

EFEITO DE NÍVEIS CRESCENTES DE NITROGÊNIO NA RENTABILIDADE E RISCO DA PRODUÇÃO COMERCIAL DE TRÊS CULTIVARES DE BATATA¹

L.A. CRISÓSTOMO², O.S. CASTOR³, C.M.T. CORDEIRO⁴ e T.G.S. CAMPOS⁵

RESUMO - Nos anos de 1980 e 1981, foram ensaiadas, nas condições de campo, cinco doses de nitrogênio (0, 40, 80, 120 e 160 kg/ha) em três cultivares de batata (Achat, Aracy e Bintje), utilizando-se um Latossolo Vermelho-Escuro (LE), argiloso, no CNPH-EMBRAPA, Brasília, DF. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, e os tratamentos distribuídos em um fatorial 5 x 3, com quatro repetições. A produção média de tubérculos comerciais foi influenciada pelo nitrogênio; a da cultivar Aracy excedeu as da 'Achat' e 'Bintje'. Níveis mais altos de nitrogênio tenderam a aumentar a produção de tubérculos classe 1 nas cultivares Achat e Bintje e a reduzi-la na 'Aracy'. Para as três cultivares, nos dois anos, 120 kg/ha de nitrogênio revelou-se como a melhor dose do ponto de vista de rentabilidade e risco.

Termos para indexação: adubação, nitrogênio, dominância estocástica.

EFFECT OF INCREASING LEVELS OF NITROGEN ON PROFITABILITY AND RISK OF COMMERCIAL PRODUCTION OF THREE POTATO CULTIVARS

ABSTRACT - During 1980 and 1981 two field trials with five nitrogen levels (0, 40, 80, 120 and 160 kg/ha) in three potato cultivars (Achat, Aracy and Bintje) were conducted on a Dark-Red Latosol at the CNPH-EMBRAPA, Brasília, DF, Brazil. The experimental design was a 5 x 3 factorial in randomized complete blocks with four replications. The average marketable production was affected by nitrogen. Aracy cultivar yielded better than Achat and Bintje. Higher nitrogen levels increased the class-1 tubers of 'Achat' and 'Bintje' and decreased for 'Aracy'. As far as profit and risk are concerned, 120 kg/ha of nitrogen was the best level for all the potato cultivars.

Index terms: fertilization, nitrogen, stochastic dominance.

INTRODUÇÃO

O manejo do nitrogênio e da água na cultura da batata é bastante dificultado, tendo em vista o desenvolvimento superficial de seu sistema radicular. No que concerne à quantidade de nitrogênio necessário ao desenvolvimento da cultura, esta é função das condições edafoclimáticas e da cultivar utilizada, principalmente.

Em ensaios com seis cultivares brasileiras de batata, Macedo et al. (1981) observaram que as necessidades de nitrogênio variaram de uma para outra com limites entre 102 e 166 kg/ha.

Boock & Freire (1960), em ensaios com doses crescentes de nitrogênio em alguns solos do Estado de São Paulo, verificaram que a produção máxima

da cultivar Konsuragis foi atingida com a aplicação de 60 kg/ha. Em outras condições edafoclimáticas, Carter & Bosma (1974) relataram que o rendimento máximo da cultivar Russet Burbank foi conseguido com 180 kg/ha de nitrogênio. Por outro lado, em ensaios realizados com esta cultivar, Dubetz & Bole (1975) observaram efeito linear devido à aplicação de nitrogênio até a dose de 448 kg/ha. Safigna & Keeney (1977) concluíram que a aplicação de nitrogênio em dosagem superior a 200 kg/ha não concorreu para aumentar a produção de tubérculos comerciáveis. Resultados semelhantes foram relatados por Jackson & Haddock (1959). Por outro lado, Safigna et al. (1977) concluíram que o efeito do déficit hídrico em solos arenosos tinha influência negativa maior sobre a produção do que a fertilidade do solo. Além disto, foi observado que a quantidade total de nitrogênio assimilada pelos tubérculos variava de 120 a 145 kg/ha.

Fatores climáticos, incidência de doenças e pragas e variações de preços constituem fontes de incerteza que influenciam sobremaneira a decisão do produtor agrícola.

