

BRAGANTIA

Boletim Técnico do Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo

Vol. 21

Campinas, fevereiro de 1962

N.º 10

ADUBAÇÃO DA BATATINHA NO VALE DO PARAÍBA EXPERIÊNCIAS COM DOSES CRESCENTES DE N, P E K¹

A. GENTIL GOMES² e E. S. FREIRE³, engenheiros-agrônomo, Instituto Agrônômico

RESUMO

No Vale do Paraíba, a cultura da batatinha é feita principalmente no inverno e com irrigação. Como a situação do Vale e a época de colheita permitem aos agricultores a obtenção de melhores preços, entre 1954 e 1958 foram conduzidas várias experiências para determinar se, em tais condições, seria conveniente elevar as doses de N, P e K geralmente recomendadas pelo Instituto Agrônômico para o Estado de São Paulo.

As experiências mostraram que, em regra, a elevação das doses correspondem substanciais aumentos de produção. Baseados nesses aumentos, bem como nos preços dos adubos e da batatinha em janeiro de 1961, os autores sugerem, como orientação geral, a aplicação de 120-180-120 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O, e indicam os casos em que a dose de cada nutriente deve ser aumentada ou diminuída. Recomendam, por fim, recalcular as doses sempre que ocorrerem apreciáveis alterações nos preços.

1 — INTRODUÇÃO

Na sua maior parte, o plantio da batatinha no Vale do Paraíba é feito no inverno, utilizando-se para isso as várzeas em que se cultiva arroz no verão. Assim, quase sempre é possível irrigar-se a solanácea, o que permite obterem-se produções relativamente elevadas. A situação do Vale, entre os dois maiores centros consumidores do país — São Paulo e Rio de Janeiro — facilita a colocação da

¹ Recebido para publicação em 17 de Janeiro de 1962. Os autores agradecem a colaboração do eng.º agr.º Geraldo Guimarães, chefe do Campo de Pesquisas do Serviço do Vale do Paraíba, Pindamonhangaba, e dos Srs. Oswaldo Soldi e Henrique Perche, respectivamente administradores das fazendas Pilão Arcado e Randa, São José dos Campos, bem como da diretoria da Tecelagem Paraíba S. A., proprietária dessas fazendas. Um dos solos foi analisado na Seção de Química; os outros, na Seção de Fertilidade do Solo. As análises estatísticas foram efetuadas na Seção de Técnica Experimental.

² Designado pelo Instituto Agrônômico, para colaborar nos projetos agrônômicos do Serviço do Vale do Paraíba, da D.A.E.E.

³ Contratado pelo Conselho Nacional de Pesquisas para colaborar com técnicos do Instituto Agrônômico. Sua colaboração no presente trabalho foi prestada apenas na apresentação e interpretação dos resultados obtidos.

colheita. Além disso, sendo plantada no inverno, a batatinha é colhida numa época em que há escassez do produto, o que permite a obtenção de melhores preços.

Esses motivos e o fato de usarem os agricultores do Vale doses muito superiores às geralmente recomendadas pelo Instituto Agrônomo (4), que giram em torno de 80-120-60 kg/ha de $N-P_2O_5-K_2O$, levaram a investigar se convinha modificá-las para as condições especiais da cultura na região em aprêço. Neste trabalho são relatados os resultados obtidos em duas séries de experiências, realizadas entre 1954 e 1958.

2 — PRIMEIRA SÉRIE DE EXPERIÊNCIAS

2.1 — PLANO EXPERIMENTAL

Em blocos ao acaso com seis repetições foram comparados os tratamentos 000, 111, 211, 311, 121, 131, 112, 113, 222 e 333, nos quais o primeiro, o segundo e o terceiro algarismos significam, respectivamente, níveis de nitrogênio, fósforo e potássio. Em regra os níveis **1, 2 e 3** de nitrogênio corresponderam a 80, 120 e 160 kg/ha de N, na forma de sulfato de amônio; os de fósforo, a 120, 180 e 240 kg/ha de P_2O_5 , como superfosfato simples; os de potássio, a 60, 90 e 120 kg/ha de K_2O , na forma de cloreto de potássio. O tratamento 000, testemunha geral, ficou sem qualquer adubação. Esses adubos foram espalhados nos sulcos de plantio e misturados com a terra antes da distribuição das batatas-semente.

Em uma das experiências houve alterações nas doses e formas dos nutrientes, bem como no modo de aplicação do nitrogênio, as quais serão mencionadas adiante.

Os canteiros tiveram quatro linhas de 12 plantas, sendo aproveitadas somente as duas linhas centrais. Como os espaçamentos variaram um pouco, as áreas úteis dos canteiros oscilaram, conforme a experiência, entre 7,20 e 7,68 m².

2.2 — EXECUÇÃO E RESULTADOS

Segundo o plano acima, foram executadas quatro experiências, duas em solos argilosos e outras tantas em solos orgânicos. Uma destas, todavia, foi prejudicada por fatores independentes das adu-

bações. Os resultados das outras três são apresentados no quadro 1. Detalhes sobre cada uma delas serão estudados a seguir.

QUADRO 1 — Produções obtidas na primeira série de experiências de adubação da batatinha com doses crescentes de N, P e K, conduzidas, nos anos indicados, em Pindamonhangaba (Pinda) e São José dos Campos.

