



31

ACTAS DE HORTICULTURA

JUNTA DE
EXTREMADURA



31

**MAYO
2001**

JUNTA DE
EXTREMADURA

ACTAS DE HORTICULTURA

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CIENCIAS HORTÍCOLAS

IV CONGRESO IBÉRICO DE CIENCIAS HORTÍCOLAS

CÁCERES

7 - 11 DE MAYO, 2001

TOMO 4

CARTELES 2

EFEITO DO FRACCIÓNAMENTO DA FERTILIZAÇÃO AZOTADA NA CULTURA DA BATATA

Rodrigues, M. A.¹; Coutinho, J.²; Martins, F.²

¹Dpto Fitotecnia e Engenharia Rural. Escola Superior Agrária, 5301-854 Bragança, Portugal.
²Dpto Edafologia. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro – ap. 202. 5001-911 Vila Real, Portugal.

Resumo

Durante os anos de 1996 a 1998 estudou-se o efeito do fraccionamento da aplicação de azoto na cultura da batata (cv. Désirée). Os ensaios decorreram em Bragança num Cambissolo éutrico. Foram usadas 7 modalidades de fertilização com as seguintes doses de N (fundo + cobertura): 0+0; 200+0; 0+200; 100+100; 100+0; 0+100; e 50+50 kg N ha⁻¹ na forma de ureia. Todas as modalidades fertilizadas apresentaram produções unitárias significativamente superiores à modalidade testemunha. Nas modalidades mais produtivas ultrapassaram-se os 50 Mg ha⁻¹ de tubérculos de calibre comercial. O fraccionamento não influenciou de forma significativa a produção. O teor em N nos tubérculos variou entre 11,5 e 15,0 g kg⁻¹ e o N exportado variou entre 78 e 161 kg ha⁻¹. Contudo, ambos os parâmetros se mostraram mais sensíveis à dose de N que ao fraccionamento da aplicação. O azoto do fertilizante recuperado nos tubérculos situou-se em valor médio próximo dos 40 % e não foi significativamente afectado pela dose ou pelo fraccionamento da aplicação. Este resultado confirma a batateira como uma cultura de reduzida eficiência de utilização do nutriente. A qualidade, avaliada através de: (i) % de matéria seca nos tubérculos; (ii) proporção de tubérculos grandes (> 65 mm); (iii) teor de nitratos nos tubérculos; (iv) cor das batatas após fritura; e (v) incidência de defeitos externos, não foi influenciada de forma significativa pelo fraccionamento do N. O reduzido potencial de lixiviação durante a estação de crescimento e um ciclo cultural curto parecem justificar a ausência de vantagens do fraccionamento da fertilização azotada.

Palavras chave: *Solanum tuberosum*, fenologia, eficiência de uso do azoto, qualidade dos tubérculos

Abstract

Timing of application of fertilizer nitrogen on potato production was studied during the years of 1996-1998. The trials took place in an eutric cambisol in Bragança (NE Portugal). There were used several nitrogen doses according to the following treatments (preplant + sidedress): 0+0; 200+0; 0+200; 100+100; 100+0; 0+100; and 50+50 kg N ha⁻¹, as urea. All nitrogen treatments increased significantly tuber yield above the control. Marketable potatoes exceeded 50 Mg ha⁻¹ in the most productive plots for all the years. Timing of application of nitrogen did not influence potato production. Tuber nitrogen concentration ranged between 11,5 to 15,0 g kg⁻¹ and nitrogen uptake between 78 and 161 kg ha⁻¹. However, both the parameters showed more sensitivity to the dose than to the time of nitrogen application. The tubers recovery of fertilizer nitrogen was, in average value, near 40 % and was not significantly affected by the dose nor by the timing of the nitrogen application. This result confirms that the potato crop uses the fertilizer nitrogen with little efficiency.

Tuber quality appraised by: (i) tuber dry matter percentage; (ii) proportion of big tubers (> 65 mm); (iii) tuber nitrate-nitrogen percentage; (iv) colour of the potatoes after frying; and (v) external tuber quality, was not significantly influenced by the time of nitrogen application. Both the reduced leaching potential over the cultural cycle and a short growing season seem to justify the lack of advantages of the sidedressing.