¹ Aceito para publicação em 30 de junho de 1983.

² Eng.^o Agr.^o, M.S., Ph.D., Prof.-Adj. CCA/UFCE/Fortaleza, EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças (CNPH), Caixa Postal 11.1316, CEP 70000 - Brasília, DF.

³ Economista, M.A., EMBRAPA-CNPH.

⁴ Eng.^o Agr.^o, M.Sc., EMBRAPA-CNPH.

⁵ Eng.^o Agr.^o, M.Sc., EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), Caixa Postal 70.0023, CEP 70000 - Planaltina, DF.

O presente trabalho teve como objetivos:

- a. estudar, para as condições habituais de cultivo da região, a resposta das cultivares Achat, Aracy e Bintje à aplicação de níveis crescentes de nitrogênio;
- b. quantificar a margem bruta esperada e seu respectivo desvio padrão, para cada nível de fertilizantes, por cultivar;
- c. determinar a(s) alternativa(s) tecnológica(s) mais eficiente(s), do ponto de vista de rentabilidade e risco.

MATERIAL E MÉTODOS

Dois ensaios de campo num Latossolo Vermelho-Escuro, argiloso, no Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças (CNPH), em Brasília, DF, foram conduzidos nos anos de 1980 e 1981. No primeiro ano, o solo apresentou as seguintes características químicas e físicas: pH = 4,6; Al^{+3} = 0,86 mE/100 g; Ca^{+2} = 0,36 mE/100 g; Mg^{+2} = 0,40 mE/100 g; K^{+} = 0,13 mE/100 g; P = 1,7 ppm, argila total 53%, silte 38% e areias 9%.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, e os tratamentos distribuídos em um esquema fatorial 5 x 3 (doses de nitrogênio x cultivares). Os níveis de nitrogênio testados foram 0, 40, 80, 120 e 160 kg/ha e as cultivares foram Achat, Aracy e Bintje.

A calagem foi realizada 120 dias antes do plantio, utilizando-se calcário dolomítico (PRNT de 52%), cuja quantidade necessária foi baseada nos teores de Al e de Ca+Mg trocáveis do solo e no PRNT do material.

A adubação básica foi constituída de metade de cada dose de nitrogênio (nitrato de amônio), acrescida de 500 kg/ha de P_2O_5 (superfosfato triplo), 120 kg/ha de K_2O (sulfato de potássio), 200 kg/ha de sulfato de magnésio, 20 kg/ha de bórax, 30 kg/ha de sulfato de zinco, 15 kg/ha de sulfato de cobre e 0,5 kg/ha de molibdato de sódio. Estes fertilizantes, juntamente com PCNB (20 kg/ha de Brassicol), foram aplicados no fundo do sulco de plantio e cobertos com uma camada de terra de aproximadamente 5 cm de espessura. O plantio foi realizado logo após a adubação, utilizando-se um espaçamento de 0,80 m x 0,35 m. Por ocasião de amontoa, procedeu-se à aplicação da outra metade de cada dose de nitrogênio e Aldicarb (20 kg/ha de Temik).

As parcelas foram constituídas de cinco linhas de plantas cada uma, com 5 m de comprimento, onde as áreas total e útil foram, respectivamente, 20 e 7,2 m².

Os plantios foram realizados em maio e abril, e as colheitas, em outubro e julho em 1980 e 1981, respectivamente. Os tubérculos colhidos foram separados em comerciais (classes 1, 2 e 3) e refugo, e, posteriormente, pesados.

Os tratos culturais foram os normais da cultura, en-

quanto os fitossanitários constaram de aplicações de fungicidas e inseticidas. A cultura foi irrigada por aspersão, empregando-se uma lâmina d'água de 5 mm/dia, inicialmente em dias alternados e posteriormente duas vezes por semana.

Os dados de produção de cada repetição, por tratamento, foram utilizados como observações isoladas, e os seus desvios em torno da média representaram o risco de a produção de batata se situar em um dado intervalo e não assumir um valor fixo, a média. A margem bruta foi calculada contabilmente, considerando-se os preços de cada cultivar de batata consoante as suas classificações de mercado e dos fatores de produção então vigentes no Distrito Federal.

