

Efeito da fertilização azotada na produção e na qualidade do grão de cevada para malte em condições mediterrâneas de regadio

Effect nitrogen rate on yield and quality of malting barley under irrigated Mediterranean conditions

M. Patanita¹ & L. López-Bellido²

RESUMO

A cultura da cevada para malte em condições Mediterrâneas de regadio permite a obtenção de rendimentos mais elevados e estáveis. Além disso, proporciona também baixos conteúdos de proteína no grão, uma vez que a cultura não está sujeita aos défices hídricos, particularmente durante o enchimento do grão, típicos das situações de sequeiro.

O critério mais importante para que o grão de cevada possa ter qualidade malteira e, com isso, benefícios complementares, é o teor de proteína do grão situar-se entre 9 e 12% da matéria seca. Esta característica depende, principalmente, dos níveis e épocas da fertilização azotada (N). A alteração da cultura da cevada para malte, tradicionalmente realizada em sequeiro, para sistemas de regadio, envolve o ajustamento dos itinerários técnicos, nomeadamente a dose e o fraccionamento da fertilização azotada.

Na região de Beja, Sul de Portugal, foram instalados no ano agrícola de 2003-04 ensaios de campo com a cultura da cevada

(*Hordeum vulgare* L. spp. *distichum*, cultivar 'Scarlett') numa situação de regadio, com dois factores. Cinco doses de N (0, 75, 100, 125 e 150 kg/ha) e cinco fraccionamentos/épocas de aplicação (sementeira, sementeira + afilhamento, sementeira + encanamento, afilhamento + encanamento e sementeira + afilhamento + encanamento).

Os resultados obtidos mostram que a maior produção de grão foi obtida com as mais altas doses de N (125 e 150 kg/ha) e com os fraccionamentos sementeira + afilhamento e sementeira + afilhamento + encanamento. O teor de proteína do grão aumentou com as doses de N mais altas e com as aplicações mais tardias (afilhamento + encanamento), mas dentro dos limites requeridos pela indústria. Observou-se um ligeiro decréscimo no tamanho do grão (calibre > 2,5 mm) com o aumento da dose e com as aplicações ao encanamento, principalmente, sementeira + encanamento e afilhamento + encanamento.

De acordo com os nossos resultados, as maiores doses de N ensaiadas, bem como as aplicações mais tardias, poderão ser

¹ Escola Superior Agrária de Beja, Rua Pedro Soares, Apartado 6158, 7801-908 Beja, e-mail: mpatanita@esab.ipbeja.pt; ²Departamento de Ciencias y Recursos y Forestales, Universidade de Córdoba, Espanha

usadas na cultura da cevada em condições Mediterrâneas de regadio, conduzindo ao aumento da produção de grão e à melhoria da qualidade do grão para malte, com evidentes benefícios para os produtores de cevada e para os industriais malteiros.

ABSTRACT

Malting barley varieties grown in irrigated Mediterranean conditions offers higher and stable profits. It provides also grains with lower protein contents, if barley is not submitted to water stress, particularly during grain filling, like as it usually happens under rainfed conditions.

The most important criterion for grain to be classified as having malting quality, and hence to achieve a price premium, is to have a protein concentration between 9,0-12,0% on a dry weight basis, fact that depends mainly on nitrogen (N) fertilization levels. Moving the barley production from traditional Mediterranean dry farming to irrigation takes technical adjustments, like rate and timing of N application.

In the Beja region, of South-Portugal, and in 2003-04, a two factorial irrigated field experiment was carried out with five N rate (0, 75, 100, 125 and 150 kg N/ha) and five application times and splitting (on sowing, sowing + tillering, sowing + stem elongation, tillering + stem elongation and sowing + tillering + stem elongation) with malting barley (variety 'Scarlett'; *Hordeum vulgare* L. spp. *distichum*).

The results show significantly higher grain yield on the 125 and 150 kg N/ha rates and with the N application divided by sowing + tillering and sowing + tillering + stem elongation. Grain protein levels increased with the increase in N rate, and later applications (tillering + stem elongation), but still between limits recom-

mended for the brewing industry. Slight reduction in grain size (grading > 2,5 mm) was observed with N rate increase and applications during stem elongation, sowing + stem elongation and tillering + stem elongation.

According to our results higher N rates and later applications can be used under irrigated Mediterranean conditions when growing malting barley. Relatively to the rainfed conditions, irrigation helps to increase grain yield and improve malting quality. Such fact will has the potential to raise barley farmer's profits and also provides better raw materials for portuguese breweries.

INTRODUÇÃO

A cevada é uma cultura típica de sequeiro nas regiões mediterrâneas, mas que apesar da sua resistência à secura (López-Bellido, 1991), sofre com frequência stresse hídrico no final do ciclo, com consequências negativas na produção e na qualidade do grão para a indústria malteira/ervejeira. A cultura realizada em regime de regadio permite a obtenção de rendimentos mais altos e seguros (López-Bellido, 1991), além de evitar o risco dos altos níveis de proteína, típicos da planta de sequeiro submetida a stresse hídrico (Ruiter *et al.*, 1999).

Apesar de haver uma quantidade de informação bastante significativa sobre a cultura em regime de sequeiro, poucos estudos têm sido realizados, nas condições mediterrâneas, com a utilização da cevada em sistemas de regadio.