Keywords: *Solanum tuberosum*; phenology; nitrogen use efficiency; tuber quality

1. Introdução

O fraccionamento da aplicação dos fertilizantes azotados procura atingir três objectivos principais: (i) promover a eficiência de uso do azoto, ajustando melhor a disponibilidade do nutriente no solo com as necessidades das culturas; (ii) eliminar efeitos indesejáveis no desenvolvimento inicial das plantas, devido ao aumento da concentração salina ou toxicidade de NH₃; e (iii) evitar atrasos no desenvolvimento inicial dos tubérculos e as suas consequências na produção final.

Grande parte da investigação sobre fraccionamento da fertilização azotada foi motivada por preocupações ambientais, na perspectiva de se melhorar a eficiência de uso do azoto pelas plantas em condicionalismos que favorecem a perda do nutriente, designadamente em solos arenosos. Nestas condições, a percentagem de azoto recuperado tende a aumentar com o fraccionamento (Roberts *et al.*, 1982; Westermann *et al.*, 1988; Vereijken & van Loon, 1991).

O fraccionamento pode também justificar-se para reduzir a quantidade de azoto aplicada próximo da plantação. Certos adubos azotados, como a ureia, podem levar à acumulação de NH₃ no solo com efeitos fitotóxicos sobre as plantas, sobretudo se aplicados no rego de plantação e em solos de reduzida capacidade de troca catiónica (Chu *et al.*, 1984; Giroux, 1984). Por outro lado, azoto em excesso promove o desenvolvimento vegetativo mas atrasa o desenvolvimento inicial dos tubérculos (Kleinkopf *et al.*, 1981; Roberts *et al.*, 1982). Este atraso pode ser ou não recuperado dependendo da forma como decorre a estação de crescimento. Em condições ambientais ou sanitárias de fim de ciclo desfavoráveis, que levem à interrupção precoce da migração de fotoassimilados para os tubérculos, aquele atraso não será recuperado (MacKerron *et al.*, 1993).

A aplicação de parte do azoto em cobertura não é necessariamente vantajosa. Os efeitos do fraccionamento na produção de tubérculos têm sido reduzidos ou nulos (MacLean, 1984; Westermann *et al.*, 1988). Por outro lado, alguns estudos demonstram efeitos negativos do fraccionamento do azoto na qualidade dos tubérculos, designadamente por promover o crescimento secundário (Roberts *et al.*, 1982) e reduzir a percentagem de matéria seca dos tubérculos (Westermann *et al.*, 1988; Ojala *et al.*, 1990).

É objectivo deste trabalho ensaiar a aplicação fraccionada de azoto na cultura da batata e avaliar o seu efeito na produção e qualidade dos tubérculos e na eficiência de uso do azoto.

2. Material e métodos

Os ensaios de campo decorreram em Bragança, na Q^a de Sta Apolónia, nos anos de 1996 a 1998. Os solos das folhas de cultura incluem-se nos Cambissolos éutricos, de acordo com a classificação da FAO. As folhas apresentam um declive inferior a 2 % e os solos são de textura franca, reacção próxima da neutralidade e teor em matéria orgânica baixo (1 a 2 %). O clima da região é do tipo Mediterrânico com alguma influência do regime Atlântico

(Gonçalves, 1985). A estação de crescimento é curta e a temperatura do ar nos meses mais quentes elevada.

Ensaaiaram-se sete modalidades de fertilização azotada (fundo + cobertura): 0+0; 100+0; 0+100; 50+50; 200+0; 0+200; e 100+100 kg N ha⁻¹. De cada modalidade de fertilização foram efectuadas três repetições. A forma de azoto utilizada foi a ureia. Toda a fertilização de fundo foi efectuada aquando dos trabalhos de preparação do solo. As aplicações de cobertura ocorreram em 36, 16 e 19 dias após emergência em 1996, 1997 e 1998, respectivamente, sendo as adubações imediatamente seguidas de uma rega.