Níveis de N-P-K	Pinda 1954	S. José dos Campos		Níveis de N-P-K	Pinda 1954	S. José dos Campos	
		1954	1955			1954	1955
	t/ha	t/ha	t/ha		t/ha	t/ha	t/ha
111	12,87	10,51	8,59	112	13,24	11,43	10,90
211	14,93	8,39	9,09	113	14,13	9,76	9,42
311	14,20	8,14	7,71	222	14,21	10,57	9,88
121	14,52	10,99	8,08	333	14,80	7,03	9,90
131	13,42	9,96	8,29	000	10,12	4,29	4,59

2.2.1 — EXPERIÊNCIA DE PINDAMONHANGABA

Esta experiência foi instalada em uma várzea do Campo de Pesquisas do Vale do Paraíba, situado em Água Preta, Município de Pindamonhangaba. A área utilizada era de solo argiloso, da série Água Preta. No ano anterior havia sido cultivada com arroz, sem adubação.

Tendo-se usado o espaçamento de 0,80 x 0,40 m, a área útil dos canteiros foi de 7,68 m². O plantio foi efetuado no princípio de julho e a colheita no de novembro de 1954. Empregou-se a variedade Konsuragis. Os "stands" foram ótimos, oscilando entre 97 e 100% nos diversos tratamentos.

O coeficiente de variação foi de 15%. Nos canteiros sem adubo, a produção atingiu 10,12 t/ha, e os aumentos provocados pelas diferentes adubações variaram entre 27 e 48%, sendo todos significativos. Este último aumento, obtido com o tratamento 211, correspondeu a 4,81 t/ha.

As diferenças entre os canteiros adubados não foram significativas. Deve-se notar, contudo, que em relação ao tratamento 111, tomado como base, as respostas aos níveis 2 de nitrogênio e fósforo (tratamentos 211 e 121) foram, respectivamente, de +2,06 e +1,65 t/ha; com as doses 3 desses nutrientes, porém, elas foram sensivelmente menores. Quanto ao potássio, a resposta ao nível 2 foi diminuta, mas elevou-se a +1,26 t/ha com o nível 3. Os aumentos pro-

vocados pelos tratamentos 222 e 333, em relação ao 111, foram de respectivamente 1,34 e 1,93 t/ha.

2.2.2 — EXPERIÊNCIA DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS, EM 1954

Conduzida na Fazenda Pilão Arcado, em solo da série Brejão, com elevado teor de matéria orgânica, e que, pelo menos nos dois anos anteriores, não foi cultivado.

Usou-se a variedade Konsuragis, que foi plantada com o espaçamento de 1,00 x 0,30 m, sendo, portanto, de 7,20 m² a área útil dos canteiros. Efetuou-se o plantio em 16 de julho e a colheita em 5 de novembro de 1954. Os "stands" finais oscilaram, nos diversos tratamentos, entre 82 e 94%, notando-se que as doses adicionais de fósforo e potássio tenderam a melhorá-los, ao passo que as de nitrogênio agiram em sentido contrário.

O coeficiente de variação foi elevado, atingindo 36%. Os canteiros sem adubo produziram apenas 4,29 t/ha, mas as respostas às diversas adubações foram relativamente enormes, pois variaram entre +64 e +166%. Dessas respostas, só não foi significativa a provocada pelo tratamento 333. A produção não aumentou quando se passou do tratamento 111 para o 222, e baixou, quase significativamente, em relação aos dois últimos, quando se usou o tratamento 333. Esta, que foi a pior adubação, diferiu significativamente das duas melhores, que foram 112 e 121.

Em relação à adubação básica, 111, os níveis 2 de fósforo e potássio aumentaram ligeiramente a produção, ao passo que seus níveis 3 a deprimiram, também ligeiramente. O efeito do aumento das doses de nitrogênio foi sempre bastante prejudicial, embora as depressões não fôssem significativas.

Os tubérculos colhidos foram classificados segundo os tipos comerciais. Somando os tipos mais importantes, "especial" e "primeira", verifica-se que, enquanto nos canteiros sem adubo a proporção de tubérculos desse grupo foi de 38%, nos tratamentos adubados ela variou entre 46 e 59%, com a média de 54%. As diferenças entre as diversas adubações foram inconsistentes.

2.2:3 — EXPERIÊNCIA DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS, EM 1955

Instalada na Fazenda Ronda, em solo aluvional da série Avarié, cultivado com arroz, sem adubo, no ano anterior. A análise desse solo revelou $\text{pH}=4,90$, 22% de C, 1,05% de N, bem como, em e. mg por 100 g de T.F.S.A., 5,51 de Ca^{++} , 1,12 de Mg^{++} , 0,90 de K^+ , 28,40 de $\text{H}^+ + \text{Al}^{+++}$ trocáveis e 0,29 de PO_4^{---} extraído com solução de H_2SO_4 0,05N.

Nesta experiência os níveis 2 e 3 de nitrogênio foram elevados, respectivamente, para 160 e 240 kg/ha; os de P_2O_5 , para 240 e 360 kg/ha; os de K_2O , para 120 e 180 kg/ha. Os adubos fosfatado e potássico foram os mesmos do plano geral, mas o nitrogênio foi empregado metade na forma de sulfato de amônio e metade como salitre do Chile. A não ser o salitre, que foi aplicado em cobertura, um mês após a brotação, os demais adubos foram distribuídos nos sulcos de plantio.

Usou-se a variedade Linda, que foi plantada com o espaçamento de 1,00 x 0,30 m. Os canteiros tiveram, portanto, 7,20 m² de área útil. Plantou-se em 13 de julho e colheu-se em 7 de novembro de 1955. O "stand" médio atingiu 93%, praticamente sem diferença entre os tratamentos.

O coeficiente de variação foi de 24%. Os canteiros sem adubação produziram tão somente 4,59 t/ha, mas as respostas às diversas adubações variaram entre +68 e +137%, sendo todas significativas. A maior produção, 10,90 t/ha, foi obtida com o tratamento 112, sendo significativamente superior às dos tratamentos 121, 131 e 311. A produção aumentou um pouco quando se elevou a adubação de 111 para 222, mas permaneceu no mesmo nível quando se passou de 222 para 333.