O ajuste dos níveis de aplicação de azoto e a dotação da água de rega, são os principais factores do crescimento da cevada para malte que podem, de maneira consistente, regularizar a produção de grão com

características malteiras (Ruiter *et al.*, 1999). Contudo, é difícil obter uma elevada consistência interanual da produção e da qualidade nas constantes flutuantes condições ambientais mediterrâneas, e em solos com diversos níveis de fertilidade e com influência de distintos precedentes culturais. Por isso, as relações entre produção, qualidade, ambiente e técnicas culturais não estão ainda definidas, nem tão pouco serão fáceis de estabelecer em condições de sequeiro.

A característica mais importante na qualidade malteira/cervejeira da cevada é o teor de proteína do grão (Hector *et al.*, 1996), relacionado negativamente com o rendimento em extracto (volume de mosto por quilograma de malte) (Ruiter & Haslemore, 1996; Molina-Cano, 1989; Vera-Núñez *et al.*, 2001). Os teores elevados de proteína levam ao aumento da viscosidade e instabilidade do mosto, o que provoca problemas na laboração do malte e na estabilidade da cerveja (Moreno & Moreno, 2002). Por outro lado, teores de proteína demasiado baixos reduzem a actividade enzimática. Assim, para satisfazer os padrões estabelecidos pela indústria malteira, o teor de proteína do grão deve situar-se entre 9 e 12% da matéria seca (Briggs, 1978; Hector *et al.*, 1996), sendo o intervalo óptimo de 10 a 11% (Moreno & Moreno, 2002).

A acumulação de proteínas no grão dos cereais está controlada geneticamente, mas também é muito influenciada por outros factores, tais como o tipo de solo, itinerários técnicos, condições climáticas, em especial a temperatura e a humidade (Nair & Chatterjee, 1990; Rao *et al.*, 1993; García del Moral *et al.*, 1995), e a dose e época de aplicação de fertilizantes azotados (García del Moral *et al.*, 1996).

Considerando o efeito negativo do azoto sobre a qualidade nas cevadas cervejeiras

(Molina-Cano, 1989), de acordo com Hector *et al.* (1996), a sua cultura deve realizar-se com baixos níveis de fertilização azotada, preferentemente em zonas com baixo teor de azoto no solo. No entanto, não se pode correr o risco de haver ocorrência de deficiências de azoto, que poderão limitar o rendimento da cultura, através de reduções no número de grãos, no desenvolvimento da área foliar, na interceptação da radiação e/ou sobre a eficiência de uso da radiação, que limitam o crescimento da cultura (Fischer, 1993; Abbate *et al.*, 1994), se bem que se tenham também observado efeitos directos sobre a fixação dos grãos (Abbate *et al.*, 1995).

Estudos sobre o efeito da dose de fertilização azotada (Agbede, 1987) e o regime de água (Clarke *et al.*, 1990) em cereais demonstraram que estes dois factores e a sua interacção influenciam a concentração de azoto (N) no grão, já que é um bom indicador de outras características de qualidade requeridas pela indústria malteira, por exemplo, a quantidade de extracto fermentável. Estudos de fertilização azotada na cevada demonstram que o aumento da dose de fertilização azotada aumenta o rendimento, a concentração de N e a proteína no grão (Agbede, 1987; Lauer & Partridge, 1990), em particular, durante a fase de enchimento do grão (Carreck & Christian, 1991). Ensaio realizados em Rothamsted, Inglaterra, demonstraram que a concentração de N no grão de cevada foi invariavelmente mais pequena quando o N se aplicou em estádios de precocidade, como a sementeira ou logo após a emergência (Widdowson *et al.*, 1986), devido a que quando é disponível rapidamente nesses estádios do ciclo de desenvolvimento da planta, se promove o crescimento vegetativo (Carreck & Christian, 1991). Também Molina-Cano (1989) refere que, em sequeiro, os fornecimentos azotados devem frac-

cionar-se a 50% entre sementeira e cobertura precoce (fase de 3 folhas), e nunca devem efectuar-se depois do final do afilhamento, pois isso conduziria a um aumento no teor de proteína do grão, tornando-o inútil para a malteria, sem que a produção se eleve significativamente (Molina-Cano, 1989).

Com base nestes trabalhos sobre a assimilação de azoto, tem-se demonstrado que é possível, mediante diferentes práticas culturais, obter grão de cevada com qualidade para a produção de malte (Vera-Núñez *et al.*, 2001). No entanto, em Portugal, existe pouca informação sobre o efeito da interacção da água de rega com a absorção de N na produção deste cereal.

Do ponto de vista físico pretende-se que o grão seja grande, arredondado, com glumelas finas e onduladas (Molina-Cano, 1989). Ainda, de acordo com este autor, o grão deverá ter elevada percentagem com calibre acima de 2,5 mm (90%) e pequena percentagem com calibre menor do que 2,2 mm (3%), facto muito importante do ponto de vista comercial.

Com este estudo pretende-se contribuir para a racionalização da fertilização azotada, ou seja, procura-se aplicar de forma correcta ao solo e/ou às plantas, em épocas apropriadas e nas formas adequadas, a quantidade de azoto de acordo com as ne-

cessidades da cultura, satisfazendo as exigências de qualidade da indústria malteira.

O objectivo do estudo é a avaliação do efeito da dose e do fraccionamento da fertilização azotada sobre a produção e qualidade do grão de cevada em regadio.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização

Os estudos realizaram-se em dois ensaios de campo instalados na Quinta da Saúde (Beja) e na Herdade do Outeiro em Canhestros (Ferreira do Alentejo), em solos classificados, respectivamente nas famílias Bpc+Pc (Barros pretos calcários muito descarbonatados de dioritos ou gabros + Solos calcários pardos de calcários não compactos) e Cp (Barros pretos calcários descarbonatados de rochas eruptivas ou cristalofílicas básicas), cartografadas nas Cartas de Solos de Portugal nº 43C (SROA, 1961) e 42D (SROA, 1962), respectivamente, e descritas por Cardoso (1965).

