

# REVISTA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

VOLUME XXIV

NÚMERO 3 E 4

JUL./DEZ. 2001

SOCIEDADE PORTUGUESA DA CIÊNCIA DO SOLO  
UNIVERSIDADE DE ÉVORA  
INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA

## ENCONTRO ANUAL DA SPCS «USO DO SOLO E DA ÁGUA»

Universidade de Évora  
15, 16 e 17 de Junho de 2000

### EDIÇÃO ESPECIAL

SOCIEDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE PORTUGAL

Fundada em 1903

Lisboa — Portugal

# REVISTA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

(Fundada em Janeiro de 1903 sob o nome de "Revista Agronómica")

## Conselho Científico

Ferrão, J.E.M. (Coordenador)

Almeida Alves, J.; Almeida Monteiro, A.J.; Amaro, P.; Avilez, F.; Barradas, M.A. Carvalho Guerra; Curvelo Garcia, A.S.; Ferreira, A.G.; Fitas da Cruz, V.M.; Leitão, A.B.; Marques, M.R.; Mexia, J.T.; Moreira, N.T.; Monjardino, R.M.; Oliveira, S.; Ortiz-Canavate, J.; Pereira, L.S.; Pinto, P.A.; Portugal, A.V.; Quelhas dos Santos, J.; Radich, M.C.; Reffega, A.G.; Ricardo, C.P.; Santos, P.O.P.; Santos Júnior, A.G.; Semedo, C.B.; Sequeira, E.; Sequeira, O.; Silva, A.D.; Soveral Dias, J.C.; Teles, G.R.; Viegas, W.S.

## Conselho de Redacção

Castro, A.P., Marques, M.M., Coelho, J.M., Neto, M.C.

---

Depósito Legal n.º 125074/98

ISSN: 0871-018X

Registo no Ministério da Justiça — Secretaria Geral

Publicação Periódica

Reprodução autorizada com referência à origem

Composto e impresso por Grafilinha, Lda.

Horário de Funcionamento da Secretaria

2.ª a 6.ª Feiras — 14 às 17,30

PEDE PERMUTA

DÉSIRE L'ÉCHANGE

EXCHANGE DESIRED

Preço deste número — € 20,00

Números anteriores: Preço de capa actualizado

Aos sócios da SCAP a Revista é distribuída gratuitamente

Propriedade da  
SOCIEDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE PORTUGAL

Rua da Junqueira, n.º 299 — Telef.: 21 363 37 19

1300-338 LISBOA — PORTUGAL

<http://agricultura.isa.utl.pt/scap>

# FERTILIZAÇÃO AZOTADA DA BATATEIRA: PRODUTIVIDADE E ASPECTOS QUALITATIVOS DA CULTIVAR DÉsirÉE

## NITROGEN FERTILIZATION OF THE POTATO CROP: YIELD AND TUBER QUALITY OF THE CULTIVAR DÉsirÉE

POR

M. A. RODRIGUES<sup>1</sup>, J. COUTINHO<sup>2</sup>, F. MARTINS<sup>2</sup> & J. C. SOUTINHO<sup>1</sup>

---

### RESUMO

Foram ensaiadas várias doses de azoto em fundo e em cobertura na cultura da batata, cv. Désirée. Os ensaios decorreram em Bragança, no período 1996-1999, durante os meses de Verão, em cultura de regadio. Avaliou-se o efeito do azoto na produção e em diversos aspectos da qualidade dos tubérculos. A produção de tubérculos evoluiu de acordo com uma função exponencial assintótica, formando-se um extenso patamar em que a produção não decresceu, mesmo para doses excessivas de azoto. A produção comercial ultrapassou 50 Mg ha<sup>-1</sup> em qualquer dos anos de ensaio. A proporção de tubérculos grandes (calibre > 65 mm) atingiu os valores máximos com doses moderadas de azoto. O teor em nitratos nos tubérculos aumentou com o azoto aplicado, embora os valores atingidos (120 mg kg<sup>-1</sup> matéria seca) não apresentem qualquer risco para o consumidor. O efeito do azoto na redução da ma-

téria seca dos tubérculos não foi consistente. Os valores variaram entre 18,5 e 24,0 %, embora a maior parte das observações se tenham situado entre 20 e 21 %. Também não foi possível relacionar a fertilização azotada com a cor das batatas fritas às rodelas nem com o abrolhamento, recrescimento e esverdeamento dos tubérculos.

