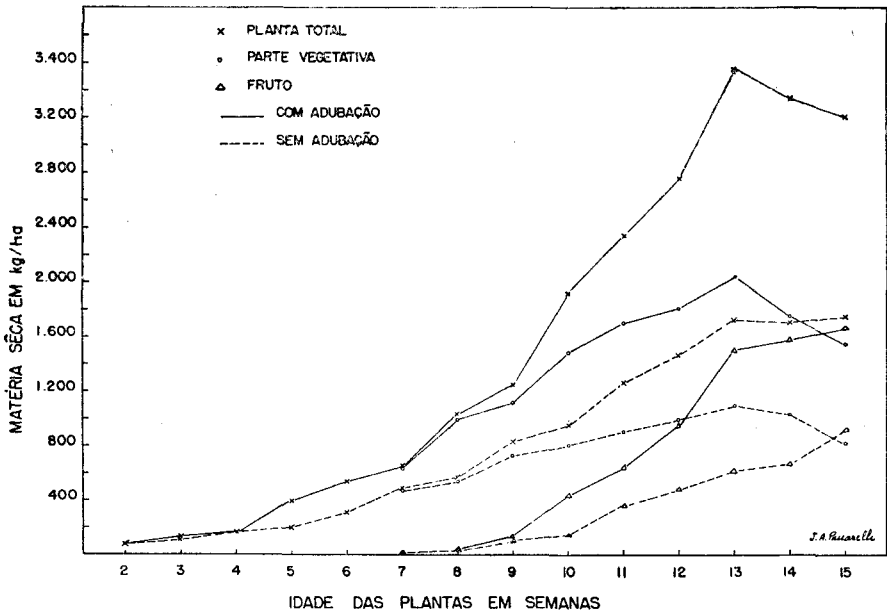


Figura 1. — Curvas de acumulação de matéria sêca pelas plantas de amendoim e partes da planta nos tratamentos sem e com adubação.

### 3.2 — VARIAÇÃO NA CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES

Os gráficos das figuras 2 e 3 mostram a composição química das partes da planta, em diferentes fases do ciclo vegetativo.

Os teores de nitrogênio e fósforo na haste, em ambos os tratamentos, decresceram com a idade das plantas. Os teores de potássio, nessa mesma parte, sofreram variações com o desenvolvimento da planta, não apresentando tendência definida de aumento ou diminuição. A concentração de cálcio na haste das plantas, em ambos os tratamentos, e a de enxofre nas plantas não adubadas, aumentou com o desenvolvimento da planta até a colheita, enquanto que nas plantas adubadas decresceu, aumentando no fim do ciclo. A concentração de magnésio decresceu até o início da frutificação e de florescimento, para em seguida experimentar um aumento até o fim do ciclo, respectivamente, nas plantas com e sem adubação.

A concentração dos elementos nutritivos nas fôlhas e raízes apresenta comportamento semelhante ao da concentração na haste.

Na casca do fruto, os teores de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio, nas plantas de ambos os tratamentos, e de enxôfre, nas plantas adubadas, decresceram durante o ciclo vegetativo, sendo que os de enxôfre nas plantas não adubadas aumentaram no período inicial de frutificação, decrescendo em seguida até a colheita. Quanto ao cálcio, houve um ligeiro aumento no seu teor, com o desenvolvimento dos frutos.

Na semente, a concentração dos elementos nutritivos foi a seguinte: o nitrogênio aumentou em ambos os tratamentos durante o desenvolvimento, acontecendo o contrário com o potássio; o fósforo, diminuiu inicialmente para aumentar durante a maturação do fruto, enquanto que a do enxôfre teve comportamento inverso; cálcio e magnésio permaneceram praticamente constantes. As sementes apresentaram teores mais elevados de nitrogênio e fósforo e mais baixos de cálcio e magnésio.

Com exceção do cálcio e magnésio, que apresentaram teores mais elevados nas plantas não adubadas, a adubação motivou um aumento nos teores de todos os elementos. Os maiores acréscimos foram apresentados pelo enxôfre, fósforo e potássio.

