

ENSAIOS COM CULTIVARES DE COLZA DE INVERNO, DOSES DE AZOTO E PROFUNDIDADES DE SEMENTEIRA EM TRÁS-OS-MONTES

STUDIES ON RAPESEED WINTER CULTIVARS, NITROGEN RATES AND SEEDING DEPTHS IN NORTHEASTERN PORTUGAL

Manuel Ângelo Rodrigues¹, Isabel Ferreira¹, Margarida Arrobas¹

RESUMO

Durante as estações de crescimento de 2007/08 e 2008/09 foram conduzidos ensaios de campo com variedades de Inverno de colza na Quinta de Sta. Apolónia em Bragança. O ensaio de 2007/08 incluiu quatro cultivares (Lucia, Recital, Nelson, NK Ready) e três modalidades de fertilização azotada [fundo+cobertura (0+50, 25+75 e 50+100 kg N ha⁻¹)], numa experiência organizada em *split-plot* com as cvs. inseridas em *main-plots* e a adubação em *subplots*. O ensaio de 2008/09 incluiu mais quatro cvs. (PR46W10, PR46W14, PR46W31 e PR45D01), num total de oito, sendo a experiência organizada de forma completamente casualizada. Em estufa decorreu um ensaio de germinação com as oito cvs. e quatro profundidades de sementeira (1, 4, 8 e 12 cm). Em 2007/08 a produção de semente não foi estatisticamente diferente entre cultivares. Em média atingiu-se uma produção de semente próxima de 3000 kg ha⁻¹, em resposta a uma Primavera particularmente chuvosa e fresca. Em 2008/09 a produção foi bastante inferior, limitada por uma estação anormalmente seca nos meses de Março, Abril e Maio. Em média obteve-se um terço (1000 kg ha⁻¹) da produção do ano

anterior. No segundo ano, as diferenças entre cvs. foram significativas, variando a produção entre 851 e 1558 kg ha⁻¹ nas cvs. PR46W14 e Nelson, respectivamente. Não se registaram diferenças significativas entre doses de N, sugerindo o resultado que será possível obter boas produções com doses moderadas do nutriente. Os dados da evolução fenológica das plantas recomendam uma sementeira precoce, de preferência ainda em Setembro, de forma a assegurar um bom desenvolvimento vegetativo inicial. Apesar do reduzido tamanho da semente, os resultados revelaram que até 4 cm de profundidade não ocorre redução significativa na percentagem de germinação.

Palavras-chave: Adubação azotada, *Brassica napus* L., cultivares de inverno, desenvolvimento fenológico, profundidade de sementeira.

ABSTRACT

Field experiments with rapeseed winter cultivars were carried out during the growing seasons of 2007/08 and 2008/09 in the Sta Apolónia farm in Bragança, NE Portugal. In the trial of 2007/08 four cultivars (Lucia, Recital, Nelson, NK Ready) and three N rates [basal+sidedress (0+50, 25+75 e 50+100 kg N ha⁻¹)] were included in an experimental design arranged as a split-plot. The cultivars were included as main-plots and the N rates as subplots. The trial of 2008/09 included four further cultivars (PR46W10, PR46W14, PR46W31 e PR45D01), of a total of eight, being the experimental set up arranged as

¹ Centro de Investigação de Montanha (CIMO) –
Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de
Bragança, 5301-855 Bragança;
E-mail: angelor@ipb.pt

a completely randomized design. A germination trial was conducted in a greenhouse with the eight cultivars and four selected seeding depths (1, 4, 8 and 12 cm). In the 2007/08 field experiment, the seed yield was not statistically different among cultivars. An average of approximately 3000 kg seed ha⁻¹ was achieved for each cultivar, as a result of a rainy and cool spring. In 2008/09 the seed yield was markedly lower in comparison with the previous year, as a consequence of the lack of rainfall in the months of March, April and May. On average, only one third (1000 kg seed ha⁻¹) of the production of 2007/08 was achieved. In the second year, significant differences among cultivars were observed. The production varied from 851 to 1558 kg seed ha⁻¹ in the cultivars PR46W14 and Nelson, respectively. No significant differences were found among N treatments. It seems that good rapeseed yields can be obtained with moderate N rates. The poor development of young plants in the autumn recommends an early seeding, preferably in September, in order to enhance the development of the young plants before the winter frost. In spite of the reduced seed size, the results showed the feasibility of seeding between 1 and 4 cm depth without significant reduction in the percentage of emergence.

Key-words: *Brassica napus* L., nitrogen rates, plant phenological development, seeding depth, winter rapeseed cultivars.

INTRODUÇÃO

A produção mundial de colza mais que duplicou nos últimos 20 anos. A informação disponibilizada pela FAO (2010) refere uma produção próxima de 22 x 10⁶ t em 1988 e 51 x 10⁶ t em 2007. O forte aumento da produção de colza deve-se à melhoria progressiva da qualidade do óleo para fins alimentares e dos bagaços para alimentação animal e, recentemente, ao facto da colza estar a ser promovida em todo o mundo como cultura energética, devido às qualidades do óleo para produção de

biodiesel (Körbitz, 1995). Atendendo à importância que vem sendo dada às energias renováveis é de esperar que a importância da colza continue a aumentar a uma escala global.

As variedades de colza cultivadas actualmente incluem-se maioritariamente na espécie *Brassica napus* L.. Na parte Oeste do Canadá cultivam-se variedades pertencentes à espécie *Brassica rapa* L. particularmente tolerantes ao frio (Kimber & McGregor, 1995). Na Finlândia, *B. rapa* é também a espécie dominante (Peltonen-Sainio *et al.*, 2009). Algumas variedades da espécie *B. rapa* cultivadas no Canadá são designadas de Canola (Canadian oil, low acid) por apresentarem teores reduzidos de ácido erúico no óleo e de glucosinolatos nos bagaços. Na Europa têm também sido obtidas variedades de colza praticamente livres de ácido erúico e glucosinolatos (Guerrero, 1999).