### ABSTRACT

Several levels of nitrogen were applied on the potato crop, cv. Désirée, in preplant and sidedressing. The field trials were made in Bragança (NE Portugal) over four years, 1996-1999, during the summer season with irrigation. Nitrogen effect on both yield and tuber quality was studied. The relationship between nitrogen applied and tuber yield could be described by an exponential asymptotic curve with the formation of an extended plateau without decrease in tuber yield

---

<sup>1</sup> Escola Superior Agrária, Campus de S.<sup>ta</sup> Apolónia, ap. 172, 5300-855 Bragança — Tel.: 273303260; Fax: 273325405; e-mail: angelor@ipb.pt

<sup>2</sup> Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, ap. 202, 5001-911 Vila Real

even with excessive nitrogen doses. Marketable potatoes yielded up to about 50 Mg ha<sup>-1</sup> for all the four years. The proportion of big tubers (> 65 mm) was highest following application of moderate nitrogen doses. Nitrate-nitrogen content of potatoes increased with nitrogen rate, but the reached values (120 mg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> kg<sup>-1</sup> dry matter) do not present risks to the human health. Tuber dry matter does not decrease consistently with the use of the highest nitrogen doses. The values ranged between 18,5 to 24 %, but the majority of observations were found between 20 and 21 %. As well there was not established any relationship between nitrogen fertilization and the colour of potatoes after frying nor with secondary growth, sprouting and greenness of the tubers.

## INTRODUÇÃO

A resposta da cultura da batata à fertilização azotada depende da disponibilidade natural de azoto no solo. Neeteson & Wadman (1987), utilizando resultados de 99 experiências de fertilização na Holanda, concluíram que a dose óptima de azoto podia ser encontrada entre 0 e 400 kg ha<sup>-1</sup>. Os autores verificaram também que os resultados das experiências se caracterizavam por uma elevada variabilidade experimental.

O azoto promove o desenvolvimento vegetativo. Contudo, atrasa o desenvolvimento inicial dos tubérculos (Kleinkopf *et al.*, 1981). Assim, a quantidade de azoto que maximiza a produção depende da forma como a redistribuição da matéria seca nas fases finais pode compensar o atraso no desenvolvimento inicial dos tubérculos (MacKerron *et al.*, 1993). Quando não existem factores limitantes de fim de ciclo, a resposta ao azoto tende a ser exponencial assimpótica, formando-se um extenso patamar no

qual a produção não aumenta nem decresce, mesmo para doses particularmente elevadas do nutriente. Contudo, nas variedades de crescimento indeterminado (ciclo longo), que têm maior tendência para inicialmente investir em folhas, é de esperar uma resposta ao azoto particularmente variável, dependendo das condições ambientais e sanitárias de fim de ciclo e da data de colheita (Harris, 1992). Este aspecto torna muito difícil definir a dose técnica óptima (Harris, 1992).

Em condições mediterrânicas a produtividade é comprometida pelas temperaturas excessivas dos meses de Verão. Hammes & De Jager (1990) verificaram que a fotossíntese líquida começa a diminuir acima de 20 °C, atingindo-se um decréscimo de 37 % com temperaturas de 40 °C. Benoit *et al.* (1983) tinham também demonstrado que as temperaturas elevadas, até 30 °C, favorecem o desenvolvimento da parte aérea, enquanto para o engrossamento dos tubérculos devem ser inferiores a 25 °C. Nas condições de Vila Real, Martins (1990) considera que o ciclo fica particularmente curto e que a área foliar desenvolvida e a sua duração são insuficientes para assegurar uma produção elevada. Por outro lado, a cultura fica particularmente vulnerável, na medida em que qualquer falha na sua condução não pode ser recuperada.

A cultivar Désirée é considerada de boa qualidade culinária (cozedura) e de média e fraca aptidão para fritar em palitos e em rodelas, respectivamente. A principal limitação à transformação industrial é o seu reduzido teor em matéria seca (Gomes, 1998). O teor em matéria seca está relacionado com o rendimento em batata frita e com a absorção de óleo (Almeida, 1995). O efeito do azoto na percentagem de matéria seca dos tubérculos é controverso. Jenkins & Nelson (1992) referem vários estudos que mostram uma redução na percentagem de matéria seca com o

aumento da dose de azoto, enquanto outros não revelaram efeitos significativos ou mostraram mesmo acréscimos de matéria seca.