O aumento da dose de nitrogênio de 1 para 2 elevou ligeiramente a produção, ao passo que a dose 3 a deprimiu. Com as doses 1, 2 e 3 de fósforo os resultados foram praticamente os mesmos. O primeiro incremento do nível de potássio aumentou a produção, quase significativamente, de 2,31 t/ha, mas a dose 3 desse nutriente foi prejudicial em relação à dose 2.

A classificação dos tubérculos colhidos mostrou que a soma dos dois tipos mais importantes (especial + primeira), que foi de 31% nos canteiros sem adubo, elevou-se para 41 a 54%, com a média de 48%, nos adubados. Em relação ao tratamento 111, os aumentos

dos níveis de quaisquer dos nutrientes, sobretudo do fósforo, foram prejudiciais no sentido em aprêço.

3 — SEGUNDA SÉRIE DE EXPERIÊNCIAS

3.1 — PLANO EXPERIMENTAL

Na presente série adotou-se um esquema fatorial 3^3 para N, P e K, em blocos de nove canteiros, com duas repetições. Os níveis 1 de N, P_2O_5 e K_2O foram respectivamente 80, 120 e 80 kg/ha; os níveis 2 e 3, respectivamente, o dôbro e o triplo dessas doses. Como se vê, a não ser quanto à dose de K_2O , que foi ligeiramente aumentada, a menor adubação corresponde à geralmente recomendada pelo Instituto Agronômico (4).

O nitrogênio foi empregado sob três formas: metade como torta de mamona, um quarto como sulfato de amônio e um quarto como salitre do Chile; o fósforo e o potássio, respectivamente como superfosfato triplo e sulfato de potássio. Os teores de P_2O_5 e K_2O da torta de mamona não foram computados no cálculo das adubações. Exceto o salitre, que foi aplicado em cobertura um mês após a brotação, mas antes das amontôas, os outros adubos foram empregados na ocasião do plantio, em um sulco situado a cerca de 10 cm ao lado do destinado às batatas-semente.

Os canteiros constaram de quatro linhas de 12 plantas. Como os espaçamentos variaram um pouco, as áreas úteis, representadas pelas duas linhas centrais, oscilaram, conforme a experiência, entre 7,20 e 7,68 m². Estas áreas é que foram utilizadas para os cálculos mencionados nas linhas seguintes. Deve-se dizer, porém, que os adubos de cada canteiro foram divididos em duas partes iguais e aplicados separadamente nas duas linhas úteis e nas duas bordaduras, e que as produções destas últimas se revelaram estatisticamente equivalentes às das correspondentes áreas úteis, o que aumenta a segurança dos resultados obtidos.

3.2 — EXECUÇÃO E RESULTADOS

Das seis experiências conduzidas segundo o plano descrito, uma foi eliminada por irregularidades. As produções obtidas nas outras cinco se acham nos quadros 2 e 3. Não tendo havido, nessas expe-

QUADRO 2. — Segunda série de experiências de adubação da batatinha. Produções obtidas nas três experiências conduzidas em Pindamonhangaba (solo argiloso) segundo um esquema fatorial 3³ para N, P e K

Níveis de	Experiência de 1956									Experiência de 1957									Experiência de 1958								
	N	K	Níveis de P			Médias	t/ha	t/ha	t/ha	Médias	t/ha	t/ha	t/ha	Médias	t/ha	t/ha	Médias	t/ha	t/ha	Médias	t/ha	t/ha					
			1	2	3																		1	2	3	1	2	3
1	17,34	18,27	20,79	18,80	21,06	19,02	14,97	18,35	9,44	10,60	11,29	10,44	10,44	9,35	9,35	9,35	11,07	7,64	8,38	9,03	9,03				
2	20,25	19,41	20,78	20,15	19,73	19,14	21,00	19,95	7,57	10,51	9,96	9,35	9,35	9,35	9,35	9,35	11,07	7,64	8,38	9,03	9,03				
3	17,99	25,88	19,25	21,04	18,98	21,68	14,49	18,38	11,07	7,64	8,38	9,03	9,03	9,03	9,03	9,03	11,07	7,64	8,38	9,03	9,03				
		Médias	18,52	21,19	20,27	20,00	19,92	19,94	16,82	18,89	9,36	9,58	9,88	9,61	9,61	9,61	9,61	9,61	9,36	9,58	9,88	9,61	9,61				
2	20,56	19,78	29,39	23,24	22,88	23,70	16,67	21,08	12,37	11,32	10,74	11,48	11,48	11,48	11,48	11,48	12,37	11,32	10,74	11,48	11,48				
		21,30	24,23	25,82	23,78	22,53	25,42	16,80	21,58	13,79	11,24	6,87	10,63	10,63	10,63	10,63	10,63	13,79	11,24	6,87	10,63	10,63				
		27,27	23,24	19,64	23,38	25,10	22,98	24,80	24,29	10,14	14,18	15,42	13,24	13,24	13,24	13,24	13,24	10,14	14,18	15,42	13,24	13,24				
		Médias	23,05	22,42	24,95	23,47	23,50	24,03	19,42	22,32	12,10	12,24	11,01	11,78	11,78	11,78	11,78	11,78	12,10	12,24	11,01	11,78	11,78				
3	19,72	27,71	25,82	24,42	9,31	23,93	21,29	18,18	12,04	8,15	12,12	10,77	10,77	10,77	10,77	12,04	8,15	12,12	10,77	10,77					
		24,34	25,39	28,11	25,95	25,68	24,15	28,45	26,09	8,48	8,59	9,14	8,74	8,74	8,74	8,74	8,48	8,59	9,14	8,74	8,74					
		28,45	24,97	30,61	28,01	22,79	23,63	27,64	24,69	9,49	15,73	10,34	11,85	11,85	11,85	11,85	9,49	15,73	10,34	11,85	11,85					
		Médias	24,17	26,02	28,18	26,12	19,26	23,90	25,79	22,98	10,00	10,82	10,53	10,45	10,45	10,45	10,45	10,00	10,82	10,53	10,45	10,45					
Médias	19,21	21,92	25,33	22,15	17,75	22,21	17,64	19,20	11,28	10,02	11,38	10,90	10,90	10,90	10,90	11,28	10,02	11,38	10,90	10,90					
	21,96	23,01	24,90	23,29	22,65	22,91	22,08	22,54	9,94	10,11	8,66	9,57	9,57	9,57	9,57	9,94	10,11	8,66	9,57	9,57					
	24,57	24,70	23,17	24,14	22,29	22,76	22,31	22,45	10,23	12,52	11,38	11,38	11,38	11,38	11,38	10,23	12,52	11,38	11,38	11,38					
		Médias	21,91	23,21	24,47	23,20	20,90	22,63	20,68	21,40	10,48	10,88	10,47	10,61	10,61	10,61	10,61	10,48	10,88	10,47	10,61	10,61					