A colza é uma cultura particularmente bem adaptada a climas temperados frios. O óptimo ecológico à escala global situa-se na Europa Ocidental e Setentrional, sobretudo em países como Alemanha, Bélgica e Dinamarca. A produtividade média nacional naqueles países ultrapassa frequentemente 3500 kg semente ha⁻¹ (FAO, 2010). Nos países mediterrânicos a produtividade média decresce, devido à reduzida precipitação e temperaturas elevadas a partir da Primavera. O stresse hídrico é dos principais constrangimentos ao desenvolvimento da cultura nas regiões áridas (Norouzi *et al.*, 2008). No mercado surgem variedades de Inverno e de Primavera, apresentando as primeiras elevadas necessidades de vernalização e maior tolerância ao frio, em particular na fase de roseta (Guerrero, 1999). Em Espanha, onde se cultiva colza há muitos anos, são recomendadas variedades de Inverno com sementeira precoce, a partir de 10 de Setembro, para as regiões mais frias e variedades de Primavera com sementeira no Outono, até Novembro, para o Sul do país (Guerrero, 1999).

A colza é uma cultura que responde a doses elevadas de azoto (Pouzet, 1995; Ozer, 2003; Rathke *et al.*, 2005; Németh *et al.*, 2009), podendo ser necessário aplicar quantidades superiores a 200 kg N ha⁻¹ para se atingirem produções elevadas. Por outro lado, a eficiên-

cia de uso do N é normalmente baixa (Fismes *et al.*, 2000; Rathke *et al.*, 2006). Assim, deve fraccionar-se a aplicação para melhorar a eficiência de uso do nutriente e reduzir riscos de contaminação ambiental. O fraccionamento, com aplicação de 25 a 50 kg N ha⁻¹ em fundo, parece ser importante para assegurar um bom desenvolvimento vegetativo da cultura na fase de roseta (Anon., s.d.), embora efeitos na produção pela aplicação de N em fundo raramente tenham sido observados (Pouzet, 1995).

A colza deve ser semeada o mais superficialmente possível, devido ao reduzido tamanho da semente. De acordo com Guerrero (1999) a profundidade de sementeira não deve ultrapassar 1 cm. Os catálogos comerciais referem profundidades de sementeira óptimas próximas dos 2 cm (Anon., s.d.). Com sementeira superficial assegura-se uma emergência rápida e plântulas mais vigorosas. Contudo, em períodos secos a superfície do solo pode desidratar muito rapidamente e dificultar a embebição da semente, o que pode justificar uma sementeira a maior profundidade (Pouzet, 1995).

A colza está a ser introduzida em Portugal para produção de biocombustíveis. Atendendo ao facto de se poder cultivar no período Outono/Inverno pode apresentar vantagens relativamente ao Girassol quando cultivado em sequeiro, devido ao melhor aproveitamento dos recursos hídricos de Inverno. A colza, com um ciclo cultural a terminar durante o mês de Junho, fica também menos exposta a temperaturas elevadas. Estudos conduzidos no sul do país demonstraram ser possível obter mais de 2000 kg de semente por hectare com a cultura da colza (Lourenço & Palma 2006). Apesar da importância desta cultura noutros países com condições ecológicas “semelhantes” a Portugal, a colza só agora está a ser difundida no país para fins comerciais, nomeadamente na região sul. Atendendo à extensa área que já foi cultivada em Trás-os-Montes com cereais, parece-nos que a região também tem potencial para entrar no circuito comercial da colza.

Este trabalho relata os primeiros estudos de adaptação da colza às condições de cultivo de Trás-os-Montes. São apresentados resultados

de dois ensaios de campo com cultivares. Um dos ensaios foi organizado em *split-plot*, tendo quatro cultivares sido incluídas nos *main-plots* e três diferentes doses de N nos *sub-plots*. O segundo ensaio incluiu oito cultivares, e foi organizado de forma completamente casualizada. São também apresentados resultados de um ensaio de germinação que envolveu oito cultivares e quatro profundidades de sementeira. Cultivares, adubação azotada e profundidade de sementeira são aspectos importantes sobre os quais se deve dispor de informação quando se pretende introduzir pela primeira vez uma cultura numa dada região.

MATERIAIS E MÉTODOS

Localização dos ensaios

As experiências de campo decorreram em Bragança, na Quinta de Sta Apolónia, nas estações de crescimento de 2007/08 e 2008/09. O clima da região é do tipo mediterrânico com alguma influência do regime atlântico. De acordo com a normal climatológica da região, a temperatura média do ar é de 11.9 °C e a precipitação anual de 741 mm. Os valores da temperatura do ar e da precipitação registados durante os ensaios são apresentados na Figura 1.

A colza foi inserida numa rotação octoanual de regadio do tipo C/I₄-P₄, em que C representa um cereal de verão, milho cultivado para silagem, I representa uma cultura intercalar de Inverno, um ferrejo de gramíneas para silagem, e P representa um prado temporário de 4 anos. A colza foi semeada após a colheita do milho, tendo sido interrompida a rotação após os terceiro e quarto anos de milho, respectivamente em 2007 e 2008. No ensaio de 2008/09 foi utilizada uma parcela de solo diferente, mas adjacente à utilizada no ano anterior. O solo está classificado como Cambissolo eutrítico, apresentando textura franca (66% areia, 18% limo e 16% argila). Os resultados das análises de terras feitas no início das experiências, em 2007 e 2008, identificaram um solo com pH(H₂O) de 6,5, teor de matéria orgânica baixo (15 a 16 g kg⁻¹) e teores de fósforo e

