

BRAGANTIA

Boletim Científico do Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo

Vol. 24

Campinas, agosto de 1965

N.º 30

ANÁLISE DE FOLÍOLOS E PECÍOLOS NA DIAGNOSE DA NUTRIÇÃO DA BATATINHA (1)

J. ROMANO GALLO, FERNANDO A. S. COELHO, engenheiros-agrônomo, Laboratório de Análise Foliar, e SYLVIO DE A. NÓBREGA, engenheiro-agrônomo, Seção de Raízes e Tubérculos, Instituto Agrônômico

RESUMO

O trabalho trata da primeira fase de estudo que visa adaptar a técnica de análise foliar à diagnose da nutrição mineral da batatinha. Foram comparadas as produções de tubérculos com a composição de pecíolos e folíolos colhidos em três fases do ciclo vegetativo de plantas cultivadas em vasos, adubados com NPK, em doses crescentes de um elemento na presença da dose máxima dos outros dois.

Houve resposta a nitrogênio e fósforo na produção, apresentando ainda as plantas sintomas típicos de deficiências quando se omitiram esses elementos. A análise foliar forneceu uma noção precisa do estado nutricional das plantas. A omissão do potássio não afetou significativamente a produção, e diferenças na concentração de potássio nas folhas só foram notadas quando as plantas se aproximaram da fase de maturação. Em vista da maior sensibilidade nas análises e para simplificar a amostragem, podem ser recomendadas as determinações do nitrogênio solúvel ($N-NO_3$), fósforo solúvel ($P-PO_4$) e potássio (K), nos pecíolos das terceiras folhas. Considera-se, para esse fim, apenas a porção da folha entre o caule e a inserção do primeiro folíolo desenvolvido.

1 — INTRODUÇÃO

A batatinha (*Solanum tuberosum* L.) pertence ao grupo de plantas herbáceas de crescimento rápido e de exigência de nutrientes acelerada num curto período do ciclo vegetativo. Para aplicação do método de análise foliar a essa cultura e outras de porte herbáceo, são considerados importantes os processos de amostragem, como a localização das folhas a serem colhidas e a definição das épocas em amostragens sucessivas. Howlet (5) comparou a variação de composição de folhas de batatinha, em cinco épocas. Lorenz (6), Magnitski (8) e Tyler e colaborado-

(1) Trabalho apresentado ao II Congresso Latino-americano & X Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, realizados em Piracicaba, Estado de São Paulo, de 19 a 30 de julho de 1965. Executado com auxílio da Fundação Rockefeller, E.U.A. Recebido para publicação em 26 de julho de 1965.

res (9), nos estudos de nutrição da batatinha, determinaram os níveis de nutrientes nas folhas relativos a três fases de desenvolvimento, ou idades da planta. Relacionada à variação sazonal durante o ciclo, a análise foliar pode revelar as modificações progressivas na composição e servir de guia na interpretação do estado nutricional. Com essa finalidade, nos trabalhos citados (6, 8, 9), têm sido dosadas a forma total ou a fração solúvel dos elementos nas folhas.

Os resultados do presente trabalho constituem parte de um estudo em andamento de diagnose foliar da batatinha. Nesta primeira contribuição, conduzida em condições controladas de ensaio de vegetação em vasos, foram estudadas as variações na concentração das formas totais de nitrogênio, fósforo e potássio, as frações solúveis de nitrogênio e fósforo dos folíolos e pecíolos e a significação dessas análises na diagnose de deficiências nutricionais para a cultura. A necessidade de conhecer as informações preliminares aqui relatadas surgiu durante os estudos de experimentação de campo, com essa técnica.

2 — MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 — INSTALAÇÃO DO ENSAIO

O ensaio foi realizado em vasos de cerâmica, internamente vidrados, que continham 10 quilos de terra areno-argilosa, colhida de solo pobre do glacial, na Estação Experimental «Theodureto de Camargo», em Campinas. Os vasos foram deixados a descoberto durante todo o experimento, em local da própria Estação, tendo-se o cuidado de devolver a água de percolação antes de irrigar outra vez.

Foram estabelecidos os seguintes tratamentos: $n_0p_4k_4$, $n_1p_4k_4$, $n_2p_4k_4$, $n_3p_4k_4$, $n_4p_4k_4$, $n_4p_0k_4$, $n_4p_1k_4$, $n_4p_2k_4$, $n_4p_3k_4$, $n_4p_4k_0$, $n_4p_4k_1$, $n_4p_4k_2$ e $n_4p_4k_3$. A adubação foi realizada à razão de 0, 50, 100, 200 e 400 quilogramas de N e P_2O_5 por 2 milhões quilogramas de solo (pêso aproximado do solo de 1 hectare na profundidade arável), e 0, 30, 60, 120 e 240 kg/ha de K_2O , empregados como sulfato de amônio, superfosfato simples e sulfato de potássio, respectivamente.