O objectivo deste trabalho é avaliar a produtividade e alguns aspectos qualitativos da cultivar Désirée, quando sujeita a várias modalidades de fertilização azotada, num sistema cultural em que a plantação é atrasada para fins de Maio/princípios de Junho, devido à introdução na rotação de uma cultura intercalar para silagem. Nestas condições, a cultura desenvolve-se no período mais quente do ano e a estação de crescimento é encurtada a ponto de se poder comprometer a resposta ao azoto nas modalidades mais fertilizadas.

1997, 1998 e 1999, respectivamente. Os teores de matéria orgânica das folhas de cultura, estimados a partir da determinação do carbono facilmente oxidável (método Walkley-Black), foram de 1,0, 0,9, 1,7 e 2,3 % de acordo com a sequência cronológica dos ensaios. No início da estação de crescimento, os níveis de azoto mineral ( $\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$ ) no solo, na profundidade 0-60 cm, foram baixos e idênticos nos quatro anos de ensaio, devido à presença de uma cultura intercalar de Inverno, apresentando um valor médio de  $2,6 \text{ mg N kg}^{-1}$ .

O clima da região é do tipo mediterrânico com alguma influência do regime atlântico

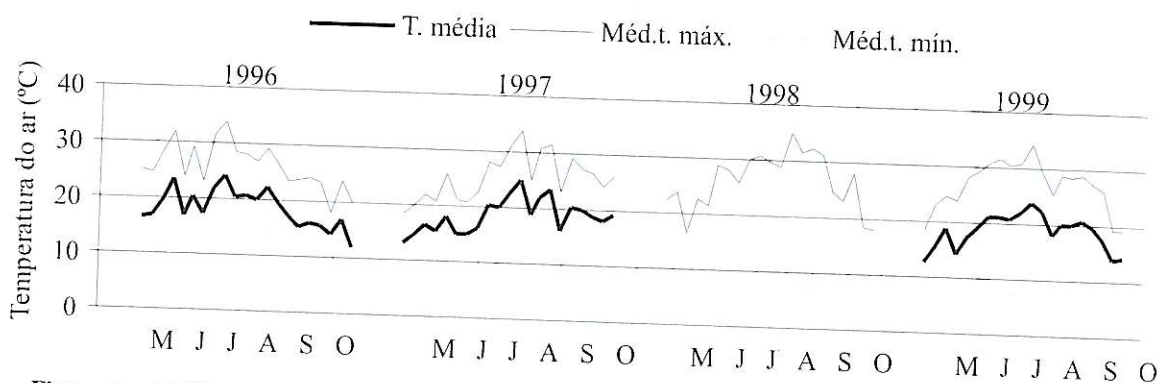


Figura 1 – Média semanal da temperatura do ar no período Maio/Outubro dos quatro anos de ensaio.

## MATERIAL E MÉTODOS

Durante quatro anos consecutivos (1996-1999) decorreram na Q.<sup>ta</sup> de S.<sup>ta</sup> Apolónia, em Bragança, ensaios de fertilização azotada com a cultura da batata. Os solos das folhas de cultura incluem-se nos Cambissolos êutricos, de acordo com a classificação da FAO (FAO/UNESCO, 1974). As folhas apresentam um declive máximo de 2 %, escoamento superficial lento e drenagem interna deficiente. São solos de textura franca e grau de saturação em bases elevado. O pH ( $\text{H}_2\text{O}$ ) tomou os valores de 6,2, 6,0, 6,5 e 6,7 nas folhas correspondentes aos ensaios de 1996,

(Gonçalves, 1985). Os dados da temperatura do ar relativos às quatro estações de crescimento encontram-se na figura 1.