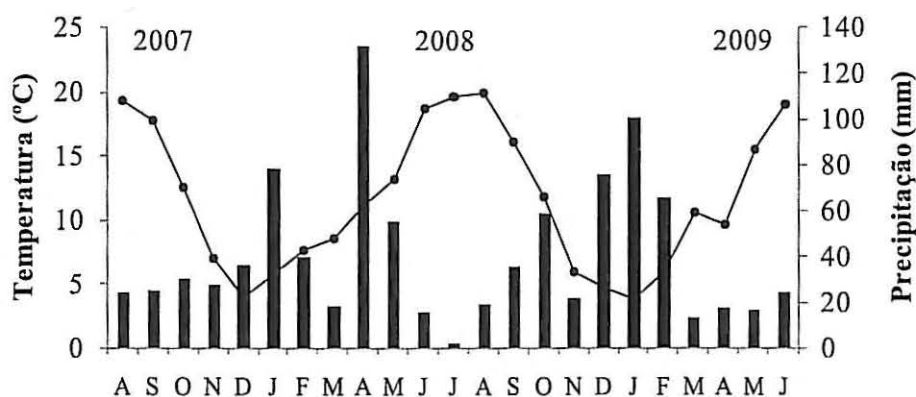


Figura 1 – Temperatura média do ar e precipitação mensal acumulada na estação meteorológica da Quinta de Sta Apolónia, durante os dois anos em que decorreram os ensaios de campo.

potássio, determinados pelo método Egner-Rhiem, respectivamente muito baixos (13 a 20 mg kg⁻¹, P₂O₅) e muito altos (185 a 196 mg kg⁻¹, K₂O).

Delineamento experimental

Em 2007 a experiência de campo foi organizada num delineamento em *split-plot*. Constituíram-se 3 blocos em função do ligeiro declive do terreno. Como talhão principal (*main-plot*) foram inseridas quatro cultivares (Lucia, Recital, Nelson e NK Ready) e como *subplot* foram incluídas as modalidades de fertilização azotada (fundo + cobertura) 0 + 50, 25 + 75 e 50 + 100 kg N ha⁻¹. A modalidade de 25 + 75 kg N ha⁻¹ representa a recomendação de fertilização para uma produção esperada de 2000 kg de semente por hectare. A área dos *subplots* foi de 12 (4x3) m². Em 2008 a experiência foi organizada com um só factor (cultivares) num delineamento completamente casualizado com três repetições. As cultivares ensaiadas foram Lucia, Recital, Nelson, NK Ready, PR46W10, PR46W14, PR46W31 e PR45D01. A adubação azotada efectuada foi (fundo + cobertura) de 25 + 75 kg N ha⁻¹. A área de cada talhão foi de 20 (5x4) m².

Técnica cultural

A preparação do solo seguiu uma sequência clássica de operações que incluíram a lavoura

com reviramento de leiva e escarificações para preparação da cama para a semente. A adubação de fundo consistiu na aplicação de superfosfato de cálcio de forma a incorporar 22 kg P ha⁻¹ (semelhante em 2007 e 2008) e nitrolusal nas doses de azoto previstas nos delineamentos experimentais. A sementeira foi efectuada de forma manual, sendo as sementes colocadas nos micro-regos deixados pela última escarificação. Posteriormente as sementes foram cobertas com uma enxada, numa tentativa de as colocar entre 1 e 4 cm de profundidade. Utilizou-se uma densidade de sementeira próxima de 6 kg de semente por hectare. As datas de sementeira foram em 12 e 18 de Outubro de 2007 e 2008, respectivamente. A adubação de cobertura do ensaio de 2007/08 foi efectuada em 1 Março de 2008, de forma manual a lanço nos talhões e doses previamente definidas no delineamento experimental. A adubação de cobertura na experiência de 2008/09 foi efectuada em 13 de Março de 2009. As infestantes foram controladas com sacha manual efectuada em 6 e 14 de Março de 2008 e 2009, respectivamente. Em 2008 foi aplicada uma calda à base de ditiocarbamato, após ter sido diagnosticada a presença na seara de plantas infectadas com *Sclerotinia sclerotiorum*.

Determinações

Durante toda a estação de crescimento fez-se o registo periódico da evolução fenológica

da cultura, com apoio em fotografia digital, e seguindo a escala fenológica para a colza descrita em Mendham e Salisbury (1995).

No ensaio de 2007/08 foi monitorizado o estado nutritivo das plantas através da determinação do teor de nitratos nos pecíolos e da intensidade da cor verde medida com o aparelho portátil SPAD-502. O teor de nitratos nos pecíolos foi determinado em 1 de Março e os valores SPAD em 1 de Março, imediatamente antes da adubação de cobertura, e em 1 de Abril, um mês após a adubação de cobertura. Para a determinação do teor de nitratos nos pecíolos foram colhidas as folhas mais jovens com o limbo completamente expandido, tendo os limbos sido removidos com um *x-ato* e apenas os pecíolos conduzidos a laboratório. Os pecíolos foram colocados a secar em estufa com ventilação forçada, regulada a 65 °C. Posteriormente procedeu-se à sua moenda. Na preparação dos extractos usaram-se tomas de 1,00 g a que se adicionaram 50 mL de água destilada. A suspensão foi agitada durante uma hora e filtrada em papel Watmann #42. A concentração de nitratos nos pecíolos foi determinada com um reflectómetro RQFlex, que utiliza tiras de teste Reflectoquant, calibradas para a gama de 5 a 225 mg NO₃⁻/L, seguindo a metodologia descrita em Rodrigues *et al.* (2005). A intensidade da cor verde foi medida em campo por um processo não destrutivo, utilizando o aparelho SPAD-502. O valor em cada talhão foi obtido com a média de 30 leituras do aparelho obtidas na extremidade apical dos limbos, ainda que afastadas da bainha principal, usando a folha mais jovem com o limbo completamente expandido em cada planta.

Em 2008 a colheita foi efectuada logo após as sementes adquirirem a cor castanha, próximo da maturação fisiológica, para evitar os danos provocados pelos pássaros. Em 2009 a colheita ocorreu com as síliquas ligeiramente mais secas, tendo o ensaio sido previamente coberto com lonas de rede. A amostragem incidiu numa área de 1 m², delimitada com uma estrutura metálica quadrada que era colocada aleatoriamente dentro de cada talhão. A debulha e limpeza das sementes foram efectuadas

manualmente após completa desidratação das síliquas por exposição ao sol.