Na análise efectuada às amostras de solo recolhidas nos locais dos ensaios, e a 30 cm de profundidade, obtiveram-se os resultados descritos no Quadro 1.

QUADRO 1 - Características das amostras de solos colhidas nos locais dos ensaios de cevada, na Quinta da Saúde e no Outeiro (2003-04)

Características	Quinta da Saúde	Outeiro
pH (H ₂ O)	8,3 - pouco alcalino	8,5 - pouco alcalino
Matéria orgânica total (%) (Walkley-Black)	0,4 - muito baixo	0,5 - muito baixo
Fósforo extraível (ppm) (Egner-Riehm)	75 - médio	50 - médio
Potássio extraível (ppm) (Egner-Riehm)	107 - alto	157 - alto
Terra fina (%)	89	94
Densidade aparente	1,1	1,2
Textura	Franco-argilo-limosa	Franco-argilosa

Técnicas culturais

A sementeira e as restantes operações culturais (mobilizações de solo, fertilização, controlo de infestantes e controlo de doenças e pragas) e suas respectivas características são descritas no Quadro 2.

As datas nas quais se realizaram as adubações de cobertura correspondem aos estados descritos como Zadoks 21 e 31 (início do afilhamento e do encanamento) por Zadoks *et al.* (1974).

A cultura foi regada com água proveniente de uma captação subterrânea na Quinta da Saúde, e de uma ribeira no Outeiro, enquanto que, como equipamento de rega, foi usado, respectivamente, um «center-pivot» e uma rede de aspersores fixos. A monitorização da água no solo e a gestão da rega foi efectuada através de uma sonda de neutrões.

Foi utilizada a cultivar ‘Scarlett’ (*Hor-*

deum vulgare L. spp *distichum*), pela sua importância entre os produtores de cevada cervejeira, bem como na indústria malteira, tendo como precedentes culturais o trigo e a beterraba, respectivamente na Quinta da Saúde e no Outeiro.

Clima

A Figura 1 mostra o comportamento da temperatura média mensal e da precipitação total mensal na Quinta da Saúde (latitude 38°02'42" N, longitude 8°15'59" W e altitude 74 m) e no Outeiro (latitude 38°02'15" N, longitude 7°53'06" W e altitude 206 m) em 2003/04 (COTR, 2005), em comparação com um período de referência, 1950-86 (Regato *et al.*, 1993), desde o início do ano agrícola (Setembro/03) até ao mês da maturação/colheita da cultura (Junho/04).

QUADRO 2 - Operações, máquinas agrícolas utilizadas ou produtos aplicados e respectivas quantidades e substâncias activas e datas de execução nos ensaios de cevada, na Quinta da Saúde e no Outeiro (2003-04)

Operação	Máquinas ou factores de produção e quantidades	Substância activa	Data	
			Quinta da Saúde	Outeiro
Preparação do solo	Escarificador		02-12-03	10-12-03
	Vibrocultor		22-12-03	19-01-04
Sementeira	Semeador de linhas		23-12-03	20-01-04
	12 cm entre linhas			
Fertilização de fundo	450 sementes germináveis m ⁻²			
	500 kg/ha superfosfato 18% 85 kg/ha KCl 60%		22-12-03	20-01-04
Fertilização de cobertura	Afilhamento - nitrato de amónio 27%, de acordo com os tratamentos		09-02-04	06-03-04
	Encanamento - nitrato de amónio 27%, de acordo com os tratamentos		23-02-04	07-04-04
Controlo de infestantes	2,2 L/ha Iloxan y	«Diclofope metilo» e «Tribenurão metilo»	14-02-04	13-04-04
	18 g/ha Sprinter			
Fungicida	1 L/ha Tilt top	«Fenopropimorfe» + «Propiconazol»	09-03-04	
	1 L/ha Tilt top			
Rega	1680 m ⁻³ na Quinta da Saúde		21-04-04	22-04-04
	2550 m ⁻³ no Outeiro		11-02 a 18-05-04	11-03 a 34-05-04
Colheita			24-06-04	13-07-04

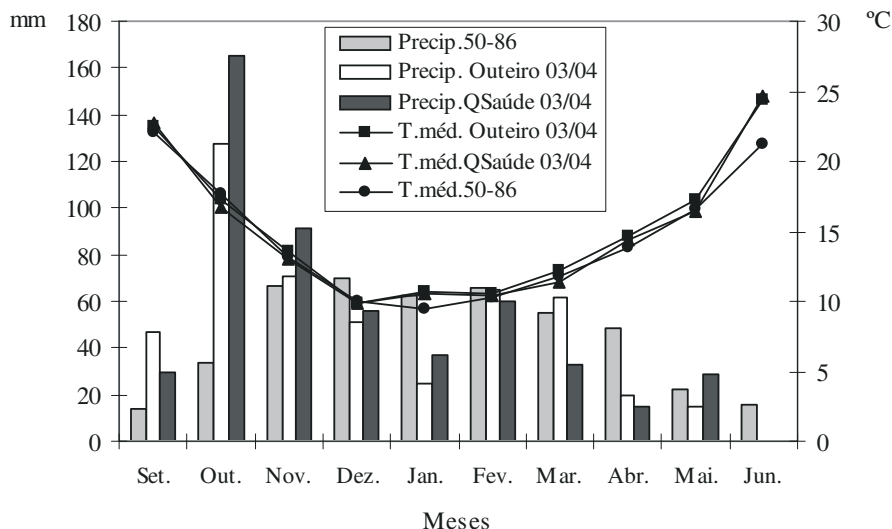


Figura 1 - Temperatura média e precipitação total mensais registadas nas Estações Meteorológicas do Outeiro e da Quinta da Saúde no ano agrícola de 2003-04 (COTR, 2005) e no período de 1950-86 (Regato *et al.*, 1993)