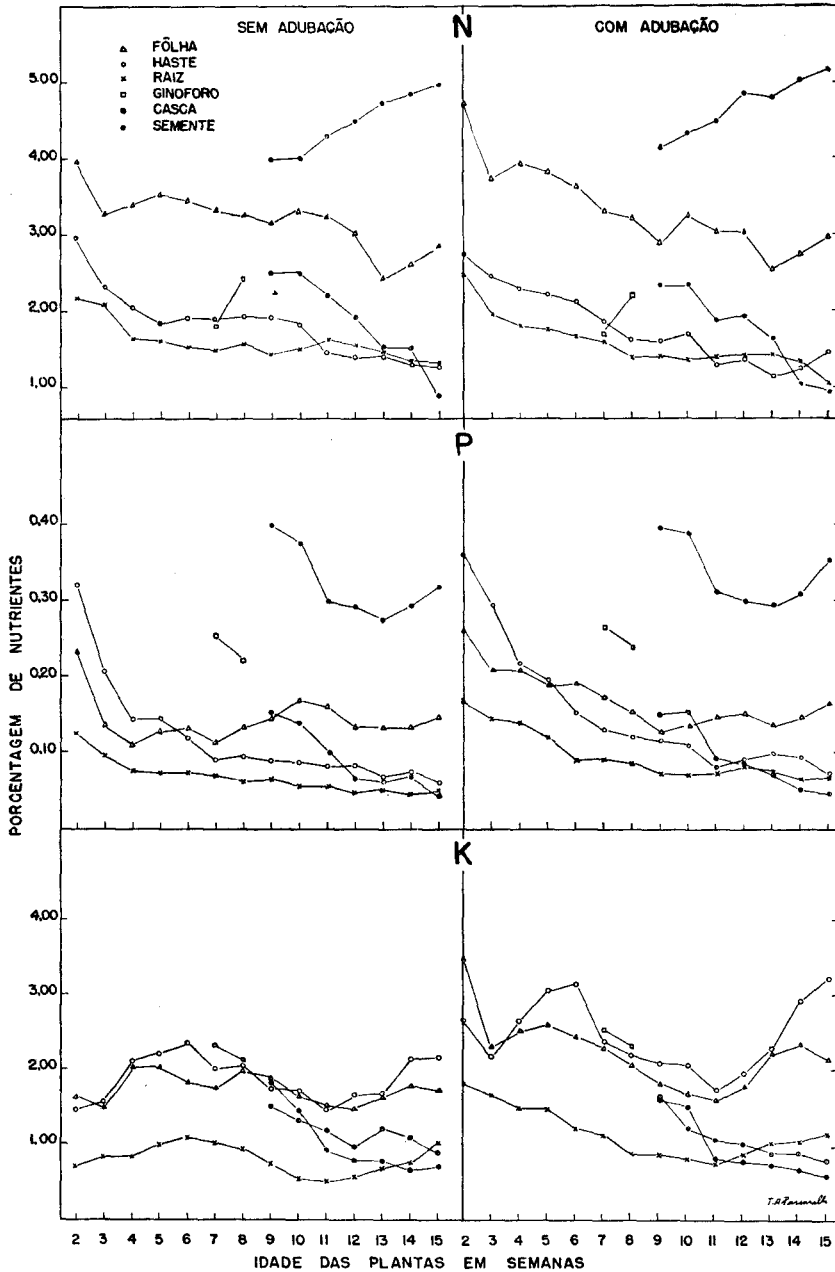


Figura 2. — Concentração de nitrogênio, fósforo e potássio nas diversas partes da planta de amendoim, nos tratamentos sem e com adubação, de acordo com a idade das plantas.