Foi utilizada batata/semente da cultivar Désirée de origem Nacional (Açores) de calibre 28-45 mm em 1996 e 45-60 mm nos anos seguintes. Os tubérculos foram sujeitos a um pré-abrolhamento de 4 a 6 semanas. Na data de plantação apresentavam-se bem abrolhados e com reduzida dominância apical. As plantações ocorreram a 28, 28 e 21 de Maio de 1996, 1997 e 1998, respectivamente. Utilizou-se um plantador de tubérculos de alimentação manual e distribuição automática de duas linhas. Foram plantados 44 000 tubérculos por hectare, num compasso 0,65 x 0,35 m e à profundidade de 8 a 10 cm. As restantes intervenções fitotécnicas decorreram de acordo com a melhor prática preconizada para a cultura.

Durante a estação de crescimento foi avaliada a taxa de cobertura pelo método da grelha. Consiste na utilização de uma grelha metálica, cujos limites exteriores têm a dimensão do compasso de plantação, sendo internamente dividida em 10 rectângulos iguais. Com a grelha na horizontal e com os vértices colocadas sobre 4 batateiras definidoras do compasso observa-se qual a proporção de rectângulos (décimos) preenchidos com a folhagem.

A colheita ocorreu na última semana de Setembro. As amostras foram compostas por dezoito batateiras (6 em 1996). Em campo, os tubérculos foram, calibrados em malha quadrada (< 35 mm; 35-65 mm; e > 65 mm). Determinou-se o peso fresco por calibre e avaliou-se a proporção de tubérculos abrolhados, recrescidos e esverdeados.

Em laboratório determinou-se o teor de matéria seca nos tubérculos com base numa amostra de 600 a 800 g, secas em estufa com ventilação forçada regulada para 65 °C. A percentagem de azoto nos tubérculos foi determinada pelo método Kjeldhal. Consistiu na digestão de amostras de 1,000 g de matéria seca em bloco de alumínio a 400 °C na presença de um catalisador à base de selénio e de ácido sulfúrico concentrado, seguida de destilação e titulação com ácido clorídrico. O teor de nitratos nos tubérculos foi determinado num extrac-to preparado com 1,000 g de matéria seca e 50 ml de água. Após agitação de uma hora, a suspensão foi filtrada em papel Watman 40. O N-NO₃⁻ foi analisado pelo método da sulfanalamida após redução dos nitratos a nitritos em coluna de cádmio, com leitura por espectrofotometria da zona do visível num analisador de fluxo segmentado (Houba *et al.*, 1989). Em 1997 e 1998 determinou-se a cor das batatas após fritura. Cortou-se uma rodela de 2 mm no sentido longitudinal em cada um de 4 tubérculos que compunham uma amostra. Na fritura utilizou-se óleo de girassol aquecido a 180 °C. O resultado foi comparado com uma escala de cores, proposta pela *European Association for Potato Research*, em que se atribuiu o valor 9 a batatas muito claras e 1 a batatas completamente escuras.

A eficiência de uso do azoto (EUN) foi calculada com base na expressão

$$EUN = \frac{Nx - N0}{Fx} \times 100$$

em que *Nx* e *N0* representam o N total nos tubérculos nas modalidades fertilizadas e testemunha, respectivamente, e *Fx* a quantidade de azoto aplicado como fertilizante.

3. Resultados e discussão

A disponibilidade de azoto no solo afectou de forma significativa o desenvolvimento fenológico das plantas (figura 1). As modalidades sem fertilização azotada de fundo (0+0, 0+100 e 0+200) apresentaram menor desenvolvimento vegetativo em 14 DAE. Em 27 DAE, 11 dias após a adubação de cobertura, as modalidades 0+100 e 0+200 tinham recuperado parte do atraso no desenvolvimento vegetativo relativamente às modalidades fertilizadas em fundo. Em 42 DAE, as modalidades que só foram fertilizadas em cobertura cobriam totalmente o solo igualando as modalidades fertilizadas em fundo. A modalidade testemunha apresentou um desenvolvimento muito modesto. No máximo desenvolvimento das plantas a taxa de cobertura foi inferior a 4 décimos. O resultado mostrou que o desenvolvimento fenológico das plantas apresenta elevada plasticidade em resposta à data de aplicação do azoto, tal como observaram Roberts *et al.* (1982).