Ensaio de germinação

Numa estufa de cobertura em policarbonato de parede dupla decorreu um ensaio de germinação com as oito cultivares já mencionadas. As sementes de cada cultivar foram colocadas a germinar em vasos de 5 litros preparados com substrato composto por uma mistura de turfa, areia e vermiculite, à razão de 3:1:1. Foram colocadas 30 sementes de cada cultivar por vaso nas profundidades 1, 4, 8 e 12 cm e num total de três repetições. Foram usados 96 vasos resultantes de oito cultivares, quatro profundidades e três repetições. Foi acompanhada a evolução diária das emergências. Como data de germinação considerou-se o registo em que se atingiu ou ultrapassou o valor de 50% de sementes germinadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Evolução fenológica das plantas

A Figura 2 mostra de forma esquemática a evolução fenológica das plantas durante a estação de crescimento seguindo a escala fenológica proposta por Mendham & Salisbury (1995). Apesar das limitações que existem na utilização de escalas fenológicas em dicotiledóneas, esta apresenta-se relativamente simples de interpretar, na medida em que assenta num código decimal semelhante à escala fenológica proposta por Zadoks *et al.* (1974) para os cereais e que tem tido aceitação praticamente universal. Associou-se à evolução fenológica da colza a soma de temperaturas, calculadas pelo princípio do grau.dia de crescimento (Bonhomme, 2000), partindo de uma temperatura basal de 5 °C, como proposto por Mendham & Salisbury (1995).

As plantas de colza mostraram um desenvolvimento incipiente na fase de roseta, com as folhas verdadeiras de tamanho muito reduzido. O grau de cobertura do solo foi mínimo até Fe-

vereiro. Este aspecto merece a nossa atenção uma vez que os catálogos comerciais da cultura (Anon., s.d.) apresentam plantas com desenvolvimento fenológico exuberante desde meados do Outono. Nestas experiências as sementeiras ocorreram em 12 e 18 de Outubro, respectivamente em 2007 e 2008. Esta pode ser a razão para o reduzido desenvolvimento da roseta, na medida em que com sementeiras em meados de Outubro a emergência vai ocorrer no fim desse mês ou no início de Novembro. Desta forma, perdendo as primeiras semanas do Outono (mais quentes), o integral térmico até final de Fevereiro é muito reduzido (Figura 2), comprometendo o desenvolvimento da planta. Assim, uma sementeira mais precoce parece ser recomendável, uma vez que favorece o desenvolvimento inicial e confere resistência ao frio (Pouzet, 1995). Sementeiras a partir de 15 de Setembro, tal como são recomendadas para a região de Zamora em Espanha (Anon, s.d.), podem apresentar vantagens nesta região.

O período de floração foi longo, particularmente em 2007/08 em que a Primavera decorreu chuvosa. A floração teve início em fim de Março/início de Abril e prolongou-se de forma escalonada por um período de dois meses até ao fim de Maio/início de Junho. Este aspecto é de grande importância pois confere plasticidade à cultura face ao surgimento de qualquer stress ambiental, em particular geadas tardias de Primavera. A Primavera fria e seca de 2009 mostrou que algumas flores numa haste floral abortavam, face a eventos de frio intenso, enquanto as silíquas já formadas e os botões florais se mantinham em crescimento sem dano visível. Desta forma, e dado o grande escalonamento da floração, um fenómeno meteorológico adverso parece afectar apenas em parte a produtividade mas não colocar necessariamente em causa a viabilidade da cultura.

Foi também observado que, apesar do enorme escalonamento da floração, todas as cultivares ensaiadas apresentaram uma boa concentração da maturação das sementes. Nas silíquas da extremidade superior da haste floral ocorreu um rápido enchimento do grão sem que se tenham verificado vestígios de deiscência nas silíquas da base. Dado o fim

de ciclo abrupto que caracteriza a estação de crescimento nesta região (devido ao aumento da temperatura e redução da disponibilidade hídrica no fim da Primavera), não é possível discutir se a concentração da maturação foi sobretudo devida a aspectos genéticos das cultivares ou se resultou da falta de condições ecológicas para o desenvolvimento das plantas. Seja qual for a razão, a concentração da maturação e a deiscência das silíquas não mostraram ser um problema agrónomico relevante nestas cultivares, embora o intenso ataque de pássaros não tenha permitido que a seara fosse mantida até ao momento de colheita desejado.

Produção de semente

A produção de semente nas quatro cultivares ensaiadas no ano de 2007/08 (Lucia, Recital, Nelson e NK Ready) não variou significativamente, estando próxima de 3000 kg ha⁻¹ (Quadro 1). Também não ocorreram diferenças significativas na produção média de semente devido às diferentes doses de azoto. A adubação azotada de 0+50 kg N ha⁻¹ originou produção estatisticamente equivalente à adubação com 50+100 kg N ha⁻¹, apesar da colza normalmente responder a doses elevadas de azoto (Ozer, 2003; Rathke et al., 2006). Em concordância com os nossos resultados, Schmidhalter (2008) também não registou diferenças significativas na produção de semente de colza quando utilizou 50, 100 e 150 kg N ha⁻¹.