A temperatura no ano agrícola 2003/04 foi idêntica nos dois locais de ensaio e teve também um comportamento semelhante ao do período de referência, destacando-se apenas o mês de Janeiro de 2004 com mais 1 °C e o mês de Junho com mais 3 °C, relativamente a 1950-86 (Figura 1). Este comportamento da temperatura não terá tido particular influência no desenvolvimento da cultura, além do que é habitual e típico nos ambientes mediterrânicos, nomeadamente, temperatura superior ao óptimo na fase final do ciclo cultural.

A precipitação no ano agrícola 2003/04 (481,9 mm no Outeiro e 515,5 mm na Quinta da Saúde), embora tenha sido um pouco superior à registada no período 1950-86 (454,7 mm), foi mais mal distribuída (Figura 1). Nos meses de Setembro a Dezembro caíram mais cerca de 110 mm no Outeiro e 160 mm na Quinta da Saúde, relativamente ao período de referência, facto que não beneficiou directamente a cultura, dado que

ainda não tinha emergido (Quinta da Saúde) ou ainda não tinha sido semeada (Outeiro). Nos meses de Janeiro a Maio, que correspondem ao período cultural, excepto o mês de Fevereiro nos dois locais e o de Março no Outeiro, a precipitação foi inferior à do período considerado, a qual por sua vez já é escassa para um óptimo desenvolvimento cultural. Deste modo, as necessidades de água de rega terão sido maiores que o previsto, de forma a evitar situações de défice hídrico.

Desenho experimental

O desenho experimental utilizado foi um factorial em quatro blocos completos casualizados, com dois factores, cada qual com cinco níveis:

- dose de N - 0, 75, 100, 125 e 150 kg N/ha;
- fraccionamento de N - Sementeira (S), Sementeira + Afilhamento (S+A), Semen-

teira + Encanamento (S+E), Afilhamento + Encanamento (A+E), Sementeira + Afilhamento + Encanamento (S+A+E). Quando a fertilização azotada foi aplicada em duas fases significa que se aplicou 1/2+1/2 da dose pretendida e quando se aplicou em três fases significa que se aplicou 1/3+1/3+1/3.

As parcelas experimentais foram semeadas com uma área de 33,75 m² (13,5 m de comprimento e 2,5 mm de largura) que respondeu a uma passagem do semeador de linhas (21 linhas com 0,12 m entre linhas).

Os dados obtidos foram submetidos a uma análise de variância (ANOVA), determinando-se o grau de significância. As médias foram comparadas usando a diferença mínima significativa (Teste LSD) com $p < 0,05$. O «software» utilizado foi o MSTATC (*Michigan State University*). Para estudar as relações entre as variáveis, calcularam-se os coeficientes de correlação de Pearson.

Características analisadas

As características analisadas foram as seguintes:

- produção de grão (kg/ha) com 12% humidade;
- características qualitativas do grão;
- teor de proteína no grão (% da MS);
- calibre do grão superior a 2,5 mm.

A determinação destas características realizou-se da seguinte forma:

- produção de grão (12% de humidade) – foi determinada com base na área colhida de 27,5 m² (17 linhas \times 0,12m \times 13,5m), posteriormente corrigida para um teor de humidade de 12% e extrapolada para o hectare;
- teor de proteína no grão – determinado de forma expedita com recurso ao NIR Foss – Infratec, (programa 1241 Grain Analyzer - % proteína/MS);
- calibre do grão – determinado no calibrador Sortimat Pfeuffer durante 3 minutos,

separando-se 4 fracções/calibre: grãos > 2,8 mm, grãos > 2,5 mm, grãos > 2,2 mm e grãos < 2,2 mm.

RESULTADOS

A análise de variância da produção de grão revelou efeito significativo ($p < 0,001$) do factor dose e do factor fraccionamento, enquanto que a interacção dose \times fraccionamento não foi significativa, o que indica que a forma de fraccionar não dependeu da dose (Quadro 3).

A produção de grão, para a média dos locais, variou de 3050 a 6036 kg/ha (88% MS), dependendo da dose de azoto aplicada e do fraccionamento. As produtividades mais elevadas verificaram-se nas doses de 125 e 150 kg N/ha, respectivamente, com 5998 e 6036 kg/ha (Figura 2) e nos fraccionamentos em que se efectuou a aplicação de azoto à sementeira e ao afilhamento (S+A e S+A+E), respectivamente, com 5246 e 5408 kg/ha (Figura 3).

Os resultados obtidos, concordantes com os referidos por Patanita *et al.* (2005), além de indicarem uma resposta positiva da cevada ao aumento da dose de N aplicada, revelam a importância da aplicação de N à sementeira e logo nas primeiras fases de crescimento da cultura. Esta aplicação precoce de N estimula o crescimento das gemas laterais e a formação de colmos (García del Moral & Ramos, 1989) proporcionando uma maior população produtiva e um maior número de grãos m⁻², componente esta estreitamente correlacionada com a produção de grão ($r = 0,986^{***}$). Esta componente, principalmente determinada pelo número de espigas, é a que melhor explica a produção de grão, tal como referem os trabalhos de Ramos *et al.* (1985), García del Moral & Ramos (1989) e García (2005).