Utilizou-se a técnica de dominância estocástica, especificamente o método de Hanoch & Levy (1970), discutido em Porto et al. (1982).

Foram quinze as alternativas tecnológicas analisadas, resultantes das combinações de três cultivares com cinco doses do nutriente, a saber: Achat (A, B, C, D, E), Aracy (F, G, H, I, J) e Bintje (K, L, M, N, O) respectivamente com 0, 40, 80, 120 e 160 kg/ha de nitrogênio.

Os resultados deste estudo foram gerados pelo Programa de Análise Comparativa de Tecnologias Alternativas - PACTA -, que se baseia no critério de simetria de Hanoch & Levy (1970), citado por Cruz (1980).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média geral da produção comercial de batata nos dois ensaios diferiu consideravelmente, e as causas determinantes de tal diferença não foram detectadas (Tabela 1), embora as condições climáticas, solo, tratos culturais, pragas, procedência e estádios fisiológicos das batatas-sementes tenham sido semelhantes nos dois anos.

Nos dois ensaios, o efeito principal da cultivar Aracy excedeu as médias das cultivares Achat e Bintje em 10,13 t/ha (erro padrão \pm 1,07) em 1980, e em 12,6 t/ha (erro padrão \pm 0,75) em 1981. A diferença entre as médias da produção comercial destas duas últimas cultivares foi não-significativa e da ordem de -1,29 e 0,89 t/ha, nestes respectivos anos.

Em 1980, a resposta aos níveis de nitrogênio foi linear às três cultivares (Tabela 2). No ano seguinte, foi observada uma interação entre os fatores estudados. A decomposição do efeito de nitrogênio para cada cultivar mostrou uma resposta linear para a 'Achat' e a 'Bintje', enquanto que para a 'Aracy', o efeito quadrático também foi significativo (Tabela 3).

Uma possível explicação para as diferenças nas produções ocorridas nestes dois ensaios, poderia ser atribuída à incorporação, no ano de 1980, do restolho das plantas nativas ao solo, quando do preparo do terreno, aproximadamente 60 dias antes do plantio. Isto poderia ter elevado o teor de nitrogênio do solo, de modo que parte das necessidades da cultura em relação a este nutriente já estava suprida. Com os níveis aplicados ao solo, como tratamento, o teor disponível já atingira uma faixa em que a resposta deste fator apresentou uma tendência linear pequena e comum às três cultivares. A estimativa do parâmetro associado ao efeito linear foi de 33 kg/ha de batata por kg de nitrogênio aplicado. Para o cultivo seguinte, o solo foi mantido limpo, possibilitando que o nitrogênio mineralizado fosse lixiviado durante a estação chuvosa, permitindo, assim, que as diferenças nas respostas, aos níveis de nitrogênio aplicados, fossem detectadas.

TABELA 1. Médias das produções comerciais de três cultivares de batata, em função de cinco níveis de nitrogênio (N).

Cultivar	Nitrogênio kg/ha					Média
	0	40	80	120	160	
Produção comercial t/ha						
1980						
Achat	21,02	22,50	24,54	27,18	26,96	24,44
Aracy	30,73	33,48	35,68	36,39	34,35	34,13
Bintje	20,93	21,56	23,31	26,71	25,21	23,54
Média	24,23	25,85	27,84	30,09	28,84	27,37
1981						
Achat	8,78	11,14	12,36	17,53	18,58	13,68
Aracy	20,56	27,50	26,49	30,17	29,96	26,94
Bintje	12,60	14,37	14,86	17,39	15,66	14,98
Média	13,98	17,67	17,90	21,70	21,40	18,53
C.V.						
		1980	1981			
		14,22%	13,32%			

TABELA 2. Análise da variância da produção comercial para três cultivares de batata em cinco níveis de nitrogênio.