### *Delineamento experimental*

Os ensaios foram organizados na forma de parcelas divididas (*split-plot*). A área total da folha de cultura foi dividida em três blocos (3 repetições), respeitando o declive das parcelas. Foram incluídas cinco modalidades de fertilização de fundo (0, 50, 100, 200 e  $300 \text{ kg N ha}^{-1}$ ), como parcelas principais (*main plots*), e cinco modalidades de

cobertura (0, 25, 50, 100 e 200 kg N ha<sup>-1</sup>), como microparcelsas (*sub-plots*). Cada microparcelsa media 12,25 m<sup>2</sup> e garantia amostras de 18 batateiras, excluídas as bordaduras. Na cobertura de 1999 aplicou-se apenas uma dose única de 200 kg N ha<sup>-1</sup>. O azoto foi utilizado na forma de ureia, para evitar a introdução de variabilidade experimental associada à aplicação de quantidades variáveis de elementos nutrientes que não o azoto.

#### *Detalhes culturais*

Em 1996-1998 a cultura esteve inserida na rotação trienal ferrejo/milho — ferrejo/batata — ferrejo/sorgo. Em 1999 a cultura do ano anterior foi um prado de 2 anos, também com a inclusão de um ferrejo como cultura outono/inverno. Como ferrejo semeou-se triticale, que não foi fertilizado para reduzir a disponibilidade natural de azoto no solo.

Foi utilizada batata/sememente da cv. 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, em condições de luz difusa e à temperatura ambiente. Desta forma, obtiveram-se tubérculos bem abrolhados e de reduzida dominância apical. A plantação ocorreu em 28, 28 e 21 de Maio e 2 de Junho em 1996, 1997, 1998 e 1999, respectivamente. Utilizou-se um plantador de alimentação manual e distribuição automática por pratos de duas linhas. Na adubação fosfatada e potássica procedeu-se de acordo com a recomendação de fertilização, emitida pelo laboratório de solos da Escola Superior Agrária de Bragança, admitindo como produção esperada 60 Mg de tubérculos por hectare. Os tratamentos fitossanitários, a rega e as restantes intervenções fitotécnicas decorreram de acordo com a melhor prática preconizada para a cultura.

#### *Determinações de campo e laboratoriais*

Durante a estação de crescimento foi avaliada a evolução da rama, utilizando a escala de Reust & Escher (1979): 9 — caules e folhas verdes; 7 — caules verdes mas as folhas começam a amarelecer; 5 — caules ainda verdes mas metade das folhas estão mortas; 3 — caules já começam a amarelecer e todas as folhas estão mortas; e 1 — caules e folhas completamente mortas. Os valores 8, 6, 4 e 2 descrevem situações intermédias das anteriores.

Na colheita, cada amostra foi composta por 18 batateiras (6 em 1996). No 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 a % de matéria seca nos tubérculos com base numa amostra de 600 a 800 g em estufa de ventilação forçada regulada para 65 °C. A percentagem de azoto total nos tubérculos foi determinada pelo método Kjeldahl. 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 extracto 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-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> foi analisado pelo método da sulfanilamida 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*.

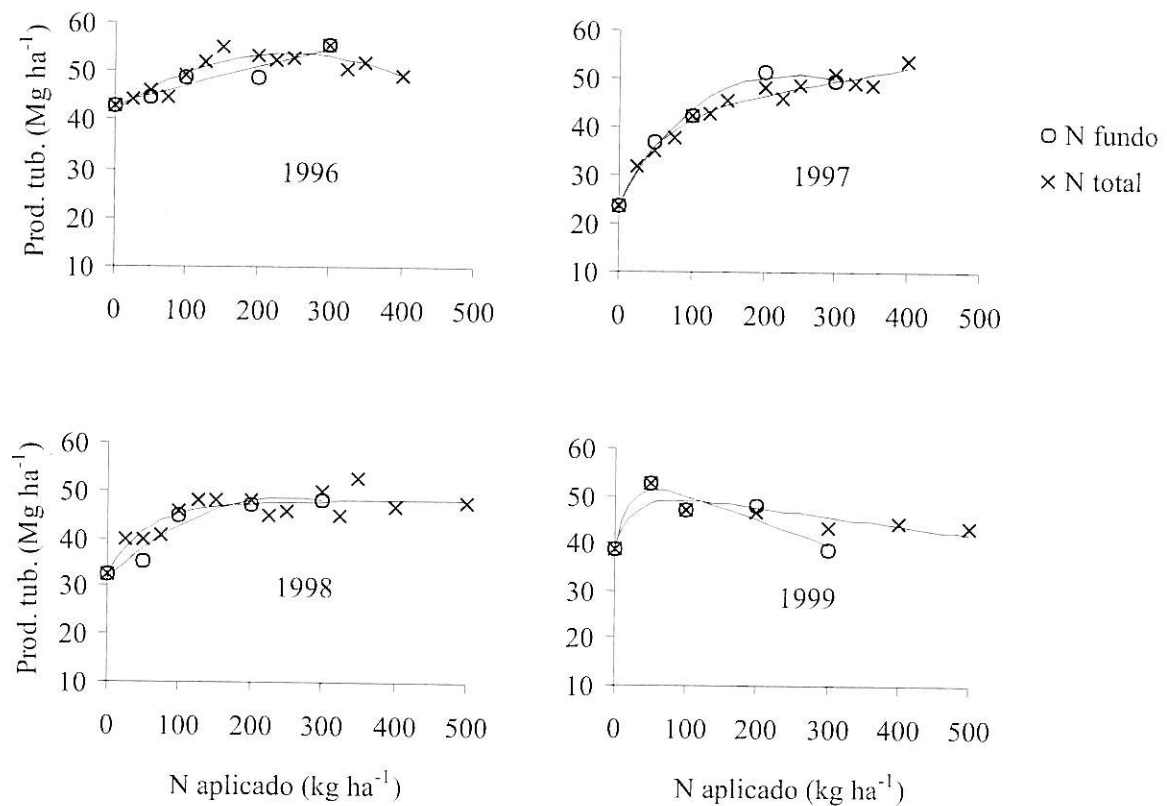
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Efeito da adubação azotada na produção de tubérculos*