Além disso, os solos dos vasos receberam uma adubação geral com diversos sais de laboratório, equivalente aos seguintes pesos por hectare: sulfato de zinco, 25 kg; sulfato de cobre, 20 kg; bórax, 5 kg; molibdato de sódio, 0,2 kg; quelato de ferro e sulfato de manganês,

40 kg cada e sulfato de magnésio, 60 kg. Os adubos foram adicionados ao solo de cada vaso, pouco antes do plantio, que teve lugar a 16 de novembro de 1962, com tubérculos da variedade «Bintje» que apresentavam um peso médio de 70 gramas. As batatas-semente germinaram a 3 de dezembro de 1962.

2.2 — ANÁLISE DAS FÔLHAS

As folhas foram tomadas para análise em três fases do ciclo da batatinha. A primeira amostragem foi realizada a 28 de dezembro de 1962, 25 dias a contar da germinação, ou pouco depois da formação dos tubérculos, e daí por diante com intervalos de 12 dias uma da outra. Assim, amostras de folhas foram novamente tomadas a 9 e a 21 de janeiro de 1963, esta última já em fase adiantada do ciclo, quando as plantas estavam quase maduras, e a intermediária, no período de máximo desenvolvimento vegetativo (4). Os estádios citados são aproximados e dão idéia geral da idade fisiológica da planta, à data de cada amostragem de folhas.

A técnica de amostragem consistiu em retirar a terceira folha mais nova da extremidade do caule herbáceo, considerando a primeira aquela distintamente separada do tufo apical (figura 1). Ela geralmente correspondeu à folha madura mais nova, encontrada na época, em cada haste. Os folíolos foram, em seguida, destacados dos pecíolos e as amostras, separadas para análise. De acordo com essa técnica, de cada vaso foi obtida uma a três folhas, conforme a época, sendo as folhas do mesmo tratamento reunidas em uma única amostra para oferecer material suficiente na análise de cada parte (folíolos e pecíolos). Por essa razão, os resultados nas diversas épocas apareceram como médias de seis repetições.

O nitrogênio, o fósforo e o potássio totais foram determinados pelos métodos de Lott e outros (7). O nitrato, pelo método do ácido fenoldissulfônico, segundo o processo descrito por Gallo e Lott (3). O fósforo solúvel corresponde ao fósforo extraído por agitação do material seco com uma solução de ácido acético a 2%. A determinação dessa fração designada como fósforo-fosfato, foi feita pelo método do ácido amino-naftol-sulfônico (1), introduzindo-se modificação na extração e digestão do extrato obtido.

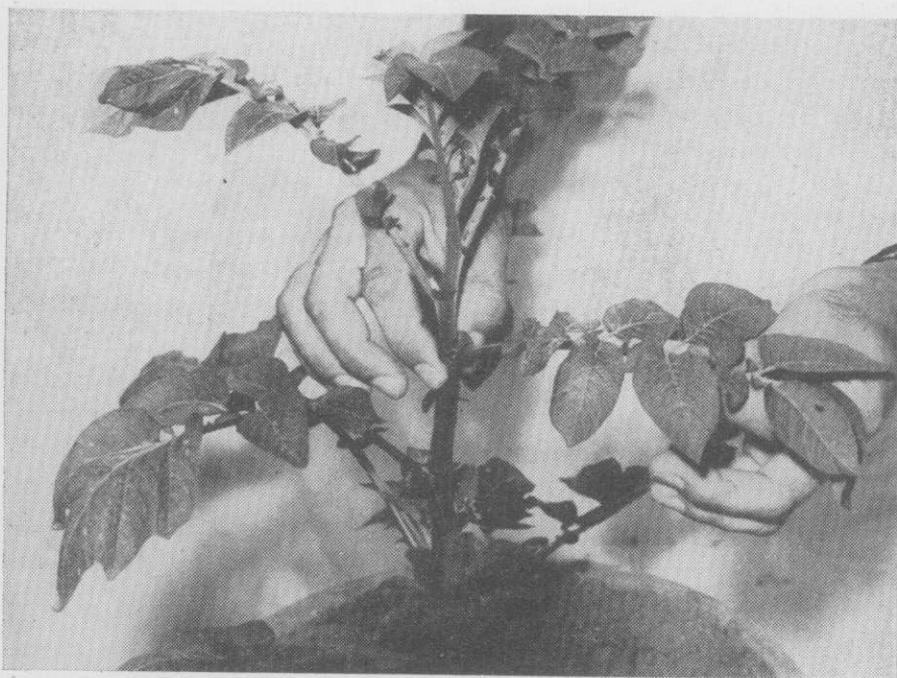


FIGURA 1. — Indicação da posição no caule de batatinha da fôlha madura mais nova, colhida para análise. Ela é representada pela terceira fôlha contada da ponta da haste, considerando a primeira aquela distintamente separada do tufo apical.

A extração do fósforo solúvel foi efetuada por agitação de 0,100 g de material sêco e moído (malha 40) com 25 ml de solução de ácido acético a 2%, durante 5 minutos, em aparelho de agitação elétrico Wrist-Action Shaker. Uma alíquota de 5 ml do filtrado foi tratada com 0,5 ml de peróxido de hidrogênio a 30%, e digerida em banho-maria, à ebulição, durante uma hora. Decorrido êsse tempo, a amostra foi deixada descoberta no banho até secagem e eliminação de traços de peróxido de hidrogênio, e o resíduo dissolvido com 20 ml de água destilada. O fósforo foi dosado a partir de uma alíquota desta solução, e a cor obtida após adição, na ordem de 5 gotas de cada um dos reagentes molibdato de amônio em ácido clorídrico e ácido amino-naftol-sulfônico, preparados conforme indicação contida no trabalho citado (1). Deixou-se repousar durante 15 minutos e a leitura colorimétrica foi feita dentro do minuto seguinte, a 680 milimicros, usando-se o espectrofotômetro Beckman, modelo B.