riências, tratamentos sem nitrogênio, fósforo ou potássio, quando se mencionarem, nas linhas abaixo, efeitos desses nutrientes, deve-se entender que se trata dos efeitos dos aumentos das doses em relação às correspondentes doses 1.

3.2.1 — EXPERIÊNCIA DE PINDAMONHANGABA, EM 1956

Instalada no Campo de Pesquisas do Vale do Paraíba, em uma várzea com solo argiloso, da série Água Preta, cultivada no ano anterior com arroz, sem adubo. A análise química revelou pH=5,20, 9,90% de C, 0,42% de N, bem como, em e.mg por 100 g de T.F.S.A., 4,59 de Ca^{++} , 0,90 de Mg^{++} , 0,30 de K^+ , 14,64 de H^+ + Al^{+++} trocáveis e 0,66 de PO_4^{---} extraído com solução de H_2SO_4 0,05N.

O espaçamento adotado foi de 0,80 x 0,40 m, sendo, portanto, de 7,68 m² a área útil dos canteiros. Usou-se a variedade Capela, que foi plantada em 6 de julho e colhida em 6 de novembro de 1956. Apesar de ter chovido abundantemente no período da brotação, o "stand" médio atingiu 98%, não havendo diferenças entre os tratamentos.

As produções foram excelentes e o coeficiente de variação foi de 16%. Em relação à dose 1 de nitrogênio, o aumento de produção provocado pelas doses 2 e 3 desse nutriente atingiu, em média, 4,80 t/ha, e foi altamente significativo. Das componentes, somente a linear foi significativa (altamente significativa), mostrando que as respostas às doses 2 e 3, respectivamente +3,47 e +6,12 t/ha (+17 e +31%), cresceram com as doses empregadas. O efeito médio do fósforo, +1,93 t/ha, foi muito menor que o do nitrogênio; contudo, o estudo das componentes revelou que as respostas às doses 2 e 3, respectivamente +1,30 e +2,56 t/ha (+6 e +12%) aumentaram linear e significativamente. Quanto ao potássio, seu efeito médio, +1,56 t/ha, não foi significativo, mas, embora sem significância, a resposta à dose 3, +1,99 t/ha, foi superior à da dose 2, +1,14 t/ha.

As interações *NP*, *NK* e *PK* não foram significativas. Deve-se notar, contudo, que o efeito da dose 3 de nitrogênio cresceu quando se elevaram as doses de fósforo ou de potássio, e que a elevação da dose de fósforo reduziu consideravelmente o efeito do potássio.

Na classificação dos tubérculos colhidos verificou-se que, elevando-se os níveis de 1 para 2 e para 3, as proporções dos melhores

tipos (especial + primeira) foram respectivamente 75, 79 e 81% para o nitrogênio, 76, 79 e 81% para o fósforo e 78, 80 e 77% para o potássio.

3.2.2 — EXPERIÊNCIA DE PINDAMONHANGABA, EM 1957

Esta também foi conduzida no Campo de Pesquisas do Vale do Paraíba, em solo argiloso da série Paraíba, com pH=5,10, 5,6% de C, 0,31% de N e, em e. mg por 100 g de T.F.S.A., 3,17 de Ca^{++} , 0,94 de Mg^{++} , 0,53 de K^+ , 12,00 de $H^+ + Al^{+++}$ trocáveis, bem como 1,08 de PO_4^{---} extraído com solução de H_2SO_4 0,05 N. A cultura anterior foi arroz, sem adubo.

O espaçamento e a área útil dos canteiros foram os mesmos da experiência de 1956. Usou-se a variedade Eva, plantando-se em 10 de julho e colhendo-se em princípios de novembro de 1957. O excesso de umidade prejudicou alguns canteiros. Talvez por isso, várias das produções obtidas com tratamentos semelhantes foram bastante desuniformes. Todavia, a produção média foi superior a 20 t/ha.

As diferenças entre os tratamentos não foram significativas. Convém mencionar, porém, que os efeitos médios do nitrogênio, do fósforo e do potássio foram, respectivamente, +3,76, +0,75 e +3,30 t/ha. Quando se passou da dose 2 para a 3, o efeito do nitrogênio aumentou um pouco, o do fósforo se tornou praticamente nulo e o do potássio permaneceu no mesmo nível. As respostas ao nitrogênio cresceram consideravelmente quando se aumentaram as doses de fósforo ou de potássio.

3.2.3 — EXPERIÊNCIA DE PINDAMONHANGABA, EM 1958

Como as duas anteriores, esta também foi instalada no Campo de Pesquisas do Vale do Paraíba. O solo utilizado também era argiloso, mas da série Coruputuba. A cultura anterior foi arroz, sem adubo.