QUADRO 3 - Análise de variância da produção de grão (kg/ha), do teor de proteína (% MS) e do calibre > 2,5mm, para a cultura da cevada (cv. 'Scarlett') sujeita a diferentes doses e fracionamentos da fertilização azotada, na média dos locais (Quinta da Saúde e Outeiro, 2003-04)

Fonte	GL	Produção de Grão		Proteína		Calibre > 2,5mm	
		Quadrado médio	Teste F	Quadrado médio	Teste F	Quadrado médio	Teste F
Local (L)	1	20385390	129,9***	78,93	636,11***	8,95	4,22*
Dose (D)	4	61418938	391,3***	21,38	172,29***	179,10	84,40***
LD	4	9393973	59,9***	3,14	25,32***	14,26	6,72***
Fracionamento (F)	4	828526	5,28***	3,13	25,22***	66,81	31,49***
LF	4	628457	4,00**	0,32	2,54*	81,57	38,44***
DF	16	176969	1,13	0,31	2,53**	8,03	3,79***
LDF	16	182204	1,16	0,15	1,24	9,34	4,40***
Erro	144	156949		0,12		2,12	
CV (%)			7,64		3,75		1,62

*, **, *** nível de significância a $p < 0,05$, $p < 0,01$ e $p < 0,001$ respectivamente; CV – coeficiente de variação

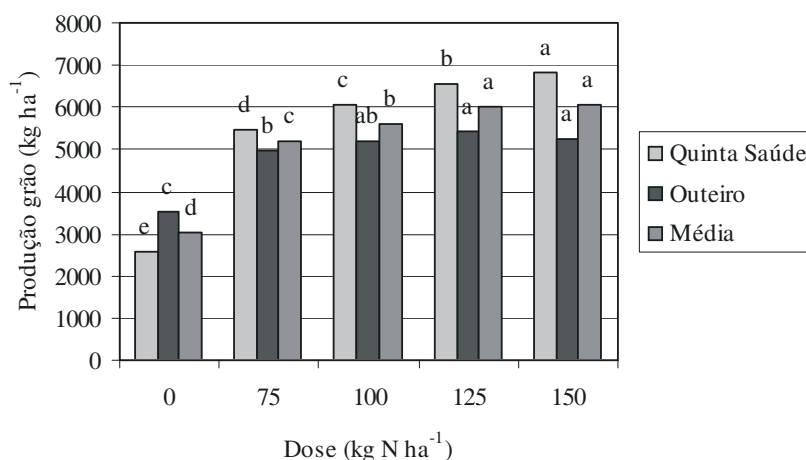


Figura 2 - Efeito da dose na produção de grão (kg/ha) para a cultura da cevada (cv. 'Scarlett'), na Quinta da Saúde e no Outeiro e na média dos locais, em 2003-04. Letras diferentes indicam médias estatisticamente diferentes ($p < 0,05$)

No que respeita às características qualitativas, a análise de variância do teor de proteína e do calibre superior a 2,5 mm revelou efeito significativo dos factores dose e fracionamento, bem como da interacção entre estes factores (Quadro 3).

O teor de proteína, característica decisiva na utilização do grão de cevada para malte, mostrou aumentos progressivos à medida que se aumentou a dose, tendo-se obtido

para a média dos locais o valor mais elevado (10,29%) à dose de 150 kg N/ha, mas dentro dos limites definidos pela indústria malteira (Quadro 4).

No que respeita ao fracionamento, verificou-se que as aplicações mais tardias, nomeadamente o fracionamento A+E, conduziram a valores de proteína mais elevados (9,84%), enquanto que o fracionamento S, aplicação mais temporã

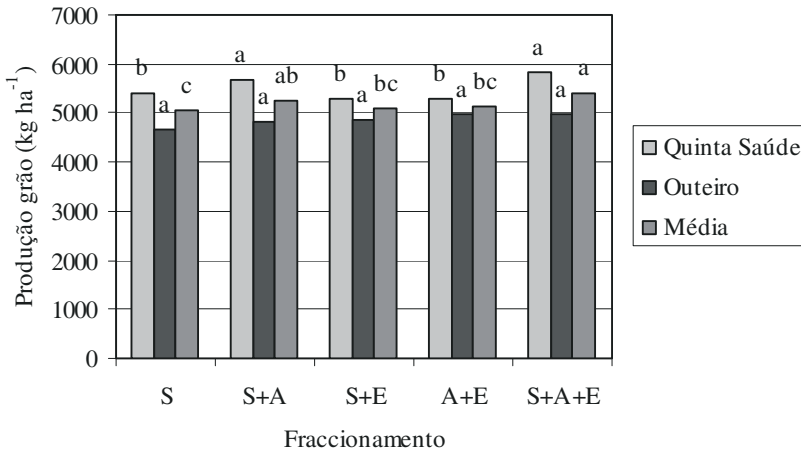


Figura 3 - Efeito do fraccionamento na produção de grão (kg/ha) para a cultura da cevada (cv. 'Scarlett'), na Quinta da Saúde e no Outeiro e na média dos locais, em 2003-04. Letras diferentes indicam médias estatisticamente diferentes ($p < 0,05$). S - Sementeira, S+A - Sementeira + Afilhamento, S+E - Sementeira + Encanamento, A+E - Afilhamento + Encanamento, S+A+E - Sementeira + Afilhamento + Encanamento

de N, foi aquele onde se registou o valor mais baixo com 9,12%, na média dos locais (Quadro 4). Estes resultados, concordes com os obtidos por Garcia (2005) e Patanita *et al.* (2005), indicam que uma aplicação tardia de azoto, embora possa melhorar o rendimento em grão, conduz a aumentos substanciais de proteína do grão, tal como é referido Widdowson *et al.* (1986), Agbede (1987), Molina Cano (1989), Lauer & Partridge (1990), Carreck & Christian (1991) e López-Bellido (1991), pois a assimilação nutritiva é preferencialmente efectuada na direcção do grão. No entanto, estes aumentos de proteína, que em situações de sequeiro podem atingir valores demasiado elevados, nestas situações de regadio foram favoráveis, encontrando-se no intervalo de 10 a 11% de proteína, referido por Moreno & Moreno (2002) como o óptimo para a indústria malteira.