3 — RESULTADOS OBTIDOS

3.1 — SINTOMAS DE DEFICIÊNCIA

No decorrer do ensaio foram feitas observações quanto à influência dos tratamentos, principalmente aquelas relativas aos sintomas de deficiência. As plantas do tratamento $n_0p_4k_4$ apresentaram-se amareladas, com pouca folhagem, denunciando bem a falta de nitrogênio. Os folíolos, entretanto, eram do tamanho normal. No tratamento com uma dose de N ($n_1p_4k_4$), as plantas ainda demonstraram clorose devido à falta de nitrogênio. Nos demais casos, o aspecto vegetativo era bom (figura 2-A), com bastante folhagem, de cor verde típica da variedade.

QUADRO 1. — Produção de tubérculos de batatinha, variedade Bintje, segundo os tratamentos. Colheita realizada a 13 de fevereiro de 1963

Tratamentos	Produção de tubérculos (¹)		Agrupamento
	<i>g/vaso</i>	%	
$n_4p_4k_4$	271	100,0	Grupo mais produtivo
$n_4p_3k_4$	265	97,7	
$n_4p_4k_3$	258	95,2	
$n_4p_4k_1$	251	92,6	
$n_4p_3k_2$	239	88,1	
$n_4p_4k_0$	232	85,6	
$n_3p_4k_4$	220	81,1	
$n_2p_4k_4$	203	74,9	Grupo de produção média
$n_1p_4k_4$	199	73,4	
$n_4p_2k_4$	194	71,5	
$n_1p_1k_4$	146	53,8	Grupo menos produtivo
$n_0p_4k_1$	135	49,8	
$n_1p_0k_3$	101	37,2	
d.m.s. 5%	63	23,2	

(¹) Médias de 6 repetições.

O sintoma de deficiência mais importante observado no tratamento sem fósforo foi a redução acentuada do tamanho dos folíolos (figura

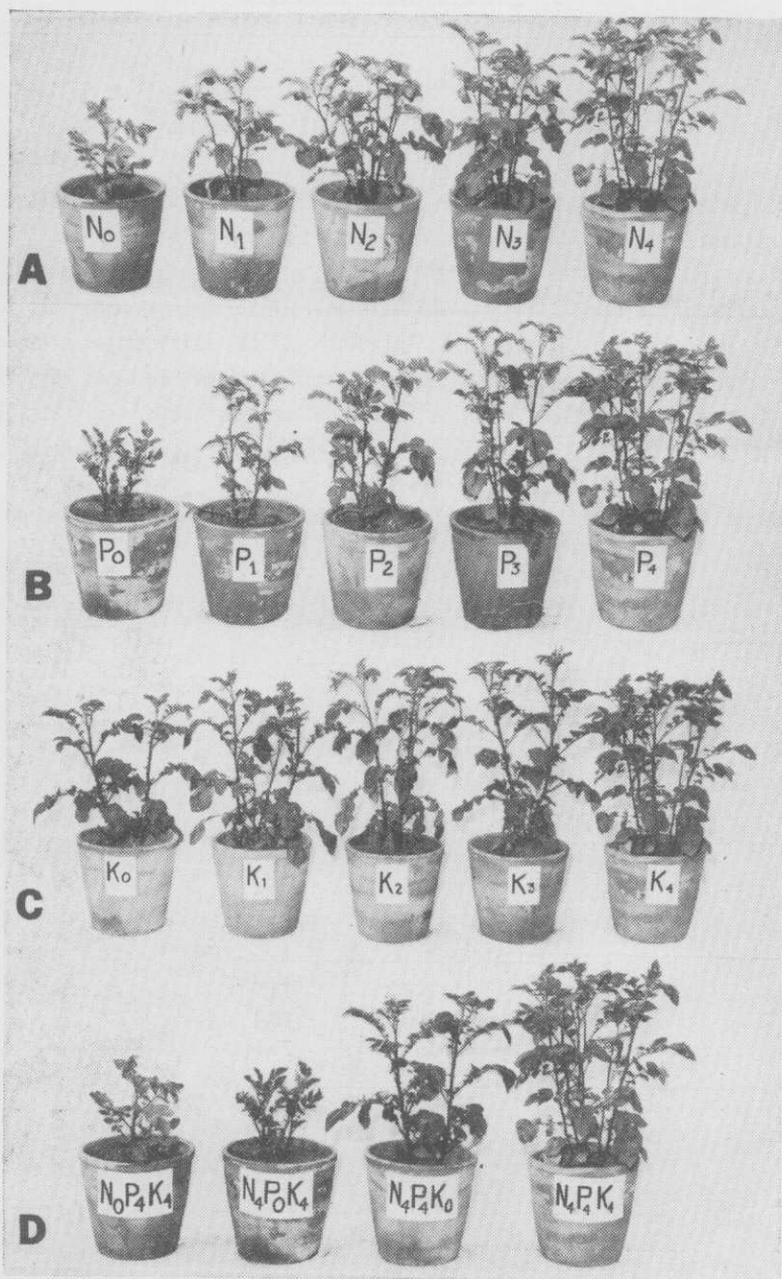


FIGURA 2. — Fotografias tiradas 25 dias após a germinação, à época da primeira amostragem de folhas. *A* — Série do nitrogênio; *B* — Série do fósforo; *C* — Série do potássio. Cada elemento foi estudado na presença da dose máxima dos outros dois. *D* — Comparação entre os tratamentos em que se omitiram um dos elementos e o tratamento de dose máxima.