A falta de resposta ao azoto pode em parte ser justificada pela falta de precipitação durante o Outono e Inverno. O azoto residual resultante da cultura anterior terá permanecido no solo até à Primavera seguinte, uma vez que a falta de precipitação não favoreceu a perda de azoto por lixiviação e desnitrificação de nitratos. Apesar do precedente cultural ter sido milho, uma planta de elevada capacidade de exportação de azoto, o desenvolvimento vegetativo daquela cultura foi, nesse ano, muito modesto devido a problemas com o sistema de rega. O fraco desenvolvimento do milho terá contribuído para o aumento do

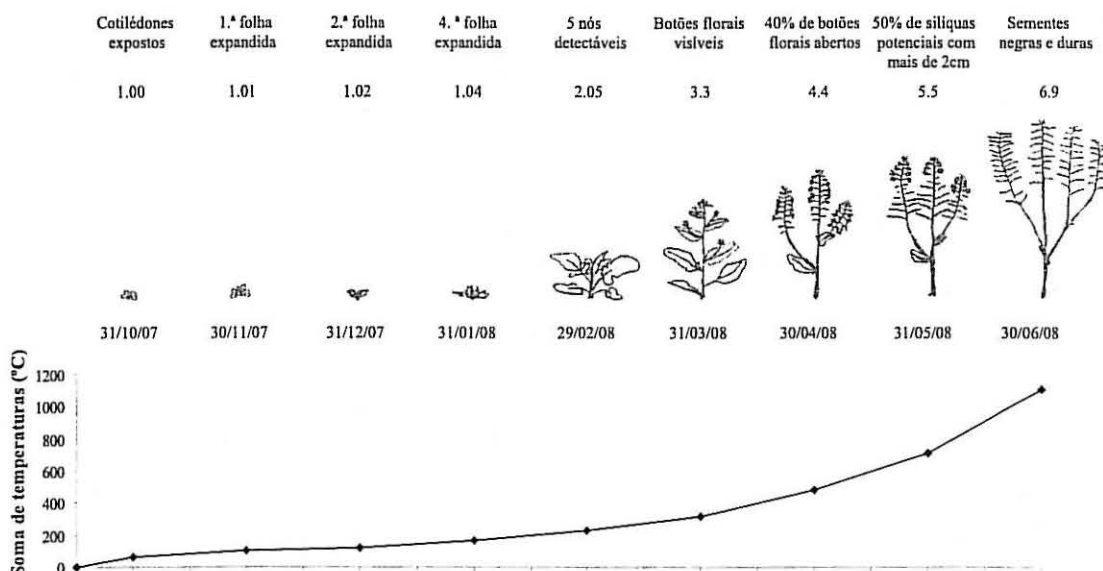


Figura 2 – Figura 2 - Evolução da fenologia da planta ao longo da estação de crescimento de acordo com a escala proposta por Mendham e Salisbury (1995), em função da soma de temperaturas (*GDD*, *Growing Degree Day*) calculada a partir de uma temperatura basal (ou zero vegetativo) de 5°C. Cálculos efectuados a partir da equação $GDD = \sum_{S1}^{S2} (T_m - b_0)$, em que T_m é a temperatura média diária, b_0 a temperatura basal e $S1$ e $S2$ representam estados fenológicos da cultura.

azoto potencialmente disponível no solo para a cultura seguinte. Também Sieling & Christen (1997) e Rathke *et al.* (2005) observaram diferentes respostas da colza à dose azotada dependendo do precedente cultural.

A não observação de diferenças significativas na produção de semente, quer devidas ao efeito genético das cultivares quer à dose de azoto, terá também justificação na elevada variabilidade experimental resultante de uma sementeira manual pouco uniforme. Apesar da elevada plasticidade da planta à densidade de sementeira (Mendham & Salisbury, 1995), uma irregular densidade po-

pulacional nos diferentes talhões terá contribuído para a diminuição da qualidade da amostra.

Os resultados da produção de semente das oito cultivares ensaiadas em 2008/09 são apresentadas no Quadro 2. As produções médias apresentaram diferenças estatísticas entre cultivares e variaram entre 851,4 e 1557,9 kg de semente por hectare, respectivamente nas cultivares PR46W14 e Nelson. As produções médias em 2008/09 foram marcadamente inferiores às do ano anterior, representando, de uma forma geral, um terço dos valores obtidos em 2007/08.

Quadro 1 – Produção de semente de quatro cultivares de colza em função da dose de azoto aplicado no ensaio de 2007/08.

Cultivar*	Tratamento fertilizante (kg N ha ⁻¹)*		
	0 + 50	25 + 75	50 + 100
	----- Produção de semente (kg ha ⁻¹) -----		
Lucia	2417,1	3572,1	2576,3
Recital	3589,7	1749,2	3498,9
Nelson	3194,4	3278,4	2637,4
NK Ready	3795,0	3869,6	3117,7

*Efeitos da cultivar e da dose de azoto estatisticamente não significativos ($\alpha < 0,05$).

A diferença de produtividade nos dois anos agrícolas terá sido sobretudo devida às diferenças de precipitação no fim do Inverno e Primavera (Figura 1). Em 2008, Abril e Maio foram meses particularmente chuvosos e frescos, muito favoráveis ao desenvolvimento da colza. Em 2009, a precipitação foi anormalmente baixa nos meses de Março, Abril e Maio e ocorreram picos de calor ainda durante o mês de Março, comprometendo fortemente a produtividade da cultura. As produtividades elevadas e baixas nos dois anos agrícolas consecutivos foram o reflexo de anos com condições climáticas atípicas, em 2008 particularmente favoráveis e em 2009 muito desfavoráveis.

Indicadores do estado nutritivo

O teor de nitratos nos pecíolos é o indicador do estado nutritivo azotado generalizado em espécies com pecíolos proeminentes,

fáceis de amostrar, como a batateira (Rodrigues, 2004), a beterraba (Gilbert *et al.*, 1981), o algodoeiro (Tewolde *et al.*, 1995) e a própria colza (Schmidhalter, 2008). A importância dos pecíolos deve-se ao facto dos nitratos se acumulam nos vacúolos, em particular nas células dos tecidos condutores. O efeito das cultivares sobre o teor de nitratos nos pecíolos foi mais evidente que o efeito das doses de azoto (Quadro 3). O resultado pode significar que a monitorização do estado nutritivo da colza por este método fica dificultada, pois, para um estado nutritivo similar, diferentes genótipos apresentam teores de nitratos nos tecidos diferenciados. Em outras culturas também têm sido observadas diferenças no teor de nitratos nos pecíolos entre cultivares (Lewis & Love, 1994). Por outro lado, diferenças no metabolismo dos nitratos pode dar informação relevante sobre a eficiência de uso do azoto (Leleu *et al.*, 2000; Balint & Rengel, 2008).