A interacção dose \times fraccionamento representada na Figura 4, indica principalmente que, excluindo o fraccionamento com a aplicação de N mais tardia (A+E), o aumento da dose atenua as diferenças entre os restantes fraccionamentos, apresentando S, S+A e S+E, valores estatisticamente semelhantes na dose de 150 kg N/ha. Inclusivamente, os valores registados pelo fraccionamento S+A+E também se aproximaram, só diferindo estatisticamente ($p < 0,05$), nas doses mais elevadas, do fraccionamento S+A. Isto significa que para o teor de proteína do grão, a opção por um determinado fraccionamento será mais importante para as doses de N mais baixas.

No que respeita ao calibre superior a 2,5 mm, verificou-se que o aumento da dose de N conduziu a uma quebra do calibre (Quadro 4), tal como refere Garcia (2005), decorrente do aumento do número de grãos/m² e,

QUADRO 4 - Efeito da dose e do fracionamento no teor de proteína (% MS) e no calibre > 2,5 mm, para a cultura da cevada (cv. 'Scarlett'), na Quinta da Saúde e no Outeiro e na média dos locais, em 2003-04

Tratamentos	Proteína (% MS)			Calibre superior 2,5 mm		
	Quinta Saúde	Outeiro	Média	Quinta Saúde	Outeiro	Média
Dose						
0	8,25 d	8,50 e	8,38 e	93,4 a	92,2 a	92,8 a
75	8,33 d	9,83 d	9,08 d	90,7 b	90,2 b	90,4 b
100	8,64 c	10,12 c	9,38 c	89,0 c	90,0 b	89,5 c
125	9,06 b	10,61 b	9,84 b	87,9 d	88,9 c	88,4 d
150	9,55 a	11,03 a	10,29 a	86,4 e	88,1 c	87,2 e
Fracionamento						
S	8,45 d	9,79 b	9,12 d	92,0 a	89,6 a	90,8 a
S+A	8,48 cd	9,93 b	9,21 cd	92,1 a	90,1 a	91,1 a
S+E	8,93 b	9,95 b	9,44 b	87,0 c	89,8 a	88,4 c
A+E	9,28 a	10,40 a	9,84 a	86,4 c	90,4 a	88,4 c
S+A+E	8,68 c	10,03 b	9,35 bc	89,7 b	89,4 a	89,6 b
Média	8,76	10,02	9,39	89,4	89,9	89,7
DMS	0,20	0,24	0,16	0,9	1,0	0,6
CV (%)	3,65	3,81	3,75	1,55	1,70	1,62

Letras diferentes indicam médias estatisticamente diferentes ($p < 0,05$)

DMS – diferença mínima significativa; CV – coeficiente de variação. S - Sementeira, S+A - Sementeira + Afilhamento, S+E - Sementeira + Encanamento, A+E - Afilhamento + Encanamento, S+A+E - Sementeira + Afilhamento + Encanamento

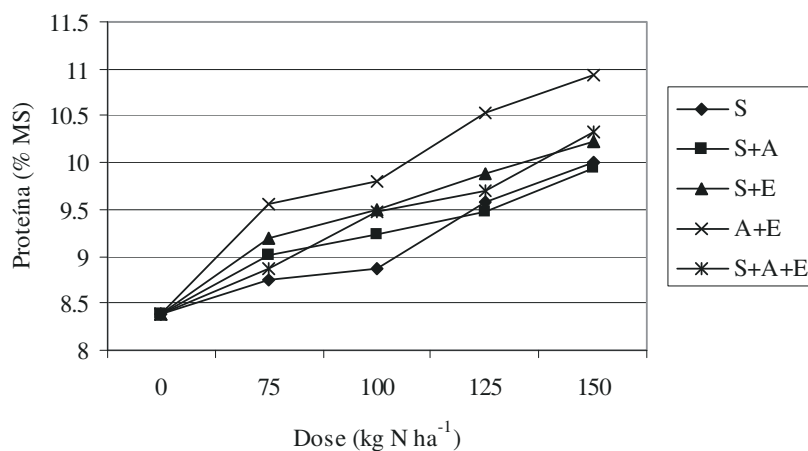


Figura 4 - Interação dose x fracionamento relativa ao teor de proteína (% MS) para a cultura da cevada (cv. 'Scarlett'), nos dois locais (Quinta da Saúde e Outeiro, 2003-04). S - Sementeira, S+A - Sementeira + Afilhamento, S+E - Sementeira + Encanamento, A+E - Afilhamento + Encanamento, S+A+E - Sementeira + Afilhamento + Encanamento