A produção de tubérculos foi significativamente superior nas modalidades fertilizadas relativamente à testemunha (figura 2). As modalidades fertilizadas com 200 kg N ha⁻¹ originaram produções médias mais elevadas, relativamente à aplicação de 100 kg N ha⁻¹, embora as diferenças não apresentem significado estatístico. A modalidade 100+100, na qual a quantidade total de azoto terá sido suficiente para a máxima expressão produtiva e em que não terá havido deficiência ou excesso de azoto nas fases iniciais, originou as maiores produções médias, embora sem significado estatístico relativamente às restantes modalidades fertilizadas. A técnica de fraccionamento não influenciou de forma significativa a produção de tubérculos, parecendo ser indiferente, nestas condições, o momento em que o fertilizante é aplicado.

A quantidade de azoto disponível para as plantas foi decisiva na concentração do nutriente nos tubérculos (quadro 1). Os valores mais elevados foram obtidos nas modalidades em que se aplicaram 200 kg N ha⁻¹. A época de aplicação não exerceu qualquer efeito significativo no teor de azoto nos tubérculos.

O azoto exportado está directamente dependente do teor de N nos tubérculos e da produção. Os resultados obtidos mostraram, uma vez mais, que a dose de azoto utilizada foi mais decisiva que a época de aplicação no azoto exportado (quadro 1).

A técnica de fraccionamento não influenciou de forma evidente e eficiência de uso do azoto (quadro 1). Se para as modalidades em que se utilizaram 100 kg N ha⁻¹ a aplicação em cobertura originou maior percentagem de azoto recuperado, já para as modalidades em que se aplicaram 200 kg N ha⁻¹ parece ter acontecido o contrário. A ausência de diferenças significativas pelo fraccionamento pode justificar-se por uma estação de crescimento de curta duração e pelo reduzido potencial de lixiviação associado à estação quente.

Na generalidade, foi recuperado, nos tubérculos, menos de metade do azoto aplicado como fertilizante, mesmo nas modalidades em que se utilizaram apenas 100 kg N ha⁻¹. O resultado é idêntico ao obtido por Roberts *et al.* (1982) e Tyler *et al.* (1983) e confirma que esta cultura utiliza de forma pouco eficiente o azoto aplicado como fertilizante.

A proporção de tubérculos grandes e os teores de matéria seca e de nitratos nos tubérculos não variaram de forma significativa nem com a dose de azoto nem com a técnica de fraccionamento (quadro 2). Contudo, o efeito da dose foi mais determinante. Os valores médios relativos à % de tubérculos grandes e ao teor de nitratos nos tubérculos, foram bastante inferiores na modalidade testemunha. A ausência de diferenças significativas deve-se, em parte, à elevada variabilidade experimental. O resultado está de acordo com o que tem sido registado por outros investigadores, quer relativamente à proporção de tubérculos gran-

des (Sanderson & White, 1987; Castro, 1988; Almeida, 1995) quer à concentração de nitratos nos tubérculos (Carter & Bosma, 1974; Nitsch & Varis, 1991; Mühling *et al.*, 1994). A percentagem de matéria seca nos tubérculos mostrou ser pouco sensível à fertilização azotada, tal como tem sido, também, verificado noutros estudos (Porter & Sisson, 1993; Castro, 1994; Joern & Vitosh, 1995).

A cor das batatas fritas variou entre os valores 5 e 6 da escala utilizada. Não foi encontrada qualquer relação entre a cor das batatas fritas e as diferentes modalidades de fertilização.

A proporção de tubérculos recrescidos, esverdeados ou abrolhados foi insignificante. Por outro lado, também não foi possível estabelecer qualquer relação entre estes defeitos externos e as modalidades de fertilização.

4. Conclusões

O desenvolvimento fenológico das plantas foi muito sensível à dose de azoto utilizada e ao momento da aplicação. Contudo, os atrasos observados no desenvolvimento fenológico nas modalidades fertilizadas apenas em cobertura não penalizaram a produção de tubérculos. Nesta perspectiva, a quantidade de radiação interceptada não parece ser, nestas condições e para este nível de produtividade, o principal factor a limitar a produção. Eventualmente, a temperatura excessiva nos meses de Verão será mais determinante.