Fontes de variação	G. liberdade	S. quadrados	Q. médio	F
1980				
Bloco	3	105,01	35,00	2,31
Nitrogênio (N)				
. Linear	1	217,80	217,80	14,36**
. Quadrático	1	25,92	25,92	1,71
. Desvios	2	20,39	10,20	0,67
Cultivar (C)	2	1377,71	688,86	45,43**
Interação N x C	8	25,92	3,24	0,21
Erro	42	636,72	15,16	-
Total	59	2409,49	-	-
1981				
Bloco	3	105,80	50,27	8,25
Nitrogênio (N)	4	481,32	120,33	21,40**
Cultivar (C)	2	2136,23	1068,16	175,39**
Interação N x C	8	95,34	11,92	1,96*
Erro	42	255,99	6,09	-
Total	59	3119,69	-	-

* e ** significante ao nível de 10% e 1% respectivamente.

Macedo et al. (1981) relataram que as necessidades de nitrogênio em seis cultivares nacionais de batata estavam entre os limites de 102 e 166 kg/ha, concordantes, portanto, com os dados observados para a cultivar Aracy em 1981, que foi da ordem

de 140 kg/ha (Fig. 1). Por outro lado, Boock & Freire (1960), em ensaios com doses crescentes de nitrogênio em alguns solos do Estado de São Paulo, relataram que o rendimento máximo da cultivar Konsuragis foi atingido com 60 kg/ha, os

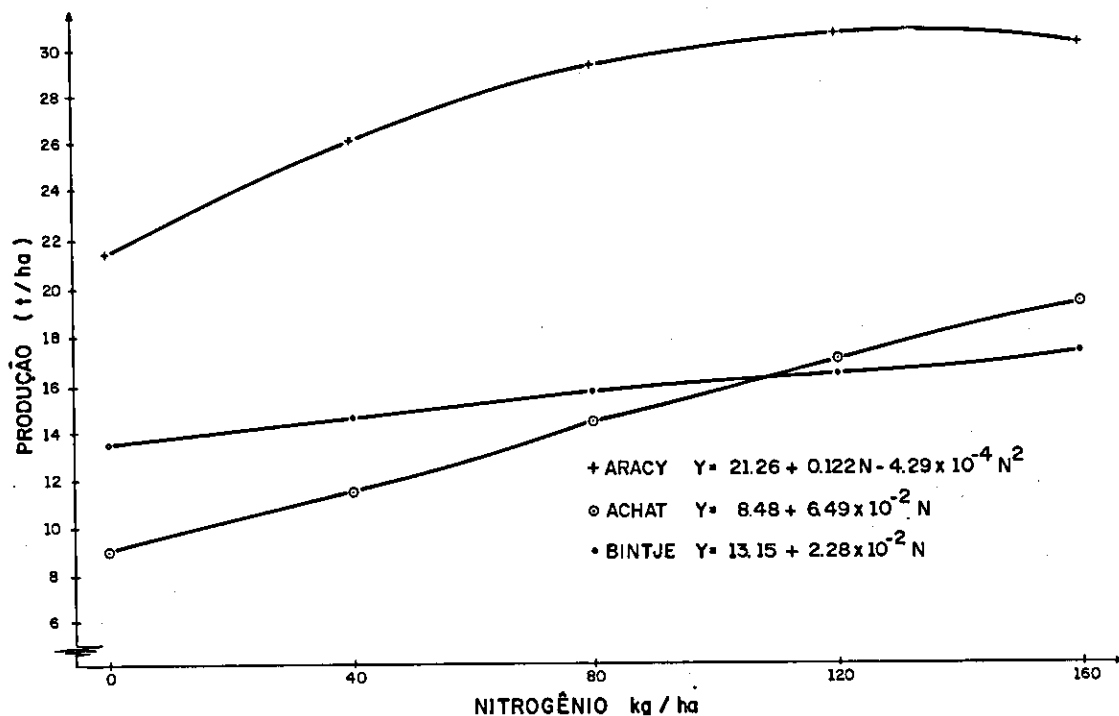


FIG. 1. Efeito de níveis crescentes de nitrogênio sobre a produção comercial de batata, cultivares Achat, Aracy e Bintje, em um Latossolo Vermelho-Escuro, Brasília, DF, 1961.

TABELA 3. Análise da variância com decomposição do efeito de níveis de nitrogênio em cada cultivar, em 1981.