QUADRO 2. — Análise da variância dos dados de produção de batatinha, em gramas por vaso

Fonte de variação	G. L.	Soma dos quadrados	Quadrados médios	F
Tratamentos	12	204.488,95	17.040,74	5,66**
Blocos	5	15.377,65	3.075,53	1,02
Erro	60	180.723,52	3.012,05	
Total	77	400.590,12		

Coef. var. = 26,2%

2-B e D). Apesar da pouca folhagem, as folhas apresentaram uma cor verde normal da variedade. No tratamento $n_4p_1k_4$ os folíolos ainda eram miúdos. Com referência ao potássio, não foi constatado nenhum sintoma de deficiência do elemento. Uma comparação do aspecto vegetativo é dada na figura 2-C e D.

3.2 — PRODUÇÃO DE TUBÉRCULOS

Os resultados da produção de tubérculos de batatinha acham-se resumidos no quadro 1. De acordo com a análise estatística (quadro 2), os dados foram reunidos em três grupos diferentes: 1) grupo mais produtivo, com produções acima de 80% da máxima; 2) grupo de produção média, em torno de 70% da máxima; e 3) grupo menos produtivo, cerca de 50% da máxima, para baixo.

Nota-se que não houve reação ao potássio, estando a série de tratamentos do potássio ($n_4p_4k_0$, $n_4p_4k_1$, $n_4p_4k_2$, $n_4p_4k_3$, $n_4p_4k_4$), enquadrada no mesmo grupo. Houve reação ao nitrogênio e ao fósforo, não existindo, contudo, diferença estatística entre as doses 3 e 4 para os respectivos elementos.

As fotografias da figura 3 mostram a produção das plantas submetidas aos diversos tratamentos. Através delas, pode-se observar o efeito determinado pela omissão e de doses crescentes de cada elemento, dentro das respectivas séries.

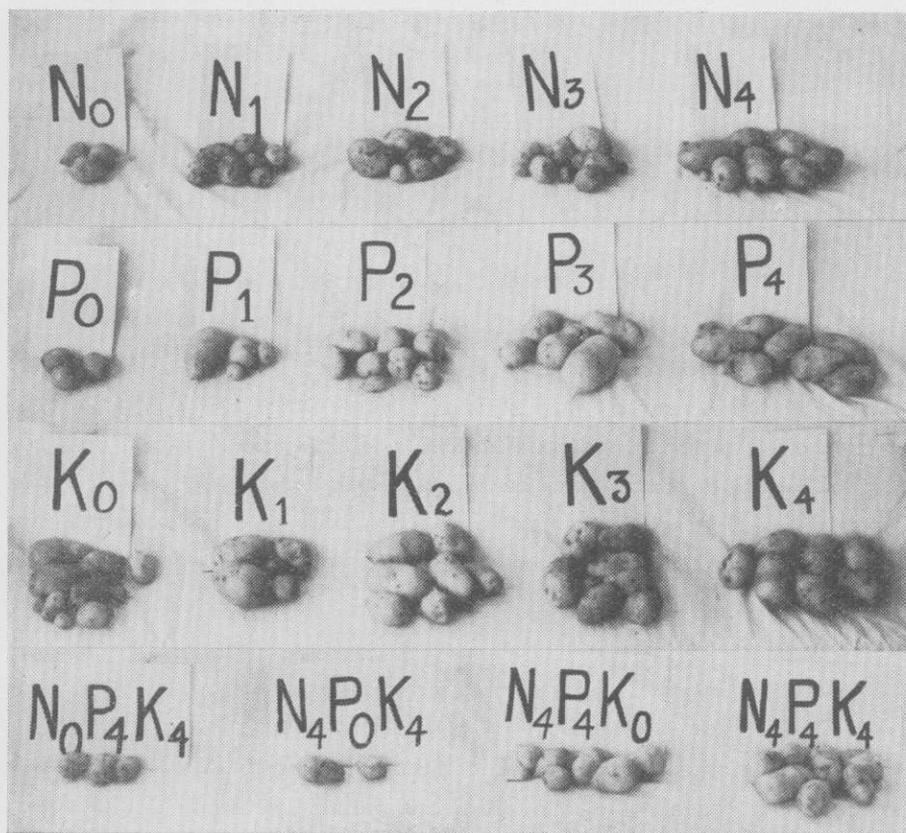


FIGURA 3. — Comparação entre as produções de tubérculos de batatinha, variedade Bintje, colhidos aos 90 dias do plantio. Produções relativas a seis plantas, mostrando os efeitos de doses crescentes dos elementos fertilizantes, em ensaios de vasos.