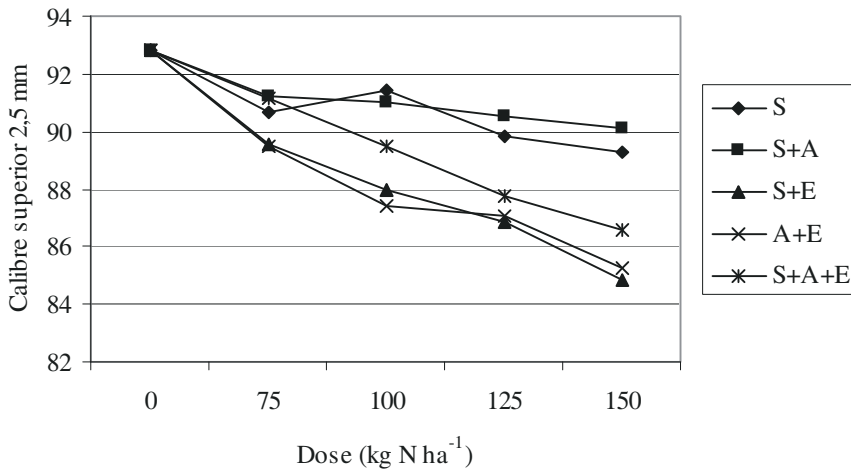


Figura 5 – Interação dose×fracionamento relativa ao calibre superior a 2,5 mm para a cultura da cevada (cv. 'Scarlett'), nos dois locais (Quinta da Saúde e Outeiro, 2003-04). S - Sementeira, S+A - Sementeira + Afilhamento, S+E - Sementeira + Encanamento, A+E - Afilhamento + Encanamento, S+A+E - Sementeira + Afilhamento + Encanamento

consequentemente, da produção de grão, tendo-se verificado relações negativas entre estas características e o calibre ($r=-0,661^{**}$ e $r = -0,543^*$, respectivamente). Este menor calibre do grão nas doses de N mais altas, leva-nos a afirmar que a dose que maximizou o rendimento foi superior à que proporcionou melhor qualidade, facto que é concordante com os resultados de Moreno & Moreno (2002) quando referem que a dose que proporciona o melhor rendimento conduz habitualmente a uma depreciação da qualidade, pelo aumento do teor da proteína e pela diminuição do calibre.

A aplicação mais tardia de azoto, ao encanamento, e em maior quantidade, a que correspondem os fraccionamentos S+E e A+E, também conduziu a uma redução do calibre, facto que poderá estar relacionado com uma maior sobrevivência dos novos colmos produzidos no afilhamento e por

isso mais espigas e mais grãos. Assim obteve-se uma relação estreita negativa ($r=-0,869^{***}$) entre calibre e proteína, o que pode aumentar a dificuldade em estabelecer uma dose e um fraccionamento de compromisso para a produção de grão e para as características qualitativas.

A interação dose×fraccionamento para o calibre mostra que a aplicação mais tardia de N, correspondente aos fraccionamentos com aplicação de N ao encanamento, S+E, A+E e S+A+E, proporcionaram menores calibres à medida que se aumentou a dose (Figura 5). Apenas o fraccionamento S+A+E e na dose mais baixa (75 kg N/ha) apresenta valores estatisticamente semelhantes aos registados pelos fraccionamentos S e S+A. Esta situação revela que, nas doses de N mais altas, o calibre poderá ser beneficiado com aplicações mais precoces de N, nomeadamente tudo à sementeira ou

repartido entre a sementeira e o afilhamento.

CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo evidenciam, em termos produtivos, a vantagem da fertilização da cultura da cevada para malte e em regadio com as doses de 125 e 150 kg N/ha e com os fraccionamentos que incluem a aplicação à sementeira e ao encanamento (S+A e S+A+E). Para as características qualitativas, proteína e calibre, verificou-se entre elas um comportamento distinto. Enquanto que o aumento da dose de N conduziu ao aumento do teor proteico (150 kg N/ha proporcionou 10,29% de proteína) para valores dentro do intervalo óptimo definido pela indústria malteira, em relação ao calibre, as doses de N mais altas associaram-se a calibres > 2,5 mm menores, embora elevados (88,4 e 87,2%, respectivamente com 125 e 150 kg N/ha). Da mesma forma os fraccionamentos com aplicação de N mais tardia, proporcionaram maiores conteúdos proteicos e menores calibres.

Dada a extrema exigência da indústria para as características qualitativas, nomeadamente para o teor de proteína do grão, e nas condições em que decorreu o estudo, as doses mais altas, 125 e 150 kg N/ha e os fraccionamentos S+A e S+A+E parecem conduzir a um melhor compromisso entre a quantidade e qualidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbate, P.E., Andrade, F.H. & Culot, J.P. 1994. Determinación del rendimiento en trigo. INTA EEA, Balcarce. *Boletín Técnico* nº 13.
- Abbate, P.E., Andrade, F.H. & Culot, J.P. 1995. The effects of radiation and nitrogen on number of grains in wheat. *Journal of Agric. Sci. Cambridge*, **124**: 351-360.
- Agbede, O.O. 1987. Response of barley seedling to nitrogen and phosphorus rates on soils with various fertility levels. *Soil Sci.*, **143**:192-197.
- Briggs, D.E. 1978. *Barley*. Chapman and Hall, London.
- Cardoso, J. 1965. *Os Solos de Portugal: sua Classificação, Caracterização e Génese: I – A Sul do Rio Tejo*. Secretaria de Estado da Agricultura, Lisboa.
- Carreck, N.L. & Christian, D. G. 1991. The effect of the previous crop on the growth nitrogen uptake and yield of winter barley intended for malting. *J. Sci. Food Agric. Soc. Chem. Ind. / Elsevier Applied Science*, **62**: 137-145.
- Clarke, J.M., Campbell, C.A., Cutforth, H.W., DePauw, R.M. & Winkleman, G.E. 1990. Nitrogen and phosphorus uptake, translocation, and utilization efficiency of wheat in relation to environment and cultivar yield and protein levels. *Can. J. Plant Sci.*, **69**: 1153-1147.
- COTR. 2005. *Sistema Agrometeorológico para a Gestão da Rega no Alentejo (SAGRA)*. Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio (COTR), Quinta da Saúde, Beja www.cotr.pt.
- Fischer, R.A. 1993. Irrigated spring wheat and timing and amount of nitrogen fertilizer: Physiology of grain yield response. *Field Crops Res.*, **33**: 57-80.
- García del Moral, L.F., Boujenna, A., Yáñez, J.A. & Ramos, J.M. 1995. Forage production, grain yield, and protein content in dual-purpose triticale grown for both grain and forage. *Agron. J.*, **87**: 902-908.
- García del Moral, L.F., García del Moral, M.B., Boujenna, A. & Ramos, J.M. 1996. Acumulación de proteínas en el