Quadro 2 – Produção de semente de oito cultivares de colza no ensaio de 2008/09.

Cultivar	Produção (kg ha ⁻¹)	Cultivar	Produção (kg ha ⁻¹)
Lucia	1010,3 ab	PR46W10	1000,9 ab
Recital	1218,4 ab	PR46W14	851,4 b
Nelson	1557,9 a	PR46W31	1127,3 ab
NK Ready	908,0 ab	PR45D01	897,9 ab

Médias com a mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey-Kramer HSD ($\alpha < 0.05$) em comparação entre todas as cultivares das duas colunas.

Quadro 3 – Nitratos nos pecíolos em função da dose de azoto aplicada (g NO₃ kg⁻¹MS).

Cultivar	Dose de N (fundo + cobertura) (kg ha ⁻¹)			Média total
	0 + 50	25 + 75	50 + 100	
	----- g NO ₃ ⁻ kg ⁻¹ -----			
Lúcia	25,3 b	44,9 a	35,2 ab	35,1 b
Recital	42,8 b	69,3 a	33,2 b	48,4 a
Nelson	14,6 b	27,3 a	28,4 a	23,4 c*
NK Ready	6,3 b	16,6 a	21,3 ab	14,7 d

Médias com a mesma letra na linha [efeito da dose de N (subplot) dentro da cultivar (main-plot)] ou na coluna [última coluna, efeito da cultivar (main-plot)] não são diferentes pelo teste de Tukey-Kramer HSD ($\alpha < 0.05$).

O teor de nitratos nos pecíolos reflecte também alguma variabilidade experimental, que pode dever-se a duas razões principais: uma densidade de plantas pouca homogénea, pois sabe-se que este factor influencia o estado nutritivo azotado (Sunderman et al., 1979), e dificuldade em padronizar o processo de amostragem, já que eleger a folha mais jovem com o limbo expandido não é fácil nesta cultura, dada a grande diferença de tamanho dos limbos em função da idade da planta.

A adubação de fundo efectuada em Outubro não influenciou significativamente a intensidade da cor verde das folhas, medida com o aparelho SPAD-502 em 1 de Março de

2008 (Quadro 4). Após a adubação de cobertura registou-se um aumento na intensidade da cor verde com a dose de azoto. As médias dos tratamentos fertilizantes apresentaram diferenças significativas com a cultivar NK Ready (Quadro 5). Os registos clorofila-SPAD têm sido usados em muitas culturas como indicador do estado nutritivo azotado (Piekielek & Fox, 1992; Westcott & Wraith, 1995; Rodrigues, 2004), parecendo também ser possível obter sucesso satisfatório na colza, atendendo aos resultados obtidos sobretudo após a adubação de cobertura.

O efeito das cultivares foi contudo mais evidente que o efeito das doses de azoto (Quadros 4 e 5). As cultivares apresentaram

Quadro 4 – Intensidade da cor verde nas folhas determinada com o medidor SPAD-502 em 1 de Março de 2008, imediatamente antes da adubação de cobertura.

Cultivar	Dose de N (fundo + cobertura) (kg ha ⁻¹)			Média total
	0 + 50	25 + 75	50 + 100	
----- Valores SPAD -----				
Lúcia	42,1 a	44,0 a	43,6 a	43,1 c
Recital	50,0 a	50,9 a	51,5 a	50,8 b
Nelson	52,6 a	52,1 a	52,3 a	52,3 a
NK Ready	53,0 a	53,5 a	53,6 a	53,3 a

Médias com a mesma letra na linha [efeito da dose de N (subplot) dentro da cultivar (main-plot)] ou na coluna [última coluna, efeito da cultivar (main-plot)] não são diferentes pelo teste de Tukey-Kramer HSD ($\alpha < 0,05$).

Quadro 5 – Intensidade da cor verde nas folhas determinada com o medidor SPAD-502 em 1 de Abril de 2008, um mês após a adubação de cobertura.

Cultivar	Dose de N (fundo + cobertura) (kg ha ⁻¹)			Média total
	0 + 50	25 + 75	50 + 100	
----- Valores SPAD -----				
Lúcia	47,9 a	45,8 a	49,5 a	47,7 b
Recital	47,1 a	46,1 a	48,1 a	47,1 b
Nelson	48,4 a	48,1 a	50,5 a	49,0 ab
NK Ready	46,2 b	51,1 ab	55,7 a	51,0 a

Médias com a mesma letra na linha [efeito da dose de N (subplot) dentro da cultivar (main-plot)] ou na coluna [última coluna, efeito da cultivar (main-plot)] não são diferentes pelo teste de Tukey-Kramer HSD ($\alpha < 0,05$).

tonalidades diferentes, nalguns casos visíveis ao olho nu. Contudo, este aspecto não limitará o uso das medições SPAD como indicador do estado nutritivo azotado. A variação da intensidade da cor verde entre genótipos também tem sido registada noutras culturas (Blackmer *et al.*, 1993; Vitosh & Silva, 1994; Fotyma *et al.*, 1998). Para ultrapassar esta limitação, utiliza-se como indicador do estado nutritivo um valor SPAD-relativo, isto é, usa-se uma faixa de referência em que se aplica azoto em quantidade elevada, de forma a maximizar a intensidade da cor verde. O SPAD-relativo reflecte percentualmente o afastamento da tonalidade da planta no campo de cultura em relação à tonalidade da faixa de referência. Este procedimento proposto por Schepers *et al.* (1992) tem-se generalizado entre investigadores (Piekielek *et al.*, 1995; Westcott & Wraith, 1995; Waskom *et al.*, 1996; Rodrigues, 2004).