3.3 — ANÁLISE FOLIAR

3.3.1 — NITROGÊNIO TOTAL NOS FÓLIOLOS

Os teores de nitrogênio total nos folíolos são apresentados no quadro 3. Houve tendência da concentração de nitrogênio elevar-se nas folhas, com o aumento da dose de sulfato de amônio adicionado ao solo, exceto na última data de amostragem. A concentração decresceu com a maturidade das plantas.

QUADRO 3. — Nitrogênio (N) total nos folíolos de batatinha, em porcentagem sôbre a matéria sêca

Tratamentos	Folíolos		
	28 dezembro	9 janeiro	21 janeiro
$n_0p_4k_3$	3,10	3,01	3,59
$n_1p_4k_3$	3,94	4,10	3,51
$n_2p_4k_4$	5,19	4,69	3,54
$n_3p_4k_4$	5,73	4,90	4,15
$n_4p_4k_3$	6,15	5,18	4,50
$n_4p_0k_4$	5,21	5,14	5,02
$n_4p_1k_4$	5,38	4,77	4,69
$n_4p_2k_4$	5,24	4,68	4,50
$n_4p_3k_4$	5,91	5,05	4,14
$n_4p_4k_0$	6,55	5,70	4,60
$n_4p_4k_1$	6,00	5,94	4,78
$n_4p_4k_2$	6,54	5,60	4,75
$n_4p_4k_3$	6,07	5,32	4,54

3.3.2 — FÓSFORO TOTAL NOS FOLÍOLOS E PECÍOLOS

Os teores de fósforo total nas partes da fôlha (quadro 4) aumentaram com a aplicação de superfosfato. Os acréscimos foram acentuados na primeira data de amostragem e pouco evidentes na última. A concentração de P foi mais elevada nos folíolos em tôdas as épocas e também decresceu da primeira para a última época.

3.3.3 — POTÁSSIO NOS FOLÍOLOS E PECÍOLOS

A concentração de potássio nos pecíolos foi cêrca de duas vêzes a encontrada nos folíolos. Foram pequenos os efeitos da aplicação de sulfato de potássio na variação do teor do elemento nas partes da fôlha, à exceção das amostras colhidas em fase avançada do ciclo, quando houve tendência de aumento de concentração (quadro 5, série do potássio).

QUADRO 4. — Fósforo (P) total em folíolos e pecíolos de batatinha, em porcentagem sobre a matéria seca

Tratamentos	Folíolos			Pecíolos		
	28 dezem- bro	9 janeiro	21 janeiro	28 dezem- bro	9 janeiro	21 janeiro
	$n_0p_4k_4$	0,285	0,205	0,215	0,270	0,115
$n_1p_4k_4$	0,295	0,242	0,191	0,287	0,150	0,092
$n_2p_4k_4$	0,350	0,265	0,202	0,290	0,158	0,112
$n_3p_4k_4$	0,395	0,280	0,217	0,367	0,220	0,095
$n_4p_4k_4$	0,410	0,315	0,211	0,384	0,236	0,118
$n_4p_0k_4$	0,173	0,156	0,169	0,114	0,090	0,082
$n_4p_1k_4$	0,231	0,201	0,208	0,148	0,100	0,092
$n_4p_2k_4$	0,255	0,215	0,180	0,186	0,164	0,084
$n_4p_3k_4$	0,305	0,252	0,194	0,206	0,196	0,098
$n_4p_4k_0$	0,395	0,340	0,210	0,328	0,212	0,114
$n_4p_4k_1$	0,385	0,385	0,245	0,342	0,335	0,120
$n_4p_4k_2$	0,410	0,370	0,242	0,316	0,332	0,122
$n_4p_4k_3$	0,390	0,380	0,249	0,335	0,328	0,130

QUADRO 5. — Potássio (K) total em folíolos e pecíolos de batatinha, em porcentagem sobre a matéria seca

Tratamentos	Folíolos				Pecíolos		
	28 dezem- bro	9 janeiro	21 janeiro	28 dezem- bro	9 janeiro	21 janeiro	
	$n_0p_4k_4$	3,95	4,30	4,22	8,48	8,40	9,32
$n_1p_4k_4$	3,95	4,20	4,01	8,13	8,44	8,32	
$n_2p_4k_4$	3,78	3,69	3,88	8,37	7,26	7,47	
$n_3p_4k_4$	3,75	4,20	4,30	8,72	7,65	7,32	
$n_4p_4k_4$	3,68	3,58	3,71	7,74	7,34	7,08	
$n_4p_0k_4$	3,87	4,66	4,96	8,16	7,68	8,84	
$n_4p_1k_4$	3,60	4,60	5,04	8,72	8,72	8,28	
$n_4p_2k_4$	4,00	4,03	4,38	9,24	7,53	8,07	
$n_4p_3k_4$	3,81	3,84	3,80	7,68	6,30	6,99	
$n_4p_4k_0$	3,22	2,94	2,82	7,32	6,01	4,98	
$n_4p_4k_1$	3,49	2,91	3,01	7,74	5,58	5,19	
$n_4p_4k_2$	3,54	2,94	3,10	7,98	5,82	5,82	
$n_4p_4k_3$	3,69	3,13	3,42	8,24	6,42	6,42	