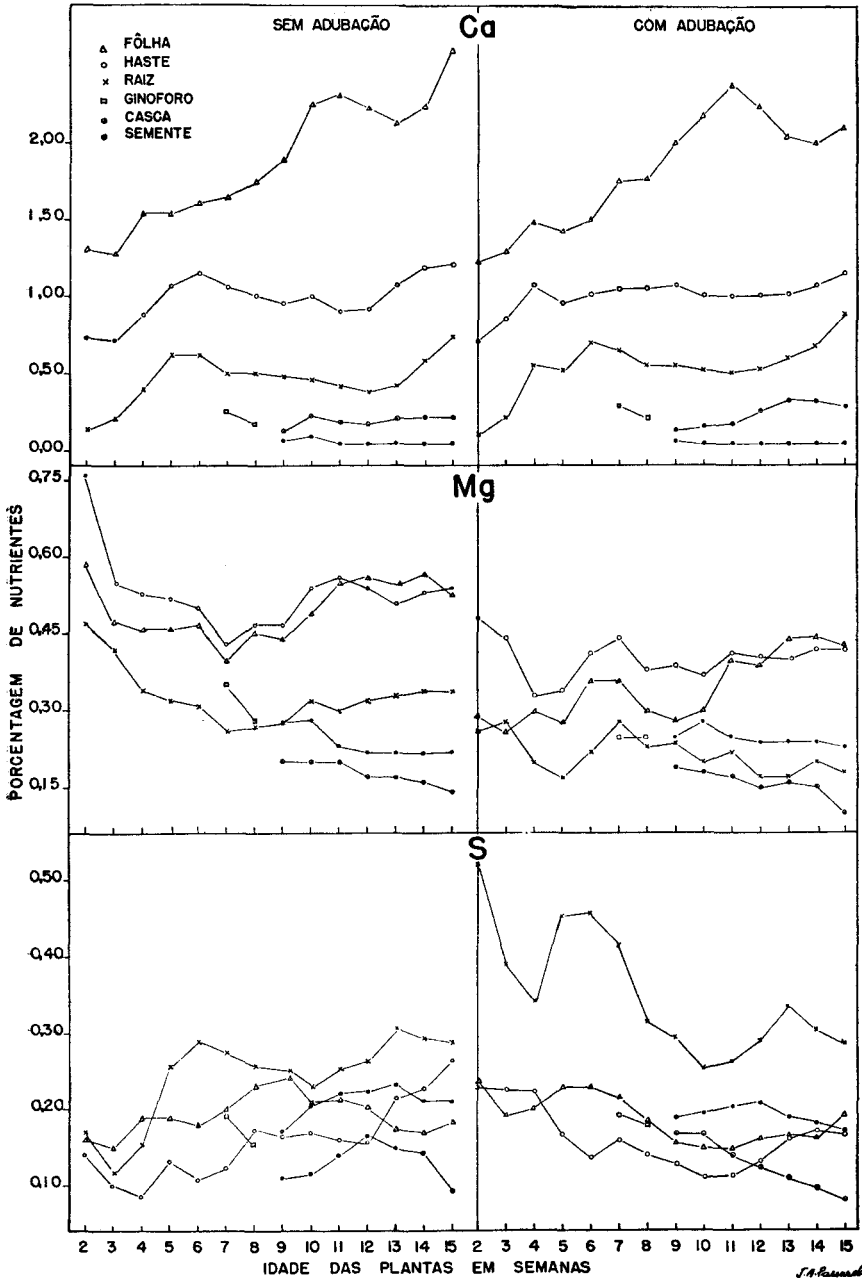


Figura 3. — Concentração de cálcio, magnésio e enxôfre nas diversas partes da planta de amendoim, nos tratamentos sem e com adubação, de acôrdio com a idade das plantas.

J. A. Passalunghi

### 3.3 — ABSORÇÃO DE NUTRIENTES

#### 3.3.1 — QUANTIDADE E DISTRIBUIÇÃO

As quantidades de nutrientes extraídas e sua distribuição nas plantas são apresentadas no quadro 2.

Os elementos absorvidos em maiores quantidades, em ordem decrescente foram: nitrogênio, potássio e cálcio. Cerca de 68% do nitrogênio e 73% do fósforo extraídos pelas plantas acham-se encerrados nos frutos, enquanto que cerca de 93% do cálcio encontra-se na parte vegetativa. Para os demais elementos a parte vegetativa encerra a maior quantidade extraída.

Observou-se uma transmigração acentuada de nitrogênio e fósforo de tôdas as partes da planta para a semente. O enxôfre migrou da raiz, também, para a semente. Para os demais elementos observou-se muito pouca transmigração, e, principalmente, da casca para a semente.

#### 3.3.2 — INTENSIDADE DE ABSORÇÃO

A atividade de absorção de nutrientes, em gramas por hectare por dia, em intervalo de duas semanas, até a época da colheita, é mostrada na figura 4. Nas plantas adubadas, o período