A produção de tubérculos em resposta ao azoto aplicado apresentou um extenso patamar no qual a produção não decresceu para as doses utilizadas (figura 2, 1996-1998). Os resultados foram ajustados ao modelo exponencial assintótico modificado pela introdução de um termo linear, proposto por Ne-

eteson & Wadman (1987). Esta função apresenta-se na forma  $y = b_0 + b_1N + b_2e^{aN}$  e adquire flexibilidade para apresentar ponto de viragem ou traduzir o extenso patamar que por vezes caracteriza a resposta da cultura ao azoto aplicado.

Os resultados reflectem as boas condições ecológicas de fim de ciclo. Efectivamente, até ao início do mês de Outubro, a temperatura do ar não desceu a níveis que pudessem comprometer a migração dos fotoassimilados para os tubérculos (figura 1). Em 1999, factores externos aos ensaios levaram a que a colheita tivesse de ser antecipada para a terceira semana de Setembro. Nesta data, nas modalidades mais fertilizadas, parte da rama ainda estava verde (figura 3). Assim, as batateiras das modalidades mais fertilizadas não terão conseguido recuperar de um hipotético atraso no



**Figura 2** — Produção de tubérculos em função do N aplicado em fundo e do N total aplicado (fundo + cobertura). Ajustamento do modelo exponencial modificado às duas situações

desenvolvimento inicial dos tubérculos. As aplicações de quantidades elevadas de azoto em fundo parece terem comprometido de forma ainda mais acentuada a produção final desse ano (figura 2, 1999). O resultado faz todo o sentido na medida em que um dos principais objectivos do fraccionamento da aplicação de azoto é, precisamente, evitar atrasos no desenvolvimento inicial dos tubérculos (Ojala *et al.*, 1990).

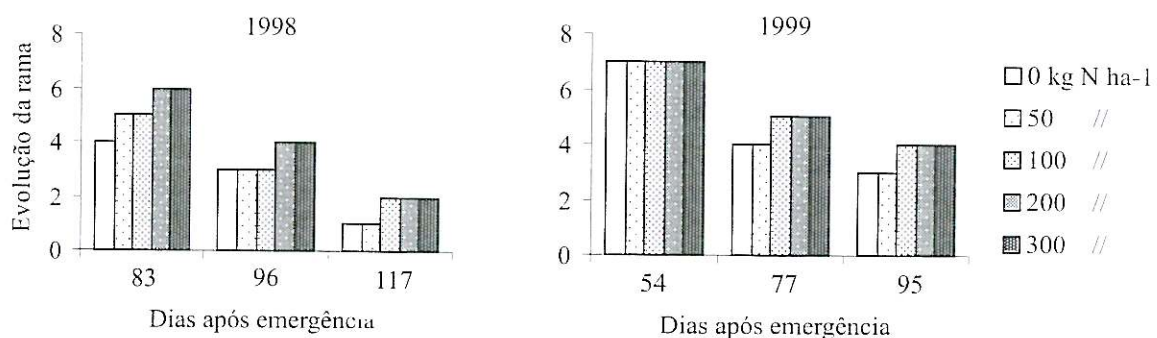
Nas modalidades de fertilização mais produtivas foram ultrapassados ligeiramente os 50 Mg ha<sup>-1</sup> de tubérculos em qualquer dos anos de ensaio. O principal factor limitante terá sido o calor excessivo, na medida em que a estação de crescimento coincide com os meses mais quentes do ano, sendo a média semanal das temperaturas máximas sistematicamente superior a 25 °C e por vezes superior a 30 °C (figura 1).