3.3.4 — NITRATO NOS FOLÍOLOS E PECÍOLOS

A concentração de nitrato nas partes da fôlha na série de tratamentos de nitrogênio ($n_0p_4k_4$, $n_1p_4k_4$, $n_2p_4k_4$, $n_3p_4k_4$, $n_4p_4k_4$) foi aumentada pela adubação. Verifica-se pelos resultados da análise do quadro 6 que o nível de $N-NO_3$ foi muito baixo nos folíolos, e as variações obtidas entre tratamentos, relativamente pequenas. Por outro lado, os pecíolos mostraram-se mais sensíveis para indicar a nutrição nitrogenada da batatinha, com níveis mais elevados na planta nova, sugerindo interêsse para amostragem nessa época. Nas demais séries (fósforo e potássio) deve-se registrar o aumento acentuado da concentração de nitrato na fôlha, nos tratamentos com dose baixa de fósforo ($n_4p_0k_4$, $n_4p_1k_4$, $n_4p_2k_4$) e naqueles em que o potássio foi fornecido abaixo da dose máxima. Esse fato, com relação à adubação fosfatada, já foi relatado para milho (2). A variação de absorção de nitrato foi motivada possivelmente pelas condições de crescimento. No ensaio, foi evidente a redução do tamanho das fôlhas provocada pela deficiência de fósforo, o que parece explicar a maior concentração de nitrato nos tecidos.

3.3.5 — FOSFATO NOS FOLÍOLOS E PECÍOLOS

A variação da concentração de fosfato nos pecíolos foi relativamente maior que nos folíolos, na série de tratamentos de fósforo, o que indica vantagem da análise da forma solúvel naquele tecido, nos estudos de nutrição da batatinha (quadro 7). Essa sensibilidade do pecíolo para o fósforo somente não foi obtida na última data de amostragem. Os dados também mostram a conveniência de analisar o fosfato no pecíolo nas primeiras idades da planta.

4 — DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

No presente experimento foram evidenciadas respostas ao nitrogênio e ao fósforo, tendo as observações dos sintomas de deficiência desses elementos confirmado a diagnose efetuada através da análise foliar. As plantas muito deficientes em fósforo tiveram o tamanho de suas fôlhas reduzido e apresentaram baixa produção.

À vista dos resultados, pode-se admitir como suficientes os teores

QUADRO 6. — Nitrato (NO₃) em folíolos e pecíolos de batatinha, N em partes por milhão de matéria seca

Tratamento	Folíolos			Pecíolos		
	28 dezembro	9 janeiro	21 janeiro	28 dezembro	9 janeiro	21 janeiro
n ₀ p ₄ k ₄ ..	140	68	636	380	233	1580
n ₁ p ₄ k ₄ ..	212	260	172	1620	1310	676
n ₂ p ₃ k ₄ ..	708	332	188	9130	5230	812
n ₃ p ₄ k ₄ ..	620	420	260	9450	6870	1720
n ₃ p ₄ k ₄ ..	532	324	268	8370	6050	5230
n ₄ p ₀ k ₄ ..	1420	1970	3430	18200	17330	19880
n ₄ p ₁ k ₄ ..	908	1180	1510	14220	10410	12120
n ₄ p ₂ k ₄ ..	1240	908	672	14960	8620	11560
n ₄ p ₃ k ₄ ..	620	428	320	9770	4960	4440
n ₄ p ₄ k ₀ ..	1160	552	652	13550	10040	6200
n ₄ p ₄ k ₁ ..	1180	244	512	16090	7280	5320
n ₄ p ₄ k ₂ ..	1210	380	724	13660	9070	7640
n ₄ p ₄ k ₃ ..	1290	236	276	13390	5790	3720

QUADRO 7. — Fosfato (PO₄) em folíolos e pecíolos de batatinha, P em partes por milhão de matéria seca

Tratamento	Folíolos			Pecíolos		
	28 dezembro	9 janeiro	21 janeiro	28 dezembro	9 janeiro	21 janeiro
n ₀ p ₃ k ₄ ..	1680	966	1300	2650	1220	840
n ₁ p ₄ k ₄ ..	1810	1090	1180	2440	2940	714
n ₂ p ₃ k ₄ ..	2270	1390	1220	2270	2270	798
n ₃ p ₄ k ₁ ..	2560	1810	1430	3020	1510	840
n ₄ p ₄ k ₁ ..	2860	1930	1220	3360	1760	882
n ₄ p ₀ k ₄ ..	1090	1090	1090	882	630	672
n ₄ p ₁ k ₄ ..	1390	1340	1260	1050	756	840
n ₄ p ₂ k ₄ ..	1640	1180	1010	1220	840	672
n ₄ p ₃ k ₄ ..	1810	1050	1090	1430	966	672
n ₄ p ₄ k ₀ ..	2690	1810	1220	2770	1850	714
n ₄ p ₄ k ₁ ..	2350	2020	1430	2730	2650	966
n ₄ p ₄ k ₂ ..	2390	2180	1470	2730	2310	924
n ₄ p ₄ k ₃ ..	2100	2100	1510	2860	2230	1090

dos elementos encontrados nas folhas para os tratamentos com as doses mínimas de cada série, necessárias para obter uma produção acima de 80%. Esses tratamentos, incluídos no primeiro grupo do quadro 1, foram os seguintes: $n_3p_4k_4$ (série do nitrogênio), $n_4p_3k_4$ (série do fósforo) e $n_4p_4k_0$ (série do potássio).