O espaçamento e a área dos canteiros foram iguais aos das experiências de 1956 e 1957. Efetuou-se o plantio, com a variedade Oka, em 29 de julho; a colheita, em 2 de dezembro de 1958. Houve dificuldade para a irrigação e as produções foram relativamente baixas.

QUADRO 3 — Segunda série de experiências de adubação da batatinha. Produções obtidas nas duas experiências conduzidas em São José dos Campos (solo orgânico) segundo um esquema fatorial 3³ para N, P e K

Níveis de			Experiência de 1956						Experiência de 1958					
N	K	Níveis de P	Níveis de P			Níveis de P			Níveis de P			Níveis de P		
			1	2	3	Médias	1	2	3	Médias	1	2	3	Médias
1	.....	1	7,49	6,31	8,96	7,59	15,97	13,33	15,96	15,09			
		2	7,24	10,08	9,15	8,82	14,46	15,03	15,75	15,08				
		3	7,82	10,31	11,34	9,82	13,41	15,33	13,60	14,11				
	Médias	7,52	8,90	9,81	8,74	14,61	14,56	15,10	14,76					
2	.....	1	7,38	10,71	11,92	10,00	16,07	17,06	17,21	16,78			
		2	8,43	7,95	13,20	9,86	17,60	18,46	17,28	17,78				
		3	7,58	13,06	9,46	10,03	14,99	15,24	16,69	15,64				
	Médias	7,80	10,57	11,53	9,97	16,22	16,92	17,06	16,73					
3	.....	1	5,60	7,06	11,44	8,03	15,74	16,51	16,12	16,12			
		2	9,28	9,51	11,60	10,13	15,52	18,38	15,83	16,57				
		3	6,37	10,99	12,43	9,93	17,74	14,67	15,51	15,97				
	Médias	7,08	9,19	11,82	9,36	16,33	16,52	15,82	16,22					
Médias	.....	1	6,82	8,03	10,77	8,54	15,93	15,63	16,43	16,00			
		2	8,32	9,18	11,32	9,60	15,86	17,29	16,29	16,48				
		3	7,26	11,45	11,08	9,93	15,38	15,08	15,27	15,24				
	Médias	7,47	9,55	11,06	9,36	15,72	16,00	15,99	15,90					

O efeito médio do nitrogênio, +1,51 t/ha, foi significativo ao nível de 5%, sendo que o da dose 2 (+2,17 t/ha) foi bem maior que o da dose 3 (+0,84 t/ha). As respostas médias ao fósforo e ao potássio foram praticamente nulas. As interações não foram significativas. Notou-se, porém, que as respostas à dose 2 de nitrogênio diminuíram quando se elevaram os níveis de fósforo e aumentaram consideravelmente quando se elevaram os de potássio.

Não se observaram diferenças consistentes, devidas aos tratamentos, na classificação dos tubérculos. Na média geral, a soma dos tipos especial+primeira atingiu 82%.

3.2.4 — EXPERIÊNCIA DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS, EM 1956

A presente experiência foi instalada na Fazenda Ronda, Município de São José dos Campos, numa várzea com solo orgânico, da série Brejão, que havia sido cultivada, no ano anterior, com arroz não adubado. Os resultados da análise desse solo foram: pH=4,85, 24,50% de C, 1,15% de N e, em e.mg por 100 g de T.F.S.A., 3,98 de Ca⁺⁺, 0,80 de Mg⁺⁺, 0,60 de K⁺, 32,40 de H⁺ + Al⁺⁺⁺ trocáveis, bem como 0,39 de PO₄--- extraído com solução de H₂SO₄ 0,05N.

Usou-se o espaçamento de 1,00 x 0,30 m e os canteiros tiveram 7,20 m² de área útil. O plantio, com a variedade Aquila, foi efetuado em 11 de julho e a colheita em 25 de outubro de 1956. Devido às abundantes chuvas e à baixa temperatura que sucederam ao plantio, a brotação foi retardada. Mesmo assim, o "stand" médio atingiu 86% e as produções foram regulares.

O efeito médio do nitrogênio, +0,92 t/ha, não foi significativo. Com a dose 2 ele alcançou +1,23 t/ha, mas baixou para 0,62 com a dose 3. O efeito do fósforo é que foi relativamente grande, pois atingiu, em média, +2,84 t/ha, e foi altamente significativo. As respostas às doses 2 e 3 de fósforo foram de respectivamente +2,08 e +3,59 t/ha, mostrando o estudo das componentes que esse aumento foi linear. O efeito médio do potássio, +1,23 t/ha, também foi significativo e, quando se passou da dose 2 para a 3, as respostas cresceram linearmente de +1,06 para +1,39 t/ha.

Das interações, somente a PK foi significativa, indicando que o potássio agiu melhor na presença da dose 2 de fósforo. Deve-se dizer que, embora sem significância, o efeito do nitrogênio tendeu a crescer

quando se aumentou a dose de fósforo, e a diminuir quando se aumentou a de potássio.

As porcentagens dos melhores tipos de tubérculos (especial + primeira) cresceram de 28 para 35 e 36 quando se elevaram os níveis de fósforo de 1 para 2 e 3. O nitrogênio e o potássio não influenciaram consistentemente nesse sentido.

3.2.5 — EXPERIÊNCIA DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS, EM 1958

Como a anterior, esta também foi conduzida na Fazenda Ronda, em solo orgânico da série Brejão, com $\text{pH} = 4,50$, 1,20% de N e, por 100 g de T.F.S.A., 8,50 e.mg de Ca^{++} e 0,60 e.mg de K^+ trocáveis, bem como 0,56 e.mg de PO_4^{---} solúvel em solução de ácido oxálico e oxalato de potássio. A área utilizada havia sido cultivada, no ano anterior, com arroz sem adubo.