A produtividade nas modalidades testemunha (sem N) foi de 42, 23, 32 e 40 Mg ha<sup>-1</sup> em 1996, 1997, 1998 e 1999, respectivamente. Os resultados sugerem que a disponibilidade natural de azoto no solo terá sido diferente nos quatro anos de ensaio. Esta tese foi confirmada por informação obtida em ensaios de incubação *in situ* e por indicadores do estado nutritivo azotado e do desenvolvimento fenológico das plantas (Rodrigues, 2000).

### *Efeito da adubação azotada na qualidade dos tubérculos*

A proporção de tubérculos grandes aumentou com doses moderadas de azoto e depois manteve-se constante ou decresceu (quadro 1). A equação quadrática ajustou-se de forma significativa aos dados de 1998 e 1999. Para os dados de 1996 e 1997 não foi possível ajustar nenhum modelo de forma significativa, apesar da nuvem de pontos mostrar uma certa tendência para o polinómio de segundo grau. Porter & Sisson (1991) encontraram resultados semelhantes em ensaios com as cv. R. burbank e Shepody. Verificaram existir um predomínio de relações quadráticas, algumas relações lineares e também relações não significativas. Se forem comparados os resultados dos diferentes anos de ensaio verifica-se que a proporção de tubérculos grandes foi maior em 1996. O facto de nesse ano se ter utilizado batata/ semente de menores dimensões apresenta-se como principal argumento para justificar o resultado. A menor densidade de caules origina um menor número de tubérculos na unidade de área mas estes são de maiores dimensões (Rodrigues *et al.*, 1997).

A percentagem de matéria seca variou entre 18,5 e 24,0, tendo em conta os qua-



**Figura 3** — Efeito do N aplicado em fundo na evolução da rama nas fases finais do ciclo. Dados comparativos de 1998 e 1999

tro anos de ensaio (quadro 1). Estes resultados estão de acordo com os valores médios que são apresentados para esta cultivar (Gomes, 1998). A resposta ao azoto apresentou um predomínio de relações não significativas, embora em 1998 tenha sido possível ajustar o modelo quadrático. Apesar de diversos investigadores referirem que existe uma certa tendência para a percentagem de matéria seca decrescer com a dose de azoto, estes resultados mostraram que aquele parâmetro é pouco sensível à fertilização azotada.

O teor de nitratos nos tubérculos aumentou de forma linear com o azoto aplicado em fundo para o ano de 1998 (quadro 1). Em 1999 registou-se um acréscimo brusco para a modalidade em que se aplicaram 300 kg N ha<sup>-1</sup> e o ajustamento não foi significativo. Em termos relativos, os teores de nitratos presentes nos tubérculos, sempre inferiores a 120 mg kg<sup>-1</sup>, são baixos se comparados com os valores registados por outros investigadores (Augustin *et al.*, 1977; McDole & McMaster, 1978) e particularmente baixos se comparados com os níveis acumulados noutros vegetais (Maynard & Barker, 1972).

A cor das batatas após fritura esteve compreendida entre os valores 5 e 7 da es-

cala da *European Association for Potato research*, em que o valor 1 é atribuído a batatas muito escuras e 9 a batatas muito claras. Não foi possível estabelecer qualquer relação entre a cor das batatas fritas e a quantidade de azoto aplicado em fundo, em cobertura ou com o azoto total. Também Guarda *et al.* (1994) e Almeida (1995) não registaram qualquer efeito na cor das batatas fritas às rodela pela utilização de diferentes doses de azoto.