Nos gráficos da figura 4 são dados os níveis dos nutrientes nas partes da folha, estabelecidos segundo o critério citado. Valores próximos a esses níveis estariam provavelmente na faixa entre suficiência e deficiência de nutrição, nas condições em que foram obtidos.

Como a idade da planta exerce considerável influência nos níveis dos elementos nas folhas, é importante discutir esse fato quando se comparam resultados da análise para plantas de ciclos diferentes. O ciclo da batatinha varia grandemente em função da variedade cultivada e do ambiente em que a planta cresce. Dêsse modo, o problema de estabelecer o nível crítico ou nível limiar para esses elementos é complexo e exige estudos que levem em conta os fatores mencionados.

Desde que os dados foram obtidos em vasos, não devem ser encarados como conclusivos para diagnose da nutrição das plantas no campo, pelas mesmas razões apresentadas. Os resultados servem para mostrar muito bem que a concentração dos diversos elementos, associada a uma porcentagem de produção ótima de tubérculos, varia com a época considerada, elemento e formas determinados.

Enquanto o nitrogênio e o fósforo totais devem ser dosados nos folíolos, o potássio, bem como o nitrogênio e o fósforo solúveis devem ser determinados nos pecíolos, para melhor julgamento do estado nutricional. As duas primeiras épocas foram favoráveis à análise foliar para o nitrogênio e fósforo, particularmente na determinação das frações solúveis. No pecíolo foi verificado existir grande concentração de potássio, em tôdas as épocas. Apesar de não ter sido obtida resposta ao potássio, a probabilidade de avaliar os efeitos da adubação potássica, ao contrário dos outros dois elementos, parece ser maior nas folhas colhidas tardiamente no ciclo. A diferenciação do teor das folhas com a maturação da planta estaria ligada ao crescimento dos tubérculos, que utilizam grandes quantidades de potássio até a colheita (4). A análise revelou-se principalmente útil na determinação da deficiência de fósforo, confirmando observações de Tyler, Lorenz e Fullmer (9), isto é, de que a falta de uma quantidade adequada de fósforo limita-se a reduzir ou retardar o desenvolvimento da planta, sendo