A aplicação da totalidade do azoto em fundo parece ser a técnica a aconselhar nestas condições de solo e clima, por ser mais fácil de implementar, uma vez que não resultaram vantagens do fraccionamento na produção de tubérculos nem foi melhorada a eficiência de uso do azoto.

Atendendo à reduzida percentagem de azoto do fertilizante recuperada em qualquer das modalidades fertilizadas, parece ser de aconselhar, como *boa prática agrícola*, a inserção da cultura em sistemas que contemplem a introdução de culturas intercalares no período Outono/Inverno para recuperação do azoto residual.

Referências bibliográficas

- Almeida D.P.F., 1995. Análise de crescimento na cultura de batata para indústria. Efeito das cultivares e da adubação azotada. Dissertação do Curso de Mestrado em Horticultura, Fruticultura e Viticultura, UTAD, Vila Real, 167 p.
- Carter J.N. and Bosma S.M., 1974. Effect of fertilizer and irrigation on nitrate-nitrogen and total nitrogen in potato tubers. *Agron. J.* 66: 263-266.
- Castro C., 1988. Efeito da adubação azotada e potássica sobre a produtividade e qualidade de duas cultivares de batata. *Anais da UTAD 1*: 117 - 123.
- Castro C., 1994. Produtividade e qualidade de duas culturas de batata: resposta à adubação azotada. *Rev. Ciências Agrárias XVII (4)*: 15 - 25.
- Chu C., Plate H. and Matthews D.L., 1984. Fertilizer injury to potatoes as affected by fertilizer source, rate and placement. *Am. Potato J.* 61: 591-597.
- Giroux M., 1984. Comparison of urea and ammonium nitrate as N-fertilizer sources for potato. *Am. Potato J.* 61: 522-523.
- Gonçalves D.A., 1985. Contribuição para o estudo do clima da bacia superior do rio Sabor. Tese de Doutoramento. IUTAD, Vila Real.

Houba V.J., van der Lee J.J., Novozamsky I. and Walinga I., 1989. Soil and Plant Analysis. Part 5 - Soil Analysis Procedures. Wageningen.

Joern B.C. and Vitosh M.L., 1995. Influence of applied nitrogen on potato. Part I: yield, quality, and nitrogen uptake. *Am. Potato J.* 72: 51-63.

Kleinkopf G.E., Westermann D.T. and Dwelle R.B., 1981. Dry matter production and nitrogen utilization by six potato cultivars. *Agron. J.* 73: 799-802.

MacKerron D.K.L., Young M.W. and Davies H.V., 1993. A method to optimize N-application in relation to soil supply of N, and yield of potato. *Plant Soil* 154: 139 - 144.

MacLean A.A., 1984. Time of application of fertilizer nitrogen for potatoes in Atlantic Canada. *Am. Potato J.* 61: 23-29.

Mühling K.H., Kutzmutz E. and Sattelmacher B., 1994. Influence of nitrogen nutrition on nitrate concentration in potato tubers. p. 504-505. *In: M. Borin and M. Sattin (eds). Third Congress of the European Society for Agronomy. ESA, Abano-Padova, Italy.*

Nitsch A. and Varis E., 1991. Nitrate estimates using the Nitrachek Test for precise N-fertilization during plant growth and after harvest, for quality testing potato tubers. *Potato Res.* 34: 95-105.

Ojala J.C., Stark J.C. and Kleinkopf G.E., 1990. Influence of irrigation and nitrogen management on potato yield and quality. *Am. Potato J.* 67: 29-43.

Porter G.A. and Sisson J.A., 1993. Yield, market quality and petiole nitrate concentrations of non-irrigated Russet Burbank and Shepody potatoes in response to sidedressed nitrogen. *Am. Potato J.* 70: 101-116.

Roberts S., Weaver W.H. and Phelps J.P., 1982. Effect of rate and time of fertilizer on nitrogen and yield of Russet Burbank potatoes under center pivot irrigation. *Am. potato J.* 59: 77-86.