A proporção de tubérculos abrolhados foi insignificante em qualquer dos anos de ensaio. Os tubérculos abrolhados eram de pequenas dimensões, normalmente dentro da calibre < 35 mm. Não foi possível estabelecer qualquer relação com as modalidades de fertilização.

O recrescimento envolveu, em termos médios, menos de 1 % dos tubérculos e menos de 2 % da produção em peso fresco. O fenómeno incidiu sobre tubérculos de dimensões médias a grandes, daí a maior importância relativa em peso fresco que em número de tubérculos. Não foi encontrada qualquer relação com as modalidades de fertilização. O recrescimento é um fenómeno associado sobretudo a variações na disponibilidade de água durante a fase de engrossamento dos tubérculos (Epstein & Grant, 1973).

QUADRO 1 — Efeito da fertilização de fundo na % de tubérculos grandes, na % de matéria seca e na concentração de nitratos nos tubérculos

N aplicado (kg ha <sup>-1</sup> )	Calibre > 65 mm (%)				% matéria seca				N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> tub. (mg kg <sup>-1</sup> )	
	1996	1997	1998	1999	1996	1997	1998	1999	1998	1999
0	21,8	0,0	1,5	4,4	21,9	20,9	20,2	21,5	20,5	44,1
50	36,4	7,9	5,1	7,5	24,0	20,9	21,4	20,6	45,8	49,4
100	32,8	7,1	16,6	10,4	23,6	20,5	21,3	21,1	40,0	44,2
200	31,9	4,1	18,1	20,4	22,3	21,3	21,8	21,4	50,4	47,3
300	17,2	8,4	14,4	16,8	21,8	18,5	19,9	19,9	65,5	99,3
Ajustamento	ns	ns	Q	Q	ns	ns	Q	ns	L	ns
Coef. det. (R <sup>2</sup> )			0,92	0,84			0,83		0,82	

Q — quadrático; L — linear; ns — não significativo.

O número de tubérculos esverdeados foi também insignificante. Os raros tubérculos afectados encontravam-se expostos à luz no momento da colheita, sendo um fenómeno associado à qualidade da amontoa. Não foi encontrada qualquer relação com as modalidades de fertilização.

## CONCLUSÕES

Atendendo à produtividade conseguida em quatro anos de ensaio sugere-se que a produção esperada, para esta região em cultura de regadio na estação quente, se possa definir em 50 Mg ha<sup>-1</sup>.

A cultura respondeu ao azoto com a formação de um extenso patamar em que a produção de tubérculos não decresceu para as doses máximas utilizadas. Este tipo de resposta tem estimulado a aplicação de doses excessivas de azoto, já que a produção não decresce e as consequências financeiras são mínimas, dado o reduzido significado do preço do azoto relativamente ao valor da produção. Por outro lado, elimina-se ainda o risco de se aplicarem doses insuficientes, aspecto importante tendo em conta que a recomendação da fertilização azotada é de qualidade insatisfatória, dado não existirem métodos laboratoriais que forneçam informação segura sobre a disponibilidade natural de azoto no solo. Contudo, aquela forma de actuar é cada vez mais criticada, na medida em que aumentam os riscos de contaminação ambiental. Uma estratégia alternativa parece ser a transferência de parte da decisão da quantificação da adubação azotada para o momento da cobertura baseada em indicadores do estado nutritivo das plantas.

A proporção de tubérculos grandes aumentou de forma significativa com o azoto, pelo menos para doses moderadas, tendo os resultados sido ajustados em metade dos

anos pela equação quadrática. O azoto influenciou de forma pouco consistente a percentagem de matéria seca dos tubérculos. O teor de nitratos nos tubérculos aumentou com o azoto aplicado, embora os níveis atingidos (120 mg kg<sup>-1</sup>) ficassem muito aquém de valores registados noutros vegetais e considerados prejudiciais à saúde. A fertilização azotada em fundo e em cobertura não exerceu qualquer efeito significativo na cor das batatas fritas nem no abrolhamento, recrescimento e esverdeamento dos tubérculos.