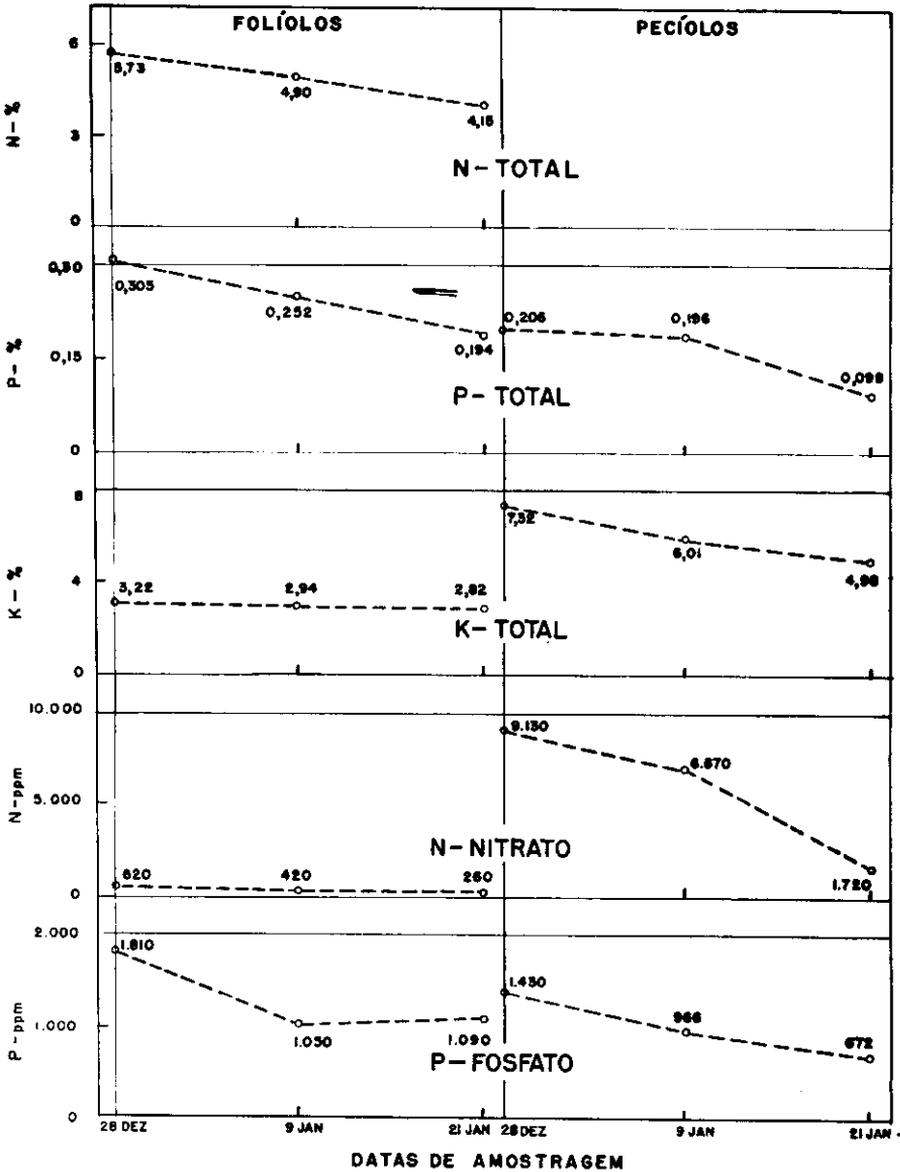


FIGURA 4. — Variação do teor dos elementos na matéria seca de folíolos e pecíolos de batatinha, variedade Bintje, de um ensaio em vasos, em três épocas de amostragem. Os teores de nitrogênio foram obtidos das plantas do tratamento $n_3p_4k_4$; os de fósforo, $n_2p_2k_4$; e os de potássio, $n_4p_4k_0$, e revelaram-se suficientes para uma produção acima de 80% da máxima.

os sintomas, muitas vêzes, notados apenas por comparação com plantas normais. Êsses autores usaram os pecíolos das quartas fôlhas para análises de nitrogênio e fósforo solúveis e total de potássio, cálcio e magnésio, e chamaram de pecíolo a porção entre a haste e a base do primeiro folíolo.

Na prática da aplicação da análise foliar, é necessário que se disponha de método de amostragem preciso e exequível. Os pecíolos das terceiras fôlhas ofereceram sensibilidade suficiente na análise de nitrato ($N-NO_3$), fosfato ($P-PO_4$) e potássio (K), conforme dados apresentados. Por êsse motivo, somente os pecíolos, considerada a porção da fôlha entre o caule e a inserção do primeiro folíolo, poderiam ser colhidos e analisados como um meio de avaliar o estado de nutrição da batatinha.

ANALYSIS OF LEAVES AND PETIOLES FOR NUTRITIONAL DIAGNOSIS OF POTATO

SUMMARY

This article deals with the preliminary phases of a study aimed at adapting the technique of foliar analysis for diagnosing the mineral nutrition of potatoes.

In a pot experiment, analytical results for petioles and leaflets were obtained at three sampling dates and yields of tubers were measured. There were three series of fertilizer treatments with graded amounts of N, P, or K in the presence of the highest level of the other two elements.

Yield responses were obtained to nitrogen and phosphorus, the plants showing typical deficiency symptoms when either of these elements was omitted. For both N and P the nutritional status of the plants was clearly reflected in the results of foliar analysis. The omission of potassium had no significant effect on yield, and differences in leaf composition were found only at the last sampling date.

It appears that for greatest sensitivity and simplification of sampling, analyses should be made for soluble nitrogen (NO_3-N), soluble phosphorus (PO_4-P) and total potassium in petioles of the third leaf from the apical bud.

LITERATURA CITADA

1. GALLO, J. R. Dosagem do fósforo solúvel, nas fôlhas. *Bragantia* 19: CLIII-CLVI, 1960.
2. ——— & COELHO, F. A. S. Diagnose da nutrição nitrogenada do milho, pela análise química das fôlhas. *Bragantia* 22:537-548, 1963.
3. ——— & LOTT, W. L. Método simplificado para determinação de nitrato, nas fôlhas, com ácido fenoldissulfônico. *Bragantia* [no prelo].

4. GARGANTINI, H., BLANCO, H. G., GALLO, J. R. & NÓBREGA, S. A. Absorção de nutrientes pela batatinha. *Bragantia* 22:267-290. 1963.
5. HOWLETT, F. S. Variation pattern established by foliar analysis of vegetable plants. *In* Reuther, W., ed. *Plant Analysis and Fertilizer Problems*. Washington 6, D. C., American Institute of Biological Sciences, 1961. p. 355-388.
6. LORENZ, O. A. Studies on potato nutrition: I. The effects of fertilizer treatment on the yield and composition of Kern County potatoes. *Amer. Potato Jour.* 21:179-192. 1944.
7. LOTT, W. L., NERY, J. P., GALLO, J. R. & MEDCALF, J. C. A técnica de análise foliar aplicada ao cafeeiro. Campinas, Instituto Agrônômico, 1956. 26p. (Boletim 79).
8. MAGNITSKI, K. P. The diagnosis of mineral nutrition of plants according to chemical composition of leaves. *In* Reuther, W., ed. *Plant Analysis and Fertilizer Problems*. Washington 6, D. C., American Institute of Biological Sciences, 1961. p.159-179.
9. TYLER, K. B., LORENZ, O. A. & FULLMER, F. S. I. Plant and soil analysis as guides in potato nutrition. *California Agric. Exp. Sta.*, 1961. p.4-15. (Bull. 781).