- grano de cebada en ambiente Mediterraneo. In Nutrición Mineral de las Plantas en la Agricultura Sostenible. *Congresos y Jornadas*, **40/97**:275-279. Dirección General de Investigación y Formación Agraria, Junta de Andalucía.
- García del Moral, L.F. & Ramos, J.M. 1989. Fisiología de la producción de grano. In Molina-Cano, J. (ed) *La Cebada: Morfología, Fisiología, Genética, Agronomía y Usos Industriales*, pp. 137-178. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- Garcia, P. 2005. *Fertilização Azotada em Cevada para Malte (Hordeum vulgare L. spp. distichum) em Regadio*. Relatório de Projecto do Curso de Engenharia de Sistemas Agrícolas e Ambientais, ramo Agricultura Industrial. Escola Superior Agrária de Beja, Beja.
- Hector, D., Fukai, S. & Goynes, P. 1996. Adapting barley growth model to predict grain protein concentration for different water and nitrogen availabilities. *Proceedings of the 8th Australian Agronomy Conference*, Toowoomba.
- Lauer, J.G. & Partridge, J.R. 1990. Planting date and nitrogen rate effects on spring malting barley. *Agron. J.*, **82**:1083-1088.
- López-Bellido, L. 1991. *Cultivos Herbáceos vol. I - Cereales*. Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- Molina-Cano, J.L. 1989. Agronomía. Patología. In Molina-Cano, J. L. *La Cebada: Morfología, Fisiología, Genética, Agronomía y Usos Industriales*, pp. 179-198. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- Moreno, A. & Moreno, M. 2002. El abonado nitrogenado de la cebada en Castilla-La Mancha. *Revista Agropecuaria*, **71(840)**:453-455.
- Nair, T.V.R. & Chatterjee, S. R. 1990. Nitrogen metabolism in cereals: Case studies in wheat, rice, maize and barley. In Abrol, Y.P. (ed.) *Nitrogen in Higher Plants, Research Studies Press Ltd.*, pp. 367-426. Somerset, England.
- Patanita, M., López Bellido, R., López Bellido, L. & Gonçalves, C. 2005. Chlorophyll meter to predict nitrogen topdressing requirement and grain protein contents for malting barley. *Proceedings of the 30th European Brewery Convention Congress*, 14 a 19 Maio 2005. Prague, Czech Republic.
- Ramos, J., García del Moral, L. & Recalde, L. 1985. Vegetative growth of winter barley in relation to environment conditions and grain yield. *J. Agric. Sci. (Camb.)*, **104**:413-419.
- Regato, J., Patanita, M., Garcia, F., Nobre, R. & Geadas, M. 1993. *Estudo dos sistemas de Agricultura Praticados na Zona Agrária de Beja. Parte I – Zonagem Agro-Ecológica da Zona Agrária de Beja*. Instituto Politécnico de Beja, Escola Superior Agrária, Beja.
- Rao, A.C.S., Smith, J.L., Jandhyala, V.K., Papendick, R.I. & Parr, J.F. 1993. Cultivar and climatic effects on the protein content of soft white winter wheat. *Agron. J.*, **85**:1023-1028.
- Ruiter, J., Armitage, J. & Cameron, B. 1999. Effects of irrigation and nitrogen fertiliser on yield and quality of malting barley grown in Canterbury, New Zealand. In Proceedings of the 9th Australian Barley Technical Symposium, 1999.
- Ruiter, J.M. & Haslemore, R.M. 1996. Role of nitrogen and dry matter partitioning in determining the quality of malting barley. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, **24 (1)**:77-87.
- SROA 1961. *Carta de Solos de Portugal n° 43C*. Ministério da Economia, Secretaria de estado da Agricultura, Lisboa.

- SROA 1962. *Carta de Solos de Portugal n° 42D*. Ministério da Economia, Secretaria de Estado da Agricultura, Lisboa.
- Vera-Núñez, J.A., Grageda-Cabrera, O.A, Vuelvas-Cisneros, M, A., & Peña-Cabriales, J. J. 2001. Absorción de nitrógeno (15N) por el cultivo de cebada en relación con la disponibilidad de agua en "el bajío", Guanajuato, Mexico. *Terra*, **20**:57-64
- Widdowson, F.V., Darvy, R.J., Derwar, A.M., Jenking, J.F., Kerry, B.R., Lawlor, D.W., Plumb, R.T., Ross, C.J.S., Scott, G.C., Todd, A.D. & Wood, D.W. 1986. The effects sowing date and other factors on growth, yield and nitrogen uptake, and on incidence of pests and diseases of winter barley at Rothamsted from 1981-1983. *J. Agric. Sci. Camb.*, **106**:551-574.
- Zadoks, J.C., Chang, T.T. & Konzak, C.F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Res.*, **14**:415-421.