## 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.
- AUGUSTIN, J., R. E. MCDOLE & G. C. PAINTER. 1977. Influence of fertilizer, irrigation, and storage treatments on nitrate-N content of potato tubers. *Am. potato J.* **54**: 125-136.
- BENOIT, G. R., C. D. STANLEY, W. J. GRANT & D. B. TORREY. 1983. Potato top growth as influenced by temperatures. *Am. Potato J.* **60**: 489-501.
- EPSTEIN, E. & W. J. GRANT. 1973. Water stress relations of the potato plant under field conditions. *Agron. J.* **65**: 400-404.
- FAO/UNESCO. 1974. *Soil Map of the World*. Vol. 1. Paris.
- GOMES, Z. 1998. Determinação do valor de utilização de variedades de batata. p. 185-193. *Actas do VII Colóquio Nacional de Produção de batata*. Associação Portuguesa de Horticultura. Oliveira do Bairro.
- GONÇALVES, D. A. 1985. *Contribuição para o estudo do clima da bacia superior do rio Sabor*. Tese de Doutoramento. IUTAD, Vila Real.
- GUARDA, G., F. TASSONI & F. ZUFFELLATO. 1994. Effects of mineral and organic nitrogen fertilizing on production and quality of potato chips. p. 600-601. In: M. Borin & M. Sattin (eds). *Third Congress of the European Society for Agronomy*. ESA, Abano-Padova. Italy.
- HAMMES, P. S. & J. A. De Jager. 1990. Net photosynthetic rate of potato at high temperatures. *Potato Res.* **33**: 515-520.

- HARRIS, P. M. 1992. Mineral nutrition. p. 163-213. In: P. M. Harris (ed.). *The potato crop — The scientific basis for improvement*. 2.<sup>a</sup> ed.. Chapman & Hall. London.
- HOUBA, V. J., J. J. VAN DER LEE, I. NOVOZAMSKY & I. WALINGA. 1989. Soil and Plant Analysis. Part 5 — Soil Analysis Procedures. Wageningen.
- JENKINS, P. D. & D. G. NELSON. 1992. Aspects of nitrogen fertilizer rate on tuber dry-matter content of potato cv. Record. *Potato Res.* **35**: 127-132.
- KLEINKOPF, G. E., D. T. WESTEMANN & R. B. DWELLE. 1981. Dry matter production and nitrogen utilization by six potato cultivars. *Agron. J.* **73**: 799-802.
- MACKERRON, D. K. L., M. W. YOUNG & H. V. DAVIES. 1993. A method to optimize N-application in relation to soil supply of N, and yield of potato. *Plant and Soil* **154**: 139 - 144.
- MARTINS, F. M. 1990. *Estudos de crescimento de batata em condições mediterrânicas*. Tese de Doutorado. UTAD, Vila Real. 354 p.
- MAYNARD, D. N. & A. V. BARKER. 1972. Nitrate content of vegetable crops. *HortScience* **7** (3): 224-226.
- MCDOLE, R. E. & G. M. MCMASTER. 1978. Effects of moisture stress and nitrogen fertilization on tuber nitrate-nitrogen content. *Am Potato J.* **55**: 611-619.
- NEETESON, J. J. & W. P. WADMAN. 1987. Assessment of economically optimum rates of fertilizer N on the basis of response curves. *Fertilizer Res.* **12**: 37-52.
- OJALA, J. C., J. C. STARK & G. E. KLEINKOPF. 1990. Influence of irrigation and nitrogen management on potato yield and quality. *Am. Potato J.* **67**: 29-43.
- PORTER, G. A. & J. A. SISSON. 1991. Response of Russet Burbank and Shepody potatoes to nitrogen fertilizer in two cropping systems. *Am. Potato J.* **68**: 425-443.
- REUST, W. & F. ESCHER. 1979. Formation du rendement et de l'amidon en relation avec les stades phénologiques et evolution du pH dans les tubercules de pomme de terre pendant la croissance. *Potato Res.* **22**: 305-317.
- RODRIGUES, M. A., D. BARROSO & E. PEREIRA. 1997. Efeito da densidade de plantação na produção de batata-semente. p. 340-348, vol. 2. *Actas do II Congresso Iberoamericano e III Congresso Ibérico de Ciências Horticolas*. Vilamoura.
- RODRIGUES, M. A. 2000. *Gestão do azoto na cultura da batata: estabelecimento de indicadores do estado nutritivo das plantas e da disponibilidade de azoto no solo*. Tese de Doutorado. UTAD, Vila Real.