Usou-se a variedade Capela, que foi plantada em 9 de julho, com o espaçamento de $1,00 \times 0,30$ m. Os canteiros tiveram, assim, 7,20 m² de área útil. A colheita foi efetuada em 15 de outubro de 1958. O "stand" final atingiu 92% e as produções foram boas.

O coeficiente de variação foi de apenas 9,5%. As respostas ao fósforo e ao potássio foram praticamente nulas. O efeito do nitrogênio, porém, atingiu, em média, +1,72 t/ha. As componentes linear e quadrática foram significativas e mostraram que a resposta à dose 2 de nitrogênio, +1,97 t/ha, foi estatisticamente superior à da dose 3. Embora as interações não tenham sido significativas, deve-se assinalar que o efeito do nitrogênio foi maior na presença da dose 2 de potássio.

Com as doses 1, 2 e 3 de nitrogênio as porcentagens dos melhores tipos de tubérculos (especial + primeira) aumentaram de 57 para 62 e 63; com as de fósforo, elas baixaram de 62 para 61 e 60; com as de potássio, foram 60, 63 e 60.

4 — DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Para determinar a adubação economicamente mais vantajosa, é indispensável fazer-se um confronto entre as despesas com as diversas doses de adubos e os valores dos aumentos de produção que elas proporcionam. Convém, por isso, fixar desde logo o critério adotado no presente estudo.

Em vista de recentes modificações na política cambial, sabe-se que os preços dos adubos e, conseqüentemente, os da batatinha, vão ser consideravelmente majorados, mas ainda não se conhecem, exatamente, os novos níveis. Assim sendo, qualquer cálculo que se faça, no momento, sobre o assunto, fica sujeito a revisão dentro de pouco tempo. Por isso mesmo, no presente trabalho serão feitas apenas estimativas sumárias, para dar uma idéia aproximada das adubações mais adequadas. Os dados experimentais apresentados permitirão fazer a citada revisão, quando a situação estiver definida. Isso, aliás, deve ser feito sempre que ocorrerem alterações nos preços dos adubos ou dos produtos da agricultura.

Os preços tomados para o presente estudo foram os de janeiro de 1961 (6). No custo das adubações incluíram-se os preços dos adubos, o transporte e as despesas com a aplicação; por outro lado, do preço obtido pelo agricultor para a batatinha foram descontadas as despesas com colheita, classificação etc., relativas aos aumentos de produção proporcionados pelas diversas adubações. Com essas bases, calcularam-se, finalmente, as quantidades de batatinha de tipo médio que o agricultor teria que vender para pagar as adubações empregadas nos diferentes casos.

4.1 — PRIMEIRA SÉRIE DE EXPERIÊNCIAS

Nas três experiências que constituem esta série foram os seguintes, em relação aos canteiros sem adubo, os aumentos de produção provocados pela adubação básica 111 (80-120-60 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O): 2,75, 4,00 e 6,22 t/ha. Quando se elevou o nível da adubação para 222 só houve apreciáveis aumentos adicionais, de 1,29 e 1,34 t/ha, em duas experiências. Por fim, a elevação para o nível 333 praticamente não aumentou a produção em dois casos e reduziu-a consideravelmente no terceiro. Nessas condições, em uma experiência não houve vantagem em elevar a dose básica, ao passo que nas outras duas a melhor adubação, sem levar em conta a parte econômica, situou-se entre 111 e 222.

Para fazer uma adubação como 111, nas formas em que os nutrientes foram empregados nesta série de experiências, o agricultor teria que gastar o correspondente a cerca de 1,50 t de batatinha. Portanto, essa adubação daria lucro de 80% em uma experiência e

de mais de 150% nas outras duas. O tratamento 222 constou de 120-180-90 kg/ha de $N-P_2O_5-K_2O$ em duas experiências e de 160-240-120 kg/ha na outra. Numa delas, ao custo adicional da adubação ainda corresponderia um aumento de produção que proporcionaria lucro de 80%; nas demais, a elevação da dose resultaria em prejuízo. A julgar pelo conjunto dessa fase das experiências, não haveria vantagem econômica em elevar-se de 1 para 2 os níveis de todos os nutrientes.

Examinando a fase das experiências em que se elevaram separadamente as doses de nitrogênio, fósforo e potássio, verifica-se que os níveis 3 dos dois primeiros elementos não aumentaram a produção em relação aos respectivos níveis 2; no caso do potássio, somente em uma experiência houve aumento apreciável, mas duvidoso. A questão se resume, portanto, em verificar o que aconteceu, nas três experiências, quando se elevaram os níveis de 1 para 2. Neste caso, as respostas ao aumento dos níveis de nitrogênio foram -2,12, +0,50 e +2,06 t/ha; ao de fósforo, -0,51, +0,48 e +1,65 t/ha; ao de potássio, +0,37, +0,92 e +2,31 t/ha. Tomando como base as quantidades adicionais de nutrientes e seus valores, a elevação, de 1 para 2, da dose de nitrogênio, daria lucro de 580% em uma experiência e prejuízo em duas; a de fósforo, lucros de 40 e 370% em duas e prejuízo na outra; a de potássio, lucros muito acima de 200% nas três experiências. Conclui-se, dêsse confronto, que nas condições destas experiências seria arriscado elevar-se, de modo geral, os níveis de nitrogênio e de fósforo acima das doses básicas; quanto ao potássio, que é o elemento mais barato, os resultados indicam que seria conveniente elevar-lhe a dose. O exame desta fase das experiências modifica, quanto ao potássio, o que foi dito na parte final do parágrafo anterior.