Emergência em função da profundidade de sementeira

A resposta da cv. Lucia à profundidade de sementeira é apresentada na Figura 3. As restantes sete cultivares apresentaram padrão similar (dados não apresentados). As sementes colocadas a 1 e 4 cm atingiram percentagens de germinação estatisti-

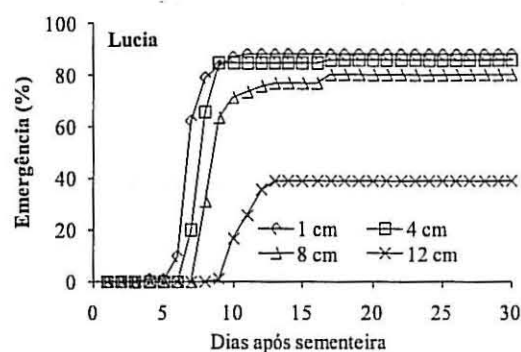


Figura 3 – Variação da percentagem de emergência ao longo do tempo na cultivar Lucia em função da profundidade de sementeira.

camente não diferentes entre si. A 8 cm de profundidade a percentagem de germinação foi menor comparativamente a 1 cm, ainda que nem sempre de forma significativa. A 12 cm a percentagem de germinação foi significativamente afectada em todas as cultivares. A duração do período de germinação (desde a data de sementeira até 50% de plantas emergidas) aumentou com a profundidade de sementeira, tendo-se registado atrasos médios de 1 a 2 dias quando se passou de 1 para 4 cm de profundidade e de 2 a 4 dias de 1 para 8 cm. A 12 cm de profundidade muitas cultivares não atingiram 50% de emergência. Hanson *et al.* (2008) registaram quebras na percentagem de emergência em seis de oito expe-

Quadro 6 – Intensidade da cor verde nas folhas determinada com o medidor SPAD-502 em 1 de Março de 2008, imediatamente antes da adubação de cobertura.

Cultivar	Profundidade	
	1 cm	4 cm
Lúcia	87,7 a	85,6 ab
Recital	87,8 a	88,9 ab
Nelson	94,4 a	97,8 a
NK Ready	96,7 a	95,6 ab
PR46W10	92,2 a	93,3 ab
PR46W14	92,2 a	94,4 ab
PR46W31	87,8 a	85,6 ab
PR45D01	88,9 a	82,2 b

Médias com a mesma letra na coluna não são diferentes pelo teste de Tukey HSD ($\alpha < 0,05$).

riências quando compararam sementeiras a 19 e 38 mm de profundidade.

A 1 cm de profundidade a percentagem de emergência nas diferentes cultivares variou entre 87,8 e 96,7. Estas diferenças entre médias não tiveram contudo significado estatístico (Quadro 6). A 4 cm de profundidade a percentagem de emergência da cv. PR45D01 (82,2%) foi significativamente inferior à percentagem de emergência na cv. Nelson (97,8%). Entre as restantes cultivares não ocorreram diferenças significativas. Todas as cultivares asseguraram mais de 87% de emergência quando a sementeira ocorreu a 1 cm de profundidade e mais de 82% quando ocorreu a 4 cm. Atendendo ao artificialismo do ensaio de germinação, sobretudo por ter ocorrido em estufa onde as condições de germinação são mais favoráveis, parece ser prudente recomendar que não sejam ultrapassados os 4 cm de profundidade na sementeira da colza.

CONCLUSÕES

A informação recolhida sobre as cultivares não permite destacar de forma inequívoca o comportamento de nenhuma delas. Num ano favorável, todas as cultivares atingiram produtividades elevadas. A cultivar Nelson deixou boas indicações quando cultivada num ano particularmente seco durante a Primavera. Foi insuficiente a informação recolhida sobre a adubação azotada, embora os resultados sugiram que produções satisfatórias possam ser obtidas com doses moderadas de azoto. Contudo, contra este argumento pesa o facto de a fertilidade natural do solo da Quinta de Sta Apolónia ser superior à generalidade dos campos dos agricultores. O fraco desenvolvimento fenológico das plantas no Outono/Inverno, devido ao facto das sementeiras terem sido efectuadas a meio do mês de Outubro, aconselha a que estas se antecipem o mais possível. Se a humidade do solo for favorável a semente deve ser colocada próxima da superfície, e no limite não ultrapassar a profundidade de 4 cm.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anon. (s.d) - *Claves para el cultivo de la colza*. Arlesa, Grupo Euralis, Espanha.
- Balint, T. & Rengel, Z. (2008) - Nitrogen efficiency of canola genotypes varies between vegetative stage and grain maturity. *Euphytica* 164: 421-432.
- Blackmer, T.M.; Schepers, J.S. & Vigil, M.F. (1993) - Chlorophyll meter readings in corn as affected by plant spacing. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 24: 2507-2516.
- Bonhomme, R. (2000) - Bases and limits to using 'degree.day' units. *Eur. J. Agron.* 13: 1-10.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2010) - *Faostat, production, crops (on line)*. Disponível em <<http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>> (acesso em: 29 de Outubro de 2010).
- Fismes, J.; Vong, P.C.; Guckert, A. & Frosard, E. (2000) - Influence of sulfur on apparent N-use efficiency, yield and quality of oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown on a calcareous soil. *Eur. J. Agron.* 12: 127-141.
- Fotyma, E.; Fotyma, M. & Bezdusznik, D. (1998) - Chlorophyll meter (SPAD-502, Minolta) a new tool for evaluating the nitrogen nutritional status of cereals. *Proc. 5th ESA Congress*. Nitra, Slovakia, pp. 304-305.
- Gilbert, W.A.; Ludwick, A.E. & Westfall, D.G. (1981) - Predicting in-season N requirements of sugarbeets based on soil and petiole nitrate. *Agron. J.* 73: 1018-1023.
- Guerrero, A. (1999) - *Cultivos herbáceos extensivos*. 6.^a Edición, Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- Hanson, B.K.; Johnson, B.L.; Henson, R.A. & Riveland, N.R. (2008) - Seeding rate, seeding depth and cultivar influence on spring canola performances in the Northern Great Plains. *Agron. J.* 100: 1339-1346.
- Kimber, D. & McGregor, D.I. (1995) - The species and their origin, cultivation and world production. In: Kimber, D. & McGregor, D.I. (Eds.) *Brassica oilseeds*. Pro-