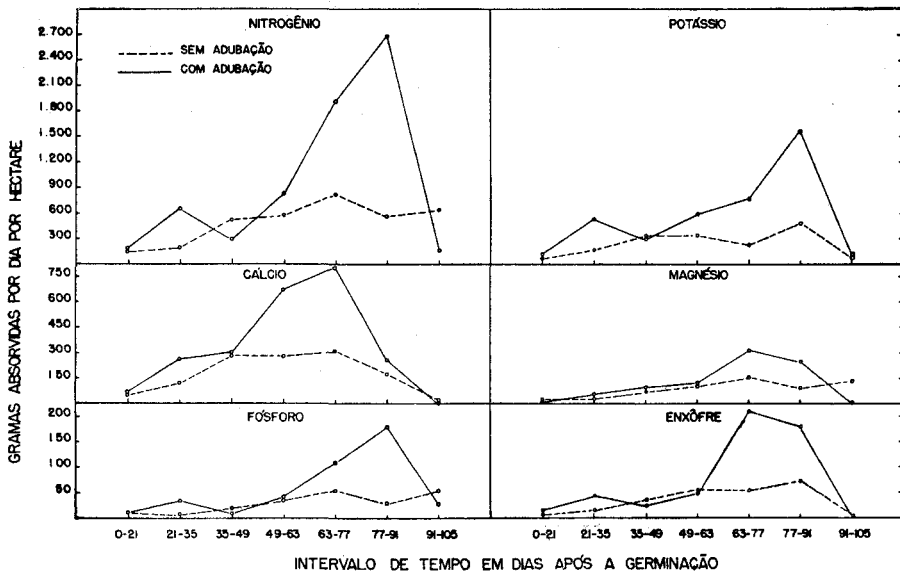


Figura 4. — Intensidade de absorção de nutrientes pelas plantas de amendoim de acordo com o período de desenvolvimento, nos tratamentos sem e com adubação.



QUADRO 2. — Quantidade e distribuição de nutrientes extraídos pelas plantas de amendoim, em quilogramas por hectare

Nutrientes	Fólia	Haste	Raiz	Semente	Casca	Fruto	Parte vegetativa	Planta total
<b>SEM ADUBO</b>								
Nitrogênio .....	10,04	5,28	0,90	31,84	2,58	34,42	16,22	50,64
Fósforo .....	0,52	0,25	0,04	2,05	0,12	2,17	0,81	2,98
Potássio .....	6,14	8,85	0,70	4,62	2,55	7,17	15,69	22,86
Cálcio .....	9,13	4,87	0,48	0,26	0,58	0,84	14,48	15,32
Magnésio .....	1,83	2,19	0,23	1,41	0,39	1,80	4,25	6,05
Enxofre .....	0,64	1,08	0,20	1,35	0,26	1,61	1,92	3,53
<b>ADUBADO</b>								
Nitrogênio .....	15,44	13,37	1,18	61,25	4,47	65,72	29,99	95,71
Fósforo .....	0,85	0,69	0,08	4,21	0,20	4,41	1,62	6,03
Potássio .....	11,14	29,87	1,33	7,83	4,24	12,07	42,34	54,41
Cálcio .....	10,88	10,60	0,99	0,47	1,32	1,79	22,47	24,26
Magnésio .....	2,23	3,87	0,20	2,73	0,47	3,20	6,30	9,50
Enxofre .....	0,99	1,55	0,32	2,04	0,39	2,43	2,86	5,29

mais ativo de absorção verificou-se entre 49 e 91 dias de idade das plantas, ou seja, do início da frutificação até a época de maturação dos frutos. Naquelas não adubadas a atividade de absorção experimentou um aumento gradativo com a idade das plantas, decrescendo durante a maturação dos frutos.