Deve-se lembrar que nesta série de experiências os adubos, a não ser parte do nitrogênio, em uma delas, foram aplicados nos sulcos de plantio, o que pode ter prejudicado seu efeito. É verdade que não se observaram sensíveis reduções nos "stands". Mas isso não quer dizer que as plantas tenham ficado isentas de danos nas raízes, atraso na brotação etc., prejuízos êsses que, segundo Bushnell (5), são mais freqüentes que as reduções no "stand". As dificuldades para sua constatação — repetidas inspeções às experiências, exame meticoloso das plantas etc. — é que os tornam aparentemente menos importantes.

4.2 — SEGUNDA SÉRIE DE EXPERIÊNCIAS

Nas cinco experiências desta série, além de melhorar-se o esquema experimental, mudaram-se as formas e doses dos nutrientes, bem como o modo de sua aplicação, conforme esclarecido no capítulo 3.

Os efeitos médios da adição de nitrogênio à adubação básica foram, em ordem decrescente, +4,80, +3,76, +1,72, +1,51 e +0,92 t/ha, sendo significativos o primeiro, o terceiro e o quarto mencionados. Deve-se assinalar, desde logo, que essas respostas diminuíram com os volumes das produções, que caíram, em média de todos os tratamentos, de 23,20 para 21,40, 15,90, 10,61 e 9,36 t/ha. Deve-se notar, também, que somente em uma experiência, a que proporcionou a maior produção, foi apreciável a resposta (+2,65 t/ha) ao incremento da dose de nitrogênio de 2 para 3; nas outras quatro, essas respostas foram muito pequenas ou negativas. Assim, na maioria das experiências, a dose de nitrogênio mais conveniente ficou entre os níveis 1 e 2.

Quando se elevou o nível de 1 para 2, as respostas obtidas foram: +3,47, +3,43, +2,17, +1,97 e +1,23 t/ha. Levando em conta o custo dos adubos nitrogenados usados nesta série, para pagar uma adubação com 80 kg de nitrogênio o agricultor teria que vender 1,60 t de batatinha. Isso significa que somente em duas experiências o lucro seria superior a 100%; em duas outras, a remuneração do capital empregado na adubação seria de apenas 23 e 36%, e, na outra, haveria prejuízo. Como os resultados mais razoáveis foram obtidos em duas experiências com produções muito mais elevadas que as médias, conclui-se que, para as condições normais da cultura, a dose de nitrogênio deveria ser bem inferior ao nível 2. Contudo, quando as condições forem tais que permitam esperar produções muito acima das normais, valerá a pena aproximá-la do nível 2.

Não obstante os bons resultados obtidos com a adubação nitrogenada na maioria das experiências desta série — o que se atribui, em parte, às modificações no método de aplicação dos adubos — foi pequena a proporção de casos em que se tornou economicamente satisfatória a elevação da dose acima da adubação básica. É que a metade da dose de nitrogênio foi empregada na forma de torta de mamona, na qual a unidade desse nutriente é muito mais cara que nos adubos minerais. Só futuras experiências permitirão verificar a possibilidade de substituir aquela parte da adubação por adubos mais baratos. Por

fim, deve-se dizer que os presentes resultados confirmam os obtidos por Boock, Küpper e Sales (4), há vários anos, sobre a considerável reação da batatinha à adubação nitrogenada nos solos ricos de matéria orgânica e nitrogênio do Vale do Paraíba.

Os efeitos médios das duas doses adicionais de fósforo foram: +2,84, +1,93, +0,75, +0,27 e +0,20 t/ha, sendo que somente os dois primeiros foram significativos. Ao contrário do que aconteceu com o nitrogênio, as maiores respostas ao fósforo não guardaram relação com o volume das produções. Quando se elevou de 2 para 3 o nível desse nutriente, somente em duas experiências houve apreciável aumento de produção; nas outras três os resultados dessa elevação foram nulos ou negativos. Todavia, o aumento do nível 1 para o 2 provocou as seguintes respostas: +2,08, +1,73, +1,30, +0,40 e +0,28 t/ha. Correspondendo o custo da adubação com 120 kg/ha de P_2O_5 a 0,70 t de batatinha, verifica-se que as três primeiras respostas deram lucros de respectivamente 197, 147 e 86%, ao passo que as duas últimas resultaram em prejuízo.

Esses resultados indicam que, também no caso do fósforo, não convém elevar a dose de modo geral. Deve-se, antes examinar as necessidades da área a ser adubada, quer pela análise do solo, quer mesmo, quando não for possível analisá-lo, pelo histórico da ocupação e adubação anterior da área em aprêço. Se esta nunca tiver sido adubada, seria aconselhável elevar o nível; se, contudo, ela já foi adubada com fósforo nas culturas anteriores, seria supérfluo elevar a dose. Há mesmo a possibilidade, que deve ser investigada, de reduzi-la substancialmente nas áreas que já tiverem recebido repetidas adubações fosfatadas nas culturas anteriores (1). Aliás, a dose básica, de 120 kg/ha de P_2O_5 , já é bastante elevada para as produções que normalmente se obtêm em nosso meio.

Quanto ao potássio, os efeitos médios das duas doses adicionais foram: +3,30, +1,56, +1,23, -0,14 e -0,42 t/ha. Quando se aumentou a dose de 2 para 3, somente em duas experiências houve aumento de produção, sendo que em uma delas esse aumento foi duvidoso; contudo, quando se elevou a dose de 1 para 2 as respostas foram +3,34, +1,14, +1,06, +0,48 e 0. Custando a adubação com 80 kg/ha de K_2O o correspondente a 0,35 t de batatinha, verifica-se que ela só deu prejuízo em uma experiência; nas outras o lucro foi de apenas 37% em uma, mas superior a 200% em três. Desses resultados se concluiria por uma elevação substancial da dose de po-

tássio; deve-se notar, contudo, que somente em uma, das cinco experiências, o efeito médio da adição desse nutriente foi significativo, e que a maior das respostas mencionadas (não significativa) foi obtida em uma experiência com produções muito elevadas, mas bastante desuniformes nos canteiros semelhantemente adubados. Seja como for, como a unidade de K_2O é muito mais barata que as de nitrogênio e fósforo, e, por outro lado, geralmente o nutriente em aprêço também contribui para acentuar o efeito do nitrogênio (7), que é o elemento mais caro, a não ser nos solos reconhecidamente bem providos de potássio, conviria empregá-lo em doses uns 50% mais elevadas que o nível 1.