Fontes de variação	G. liberdade	S. quadrados	Q. médio	F
N dentro da cultivar Achat				
. Linear	1	269,82	269,82	44,30**
. Quadrático	1	0,49	0,49	0,08
. Desvios	2	13,50	6,75	-
N dentro da cultivar Aracy				
. Linear	1	184,78	184,78	30,34**
. Quadrático	1	26,43	26,43	4,34*
. Desvios	2	30,31	15,16	-
N dentro da cultivar Bintje				
. Linear	1	33,36	33,36	5,48*
. Quadrático	1	7,04	7,04	1,15
. Desvios	2	8,88	4,44	-
Erro	42	255,99	6,09	-

* e ** significante ao nível de 5% e 1%, respectivamente.

quais são discordantes dos observados para as três cultivares ensaiadas.

Em geral, os resultados obtidos no presente tra-

balho foram parcialmente concordantes com aqueles relatados por Jackson & Haddock (1959), Carter & Bosma (1974), Safigna & Keeney (1977),

embora as condições edafoclimáticas e cultivares tenham sido diferentes.

Quando se procedeu à análise da produção comercial separada nas classes 1 e 2 e 3, observou-se que o aumento do nível de nitrogênio concorreu para uma elevação da produção da classe 1 nas cultivares Achat e Bintje. Por outro lado, o comportamento da cultivar Aracy foi diferente, pois a partir de 40 kg/ha de nitrogênio a produção da classe 1 decresceu. Estas observações harmonizam-se com as descritas por Roberts et al. (1982).

Os resultados da análise de rentabilidade e risco encontram-se nas Tabelas 4, 5 e 6.

Rentabilidade e risco, em 1980

As melhores alternativas tecnológicas, para a cultivar Achat, foram a D e a E, que são indiferentes entre si (não existe dominância entre as duas). As suas margens brutas (MBs) estão acima de Cr\$ 700.000,00 e os desvios padrões de Cr\$ 41.046,00 e Cr\$ 19.978,00, respectivamente. Por outro lado, a probabilidade de se obter MBs acima de Cr\$ 650.000,00 é de 95%.

Para a cultivar Aracy, a alternativa tecnológica I foi a mais eficiente. A margem bruta esperada foi

TABELA 4. Dominância das alternativas tecnológicas com margens brutas comparadas duas a duas (pairwise) segundo método de Hanoch & Levy, em 1980.

2ª AT	Alternativas tecnológicas (AT)														
1ª AT	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
A	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
B	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
C	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
D	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1
E	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1
F	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1
G	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1
H	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
I	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
J	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
N	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
O	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0

Fonte: Cruz 1980.

TABELA 5. Dominância das alternativas tecnológicas com as margens brutas comparadas duas a duas (pairwise) segundo método de Hanoch & Levy, em 1981.

2ª AT	Alternativas tecnológicas (AT)														
1ª AT	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
E	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
F	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	2	2
G	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1
H	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1
I	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
J	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
K	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
M	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
N	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1
O	1	1	1	0	0	2	0	0	0	0	1	1	1	0	0

Fonte: Cruz 1980.

de Cr\$ 873.618,00, associada a um desvio padrão de Cr\$ 57.363,00. Por outro lado, é de 95% a probabilidade de MBs acima de Cr\$ 770.000,00.

Na Bintje, a alternativa tecnológica dominante foi a N, com margem bruta esperada de Cr\$ 727.021,00 e desvio padrão de Cr\$ 40.466,00. E 95% é a probabilidade de se obter MBs acima de Cr\$ 450.000,00.

Rentabilidade e risco, em 1981

Para a cultivar Achat, a melhor dose de nitrogênio foi a caracterizada pela alternativa E, com margem bruta de Cr\$ 246.596,00 e desvio padrão de Cr\$ 51.869,00, e 95% é a probabilidade MBs acima de Cr\$ 155.000,00.

Relativamente à Aracy, a alternativa I foi a mais eficiente, com margem bruta de Cr\$ 407.897,00 e desvio padrão de Cr\$ 40.258,00. Utilizando-se 120 kg/ha de nitrogênio, a probabilidade de MBs acima de Cr\$ 335.000,00 é de 95%.