Na figura 5 são apresentadas as porcentagens do total de

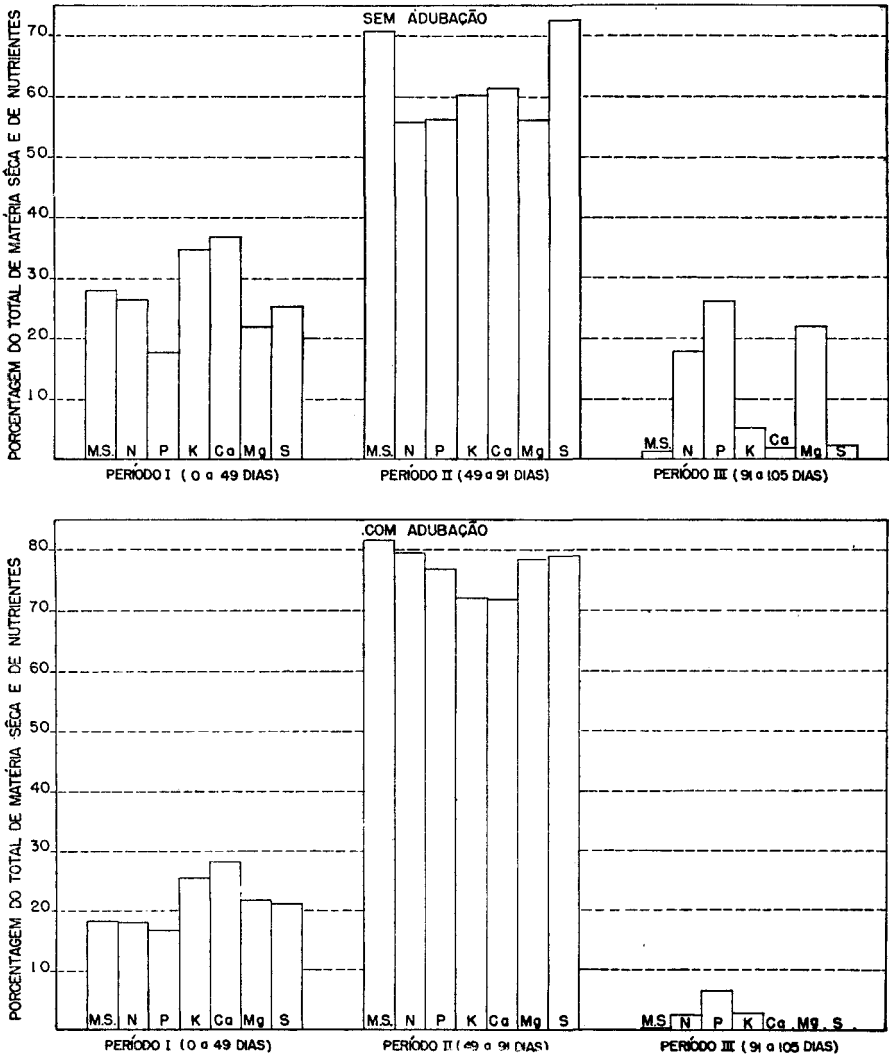


Figura 5. — Porcentagem do total de matéria seca e de nutrientes acumulados pelas plantas de amendoim, por período de desenvolvimento, em solo sem e com adubação.

matéria seca e de nutrientes acumulados nas plantas durante o ciclo vegetativo, de acordo com o período de intensidade de absorção verificado nas plantas adubadas. Os dados revelam que cerca de 80% e 60% do total de matéria seca e de nutrientes foram acumulados naquele período de maior atividade de absorção, respectivamente, nas plantas adubadas e não adubadas. Nas plantas adubadas, a partir do final desse período, praticamente não houve acumulação de matéria seca e de nutrientes.

#### 4 — DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

A acumulação de matéria seca foi lenta até o início da frutificação, 7 semanas de idade das plantas, tendo alcançado 18% e 27% do peso seco máximo atingido pelas plantas durante o ciclo vegetativo, respectivamente, para as plantas adubadas e não adubadas. Nesta fase, que representa o início do “período crítico” das plantas com relação à adubação, esta motivou um aumento de 32% no peso total, contra 106% de aumento, no fim do período crítico, representado pelo início da queda das folhas e, fisiologicamente, início de maturação dos frutos.

Durante o “período crítico”, houve acumulação de 83% e 70% do total de matéria seca acumulada pelas plantas durante todo o ciclo vegetativo, respectivamente, para as plantas adubadas e sem adubo. Desta data até a colheita, praticamente não houve acumulação de matéria seca, processando-se sua redistribuição na planta. À época da colheita, os frutos atingiram um peso seco superior ao da parte vegetativa, em ambos os tratamentos, quando se verificou um aumento de 80% no peso seco dos frutos, motivado pela adubação.

A acumulação máxima diária de matéria seca processou-se entre 70 e 77 dias de idade das plantas.

O “período crítico” das plantas com relação à acumulação de matéria seca, a qual está estritamente ligada à nutrição das plantas, ocorreu bem mais tarde do que na cultura do outono, amendoim da seca (4), e em estudo de nutrição da cultura realizada com outros países (7), o que deve estar relacionado às condições climáticas, que no nosso caso o clima no outono mostrou-se favorável a um encurtamento no ciclo vegetativo da planta, quando o “período crítico” ocorreu vinte dias mais cedo que na cultura da primavera.