- duction and utilization*. Cab international, Wallingford, UK, pp. 1-7.
- Körbitz, W. (1995) - Utilization of oil as biodiesel fuel. In: Kimber, D. & McGregor, D.I. (Eds.) *Brassica oilseeds. Production and utilization*. Cab international, Wallingford, UK, pp. 353-371.
- Leleu, O.; Vuylsteker, C.; Têtua, J.-F.; Degrandea, D.; Champolivierb, L. & Ramboura, S. (2000) - Effect of two contrasted N fertilisations on rapeseed growth and nitrate metabolism. *Plant Physiol. Biochem.* 38: 639-645.
- Lewis, R.J. & Love, S.L. (1994) - Potato genotypes differ in petiole nitrate-nitrogen concentrations over time. *HortScience* 29: 175-179.
- Lourenço, M.E. & Palma, P.M. (2006) - *A cultura da colza: aspectos da técnica cultural*. Universidade de Évora.
- Mendham, N.J. & Salisbury, P.A. (1995) - Physiology: crop development, growth and yield. In: Kimber, D. & McGregor, D.I. (Eds.) *Brassica oilseeds. Production and utilization*. Cab international, Wallingford, UK, pp. 11-64.
- Németh, T.; Máthé-Gáspár, G.; Radimszky, L. & Györi, Z. (2009) - Nitrogen and sulfur content of canola grown on a calcareous Chernozem soil. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 40: 825-834.
- Norouzi, M.; Toorchi, M.; Salekdeh, G.H.; Mohammadi, S.A.; Neyshabouri, M.R. & Aharizad, S. (2008) - Effect of water deficit on growth, grain yield and osmotic adjustment in rapeseed. *J. Food Agr. Environ.* 6: 312-318.
- Ozer, H. (2003) - Sowing date and nitrogen rate effects on growth, yield and yield components of two summer rapeseed cultivars. *Eur. J. Agron.* 19: 453-463.
- Peltonen-Saino, P.; Hakalala, K.; Jauhiainen, L. & Ruosteenoja, K. (2009) - Comparing regional risks in producing turnip rape and oilseed rape – Impacts of climate change and breeding. *Acta Agriculturae Scandinavica* 59: 129-138.
- Piekielek, W.P.; Fox, R.H.; Toth, J.D. & Macneal, K.E. (1995) - Use of chlorophyll meter at the early dent stage of corn to evaluate nitrogen sufficiency. *Agron. J.* 87: 403-408.
- Piekielek, W.P. & Fox, R.H. (1992) - Use of a chlorophyll meter to predict sidedress nitrogen requirements for maize. *Agron. J.* 84: 59-65.
- Pouzet, A. (1995) - Agronomy. In: Kimber, D. & McGregor, D.I. (Eds.) *Brassica oilseeds. Production and utilization*. Cab international, Wallingford, UK, pp. 65-64.
- Rathke, G.-W.; Behrens, T. & Diepenbrock, W. (2006) - Integrated nitrogen management strategies to improve seed yield, oil content and nitrogen efficiency of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): a review. *Agric. Ecosys. Environ.* 117: 80-108.
- Rathke, G.-W.; Christen, O. & Diepenbrock, W. (2005) - Effects of nitrogen source and rate on productivity and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown in different crop rotations. *Field Crops Res.* 94: 103-113.
- Rodrigues, M.A. (2004) - Establishment of continuous critical levels for indices of plant and pre-sidedress soil N status in the potato crop. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 35: 2067-2085.
- Rodrigues, M.A.; Coutinho, J.; Martins, F. & Arrobas, M. (2005) - Quantitative sidedress nitrogen recommendations for potatoes based upon crop nutritional indices. *Eur. J. Agron.* 23: 79-88.
- Schepers, J.S.; Francis, D.D.; Vigil, M. & Below, F.E. (1992) - Comparison of corn leaf nitrogen concentration and chlorophyll meter readings. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 27: 2173-2187.
- Scmidhalter, D.T. (2008) - Nitrogen status and biomass determination of oilseed rape by laser-induced chlorophyll fluorescence. *Eur. J. Agron.* 30: 238-242.
- Sieling, K. & Christen, O. (1997) - Effect of preceding crop combination and N fertilization on yield of six oil-seed rape cultivars (*Brassica napus* L.). *Eur. J. Agron.* 7: 301-306.
- Sunderman, H.,D.; Onken, A.B. & Hossner, L.R. (1979) - Nitrate concentration of cot-

- ton petioles as influenced by cultivar, row spacing, and N application rate. *Agron. J.* 71: 731-737.
- Tewolde, H.; Fernandez, C.J.; Foss D.C. & Unruh, L.G. (1995) - Critical petiole nitrate-nitrogen for lint yield and enhanced maturity in Pima cotton. *Agron. J.* 87: 223-227.
- Vitosh, M.L. & Silva, G.H. (1994) - A rapid petiole sap nitrate-nitrogen test for potatoes. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 25: 183-190.
- Waskom, R.M.; Westfall, D.G.; Spellman, D.E. & Soltanpour, P.N. (1996) - Monitoring nitrogen status of corn with a portable chlorophyll meter. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 27: 545-560.
- Westcott, M.P. & Wraith, J.M. (1995) - Correlations of leaf chlorophyll readings and stem nitrate concentrations in peppermint. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 26: 1481-1490.
- Zadoks, J. C., Chang, T. T., Konzak, C. F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Res.* 14: 415-421.