A cultivar Bintje teve como alternativa tecnológica dominante a N, cuja margem bruta e desvio padrão foram de Cr\$ 211.104,00 e Cr\$ 51.880,00, respectivamente. O uso de 120 kg/ha de nitrogênio permite MBs acima de Cr\$ 120.000,00 com 95% de probabilidade.

TABELA 6. Margem bruta e desvio padrão das alternativas tecnológicas (Cr\$ 1,00).

Alternativas tecnológicas	1980		1981	
	Margem bruta	Desvio padrão	Margem bruta	Desvio padrão
A	542.280	66.975	-61.804	51.863
B	543.081	34.662	12.394	51.847
C	567.508	153.350	49.330	51.864
D	712.561	41.046	215.651	51.879
E	700.926	19.978	246.596	51.869
F	685.587	19.304	149.424	38.474
G	781.779	55.218	345.870	40.266
H	838.234	25.714	317.392	40.271
I	873.618	57.363	407.897	40.258
J	826.462	79.249	400.472	40.256
K	503.480	30.355	59.231	51.388
L	493.090	102.072	118.126	51.865
M	587.583	80.843	131.105	51.868
N	727.021	40.466	211.104	51.880
O	648.200	52.071	151.399	51.870

Fonte: Cruz 1980.

CONCLUSÕES

1. O nitrogênio influenciou a produtividade de todas as cultivares de batata.
2. A cultivar Aracy mostrou-se menos exigente em nitrogênio do que as cultivares Achat e Bintje.
3. A produção de tubérculos classe 1 na cultivar Aracy tende a decrescer com a elevação da doseagem de nitrogênio aplicado.
4. A melhor dose de nitrogênio foi 120 kg/ha para as três cultivares nos dois anos analisados, do ponto de vista de rentabilidade e risco.
5. A cultivar Aracy apresentou maiores margens brutas ao nível de 95% de probabilidade, nos dois anos analisados.

REFERÊNCIAS

- BOOCK, O.J. & FREIRE, E.S. Adubação da batatinha; experiências com doses crescentes de nitrogênio. *Bragantia*, Campinas, 19:579-98, 1960.
- CARTER, J.N. & BOSMA, S.M. Effect of fertilizer and irrigation on nitrate-nitrogen and total nitrogen in potato tubers. *Agron. J.*, Madison, 66(2):263-6, 1974.
- CRUZ, E.R. da. PACTA: Programa de Avaliação Comparativa de Tecnologias Alternativas; Guia do usuário. Brasília, DF, EMBRAPA-DDM, 1980. 7p.
- DUBETZ, S. & BOLE, J.B. Effect of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers in yield components and specific gravity of potatoes. *Am. Pot. J.*, Maine, 52(12):399-405, 1975.
- JACKSON, D.R. & HADDOCK, J.L. Growth and nutrient uptake of Russet Burbank potatoes. *Am. Pot. J.*, Maine, 36(1):27-8, 1959.
- MACEDO, M.C.M.; HAAG, H.P. & GALLO, J.R. Absorção de nutrientes por cultivares nacionais de batatinha (*Solanum tuberosum* L.) In: HAAG, H.P. & MINAMI, K. Nutrição mineral em hortaliças. Campinas, Fundação Cargill, 1981. p.555-627.
- PORTO, V.H. da F.; CRUZ, E.R. da & INFELD, J.A. Metodologia para incorporação de risco em modelos de decisão usados na análise comparativa entre alternativas; o caso da cultura do arroz irrigado. *R. Econ. Rural*, Brasília, 20(2):193-211, 1982.
- ROBERTS, S.; WEAVER, W.H. & PHELPS, J.P. Effect of rate and time of fertilization on nitrogen and yield of Russet Burbank potatoes under center pivot irrigation. *Am. Pot. J.*, Maine, 59(2):77-86, 1982.
- SAFIGNA, P.G. & KEENEY, D.R. Nitrogen and chloride uptake by irrigated Russet Burbank potatoes. *Agron. J.*, Madison, 69(2):258-64, 1977.
- SAFIGNA, P.G.; KEENEY, D.R. & TANNER, C.B. Nitrogen, chloride, and water balance with irrigated Russet Burbank potatoes in a sandy soil. *Agron. J.*, Madison, 69(2):251-7, 1977.