De modo geral, a concentração de nutrientes na planta decresceu com a idade dela, com exceção do cálcio e do enxôfre nas plantas não adubadas, os quais tiveram seus teores aumentados com o desenvolvimento das plantas. A raiz apresentou os teores mais baixos em nutrientes, com exceção do enxôfre, cuja concentração foi mais elevada nessa parte da planta. A semente apresentou as concentrações mais elevadas em nitrogênio e fósforo e mais baixas em cálcio e magnésio, sendo que nas plantas adubadas o teor de magnésio na raiz foi ligeiramente superior ao da semente.

As folhas e hastes, compreendendo a parte aérea da planta, apresentaram as maiores concentrações em cálcio e magnésio.

Em geral, a adubação motivou aumento na concentração de nutrientes nas partes das plantas, com exceção do cálcio e magnésio; isso se deve ao grande desenvolvimento da parte aérea das plantas, motivado pela adubação, onde se encontra a quase totalidade desses elementos, determinando uma "diluição" maior, que poderia também associar-se ao fenômeno antagônico entre potássio, cálcio e magnésio (12, 2, 1, 5, 14), segundo o qual, a deficiência de potássio aumenta o teor de cálcio e magnésio, e um excesso provoca uma depressão na absorção desses dois elementos.

As oscilações na concentração dos nutrientes nas plantas, principalmente no início do ciclo vegetativo, prende-se ao fato de que os tecidos novos são mais sensíveis às condições climáticas do que os maduros (12).

Alguns autores (5, 10, 11) têm evidenciado o uso do teor de cálcio na casca como índice de desenvolvimento do fruto, e, também, que as concentrações de nutrientes nas outras partes da planta são pouco afetadas pela adubação. Não se constatou o mesmo no presente trabalho. Não obstante a grande quantidade de cálcio absorvida pelas plantas adubadas, praticamente não houve diferença no teor de cálcio na casca dos frutos, em ambos os tratamentos.

Nas outras partes da planta, entretanto, notaram-se diferenças apreciáveis nas concentrações dos nutrientes, motivadas pela adubação. É o caso do enxôfre (nutriente que afeta o desenvolvimento das raízes e tem importante papel na respiração), que na raiz, órgão que teve o teor mais elevado desse elemento, chegou ainda a triplicar-se na planta adubada, em relação à não adubada.

Com relação à absorção de nutrientes, os resultados evidenciam que a quantidade total de nitrogênio extraído pelas plantas adubadas corresponde a uma e meia vez a quantidade de nitrogênio aplicado como adubo, indicando que não foi suficiente para atender às necessidades de restituição.

A semelhança do que ocorre com o nitrogênio, o potássio extraído pelas plantas adubadas corresponde ao fornecido pela adubação.

Harris and Bledsoe (6) relatam sobre a quantidade apreciável de fósforo nos frutos: a produção e o tamanho da semente são por ele afetados, e acelerada, também, a maturidade e desenvolvimento das raízes. Os dados obtidos indicam que cerca de 68% do nitrogênio e 73% do fósforo extraídos pelas plantas acham-se concentrados nos frutos, mostrando a grande importância desses dois elementos nutritivos na obtenção de bons rendimentos culturais.

A parte vegetativa encerra a maior quantidade dos demais nutrientes, sendo que 93% do cálcio encontra-se nesta parte.

A transmigração de nutrientes na planta foi constatada, notadamente de nitrogênio e fósforo, de todas as partes da planta para a semente, uma vez que a acumulação destes dois nutrientes diminui na parte vegetativa durante a formação e maturação dos frutos, muito embora a acumulação no fruto e na planta total continui a aumentar, fato também constatado na cultura de outono (4) e por outros autores (13).

O período mais ativo de absorção de nutrientes corresponde ao de máxima acumulação de matéria seca, período crítico, e a absorção máxima diária é verificada entre 10 e 11 semanas de idade das plantas. Durante o período crítico, verificou-se acumulação de cerca de 80% e 60% do total de matéria seca e de nutrientes acumulados durante todo o ciclo vegetativo, respectivamente, nas plantas adubadas e sem adubação, evidenciando a época em que as plantas devem encontrar maior disponibilidade de nutrientes no solo.

Dentro das condições experimentais em que foi realizado o trabalho, consideramos de maior importância, com relação à nutrição da planta, os seguintes elementos: nitrogênio, potássio, cálcio e fósforo.

Prevot (13) tem evidenciado a importância do nitrogênio na nutrição do amendoim, sugerindo a manutenção das plantas a um alto nível de metabolismo nitrogenado no período anterior à frutificação, principalmente quando as sementes utilizadas no plantio não são inoculadas com microrganismos fixadores deste nutriente.