4.3 — RECOMENDAÇÕES GERAIS

O pequeno número de experiências não permite sejam feitas recomendações especiais para cada solo. Por outro lado, as dúvidas existentes sobre os preços dos adubos dificultam o estabelecimento das doses mais apropriadas. Por isso mesmo, aqui serão feitas apenas indicações gerais, sujeitas a modificações em futuros trabalhos.

Das presentes considerações serão excluídas as experiências da primeira série, pois que nelas os adubos foram aplicados nos sulcos de plantio. Se este método é hoje considerado inadequado para a aplicação de doses normais (1, 2, 3, 5), muito menos o seria para se verificar a conveniência da elevação dessas doses. Tendo as produções globais das experiências da segunda série variado entre 23,20 e 9,36 t/ha, a média delas seria excessivamente influenciada pelos resultados daquelas com produções mais elevadas, muito maiores, aliás, que as normais da região. Para diminuir essa influência, antes de calcular a média geral, as produções de cada uma das cinco experiências foram ajustadas para uma produção global de 12 t/ha, considerada normal das culturas irrigadas e bem cuidadas do Vale do Paraíba. Como os efeitos das adubações não são proporcionalmente os mesmos quando as produções são baixas ou elevadas, o método adotado também está sujeito a objeções, mas é, certamente, melhor que o primeiro.

Em média das cinco experiências, quando se elevaram de 1 para 2 as doses de nitrogênio, fósforo ou potássio, as produções aumentaram de, respectivamente, 1,85, 0,99 e 0,54 t/ha. As respostas às doses

3, ainda em relação aos correspondentes níveis 1, foram, na mesma ordem, +1,67, +1,19 e +0,92 t/ha. Com êsses dados traçaram-se curvas representativas dos valores dos aumentos de produção e das respectivas despesas com as adubações, chegando-se à conclusão de que não seria compensador, na presente conjuntura, aumentar de mais de 50%, em relação aos níveis 1, as doses de nitrogênio e fósforo. Quanto ao potássio, os resultados obtidos indicaram que a dose poderia ser até superior ao nível 2; todavia, em vista das dúvidas levantadas na parte 4.2 dêste trabalho, seria melhor elevá-la tão somente na proporção dos outros nutrientes.

Em resumo, os resultados das experiências relatadas levam a sugerir, como norma provisória para a adubação da batatinha nas várzeas do Vale do Paraíba, a aplicação de 120-180-120 kg/ha de $N-P_2O_5-K_2O$. Deve-se acenar que esta fórmula serve apenas de orientação geral; nas partes anteriores dêste capítulo encontram-se indicações sôbre os casos em que conviria aumentar ou diminuir a dose de cada nutriente conforme as condições locais. Entenda-se, também, que elas se destinam a culturas irrigadas e bem cuidadas sob todos os pontos de vista, e que não devem ser aplicadas nos sulcos de plantio.

SUMMARY

In the Paraíba Valley potatoes are planted mainly during the dry period, but with irrigation. As the situation of the Valley and the time of harvest permit securing better prices, eight experiments were conducted between 1954 and 1958 for determining whether, under such conditions, it would pay to increase the rates of application of N, P, and K generally recommended by the Instituto Agrônômico for the State of São Paulo.

The experiments showed that substantially better yields were obtained when the rates of application were increased up to a certain level. Based on the cost for fertilizing and the value of the corresponding yield increases, the authors suggest, as a general orientation, the application of 120-180-120 kilograms of $N-P_2O_5-K_2O$ to the hectare, and indicate the cases where the dose of each nutrient might be increased or reduced. They recommend, finally, to recalculate the doses whenever the prices change appreciably.

LITERATURA CITADA

1. BOOCK, O. J. & FREIRE, E. S. Adubação da batatinha. Experiências com doses crescentes de fósforo. *Bragantia* 19:[369]-391. 1960.
2. ————— Adubação da batatinha. Experiências com doses crescentes de nitrogênio. *Bragantia* 19:[579]-598. 1960.

3. ————— Adubação da batatinha. Experiências com doses crescentes de potássio. *Bragantia* 19:[599]-619. 1960.
4. —————, KÜPPER, A. & SALES, J. MOREIRA. Adubação mineral para a batatinha (*Solanum tuberosum* L.). — Influência dos elementos N, P e K em solos ricos de matéria orgânica do Vale do Paraíba. *Bragantia* 11:[211]-222. 1951.
5. BUSHNELL, J. Symptoms of fertilizer injury to potatoes. *J. Amer. Soc. Agron.* 25:[397]-407. 1933.
6. ETTORI, O. J. T. Mercados agrícolas. *São Paulo Agrícola* 3:42-48. 1961.
7. MITSCHERLICH, E. A., BOGUSLAWSKI, E. VON & GUTMANN, A. Studien über die Ernährung der Pflanze und die Ertragsbildung bei verschiedener Düngung. Saale, Verlag-Halle, 1935. 85 p. (Schriften der Königsberger Gelehrten Gesellschaft, Naturwissenschaftlich Klasse, 12. Jahr, Heft 2).