Sanderson J.B. and White R.P., 1987. Comparison of urea and ammonium nitrate as nitrogen sources for potatoes. *Am. Potato J.* 64: 165-176.

Tyler K.B., Broadbent F.E. and Bishop J. C., 1983. Efficiency of nitrogen uptake by potatoes. *Am. Potato J.* 60: 261 - 269.

Vereijken P. and van Loon C.D., 1991. A strategy for integrated low-input potato production. *Potato Res.* 34: 57-66.

Westermann D.T., Kleinkopf G.E. and Porter L.K., 1988. Nitrogen fertilizer efficiencies on potatoes. *Am. Potato J.* 65: 377 - 386.

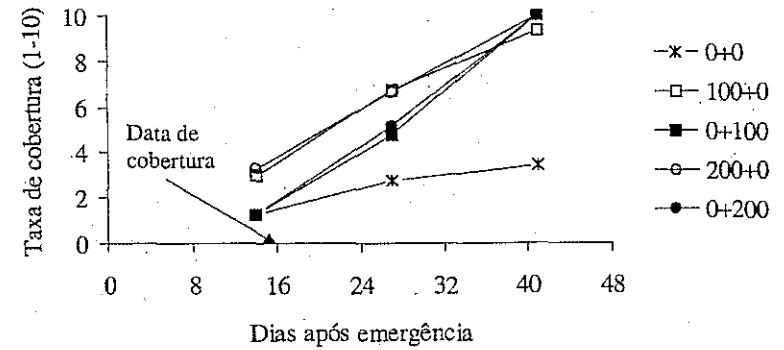


Figura 1. Efeito da adubação azotada no desenvolvimento fenológico das plantas (ano de 1997).

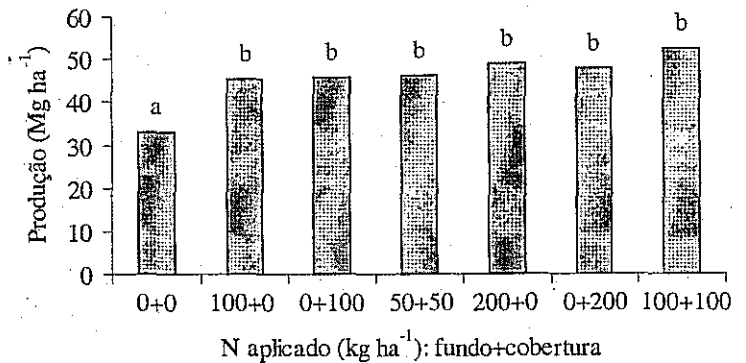


Figura 2. Efeito da adubação azotada na produção média de tubérculos.

Quadro 1. Efeito da dose e fraccionamento do azoto na sua utilização pela cultura da batata.

N aplicado: fundo+coberura (kg ha ⁻¹)	N total nos tubérculos (g kg ⁻¹)	N exportado (kg ha ⁻¹)	Eficiência de uso do N (%)
0+0	11,5 b*	77,8 c	---
100+0	13,2 ab	109,4 bc	31,6
0+100	13,2 ab	124,0 ab	46,2
50+50	13,1 ab	131,4 ab	53,6
200+0	15,0 a	160,4 a	41,3
0+200	14,5 a	151,4 a	36,8
100+100	14,5 a	161,0 a	41,6

* - Nas colunas, valores com a mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste Fisher's LSD ($\alpha < 0,05$)

Quadro 2. Efeito da adubação azotada na percentagem de tubérculos grandes, matéria seca e nitratos nos tubérculos.

N aplicado: fundo+coberura (kg ha ⁻¹)	Tubérculos grandes (> 65 mm) (%)	Matéria seca nos tubérculos (%)	Nitratos nos tubérculos (mg N kg ⁻¹)
0+0	10,1	21,0	20,5
100+0	19,9	19,5	40,0
0+100	19,7	20,8	69,0
50+50	19,4	21,7	58,0
200+0	18,4	21,8	50,4
0+200	16,4	22,0	50,0
100+100	17,8	21,2	60,9
	ns*	ns	ns

*ns -- diferenças não significativas