Gouny et Prevot, citados em trabalho de nutrição de plantas de amendoim (13), demonstram a grande importância do cálcio sobre o rendimento do amendoim e que a adição de potássio junto ao cálcio mostrou ser prejudicial. Neste mesmo trabalho, o autor não constatou influência da adubação potássica sobre a nutrição cálcica das plantas, o que o levou a supor que em solos deficientes em cálcio, como era o solo em que Gouny et Prevot realizaram o trabalho, este nutriente atua na mobilização do nitrogênio nas plantas, para formação dos frutos.

#### NUTRIENT UPTAKE BY PEANUT PLANTS

##### SUMMARY

The dry matter accumulation and absorption as well as the accumulation of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium and sulfur by peanut in several growth stages under field conditions during the rainy season were investigated.

The experiment was conducted at the Experimental Station "Theodoreto de Camargo", in Campinas, where the soil is "dark red latosol". The seed variety used was "Tatu", and treatments comprised plots with and without fertilizer. The fertilizer treatment included micronutrients. The cultivation and insect and fungi control were those customary in large plantations.

Plant sampling started 15 days after the emergence of the plants, and from then on, once every week, until cropping time. For analytical purposes, the samples were divided into root, stem, leaf, and the fruit into shell and seed.

The results showed definite patterns of accumulation of nutrients in the plant, as follows: nitrogen and phosphorus in the seed, sulfur in the root and potassium, calcium and magnesium in the stem and foliage. From the supplied elements, nitrogen, potassium and calcium were the most absorbed.

The highest nutrient demand occurred in the period between early frutification and beginning of leaf shedding, three weeks before the cropping. In this period were accumulated about 80% and 60% from the total dry matter and total nutrients, respectively. At cropping time the fruit dry weight was greater than the vegetative part.

#### LITERATURA CITADA

1. BONNER, J. & GALSTON, A. W. Principles of plant physiology. San Francisco, Freeman, 1952. 499p.
2. BURKHART, L. & COLLINS, E. R. Mineral nutrients in peanut plant growth. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 6:277-280, 1962.
3. ————— & PAGE, N. R. Mineral nutrient extraction and distribution in the peanut plant. J. Amer. Soc. Agron. 33:743-755, 1941.
4. COELHO, F. A. S. & TELLA, R. Absorção de nutrientes por plantas de amendoim na cultura do outono. Campinas, Instituto Agronômico. Bragantia, 26:[235]-252. 1967.
5. COLWELL, W. E., BRADY, N. C. & PILAND, J. R. Composition of peanut shells of filled and unfilled fruits as affected by fertilizer treatments. J. Amer. Soc. Agron. 37:792-805, 1945.
6. HARRIS, H. C. & BLEDSOE, R. W. The peanut; the unpredictable legume: a symposium. Washington, Natural Fertilizer Association, 1951. 333p.
7. LACHOVER, D. & FELDHAY, H. Examem préliminaire de l'absorption de macroéléments et du bilan de fertilité du sol chez les Arachides cultivées sous irrigation, en Israel. Oléagineux, 7:599-611, 1962.
8. LOTT, W. L. et alii. Levantamento de cafézais em São Paulo e Paraná pela análise foliar. São Paulo, IBEC Research Institute, 1961. 72p. (Boletim 26)
9. ————— et alii. A técnica de análise foliar aplicada ao cafeeiro. Campinas, Instituto Agronômico, 1956. 29p. (Boletim 79)
10. MEHLICH, A. & COLWELL, W. E. Absorption of calcium by peanuts from kaolin and bentonite and varying levels of calcium. Soil Sci. 61:369-374, 1946.
11. ————— & REED, S. F. The influence of type of colloid and degree of calcium saturation on fruit characteristics of peanuts. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 4:201-205, 1947.

- 
12. PETERSON, W. J. & KRACKENBERGER, H. F. Influence on environment on the chemical composition of plants: a review of the literature. Southern Cooperative Series Bulletin 36, Ithaca, New York, 1954.
  13. PREVOT, P. Nutrition minérale le l'arachide. Oléagineux, 4:69-78, 1949.
  14. ROGERS, H. T. Liming for peanut in relation to exchangeable soil calcium and effect on yield, quality and uptake of calcium and potassium. J. Amer. Soc. Agron. 40:15-31, 1948.