

IV CONGRESO

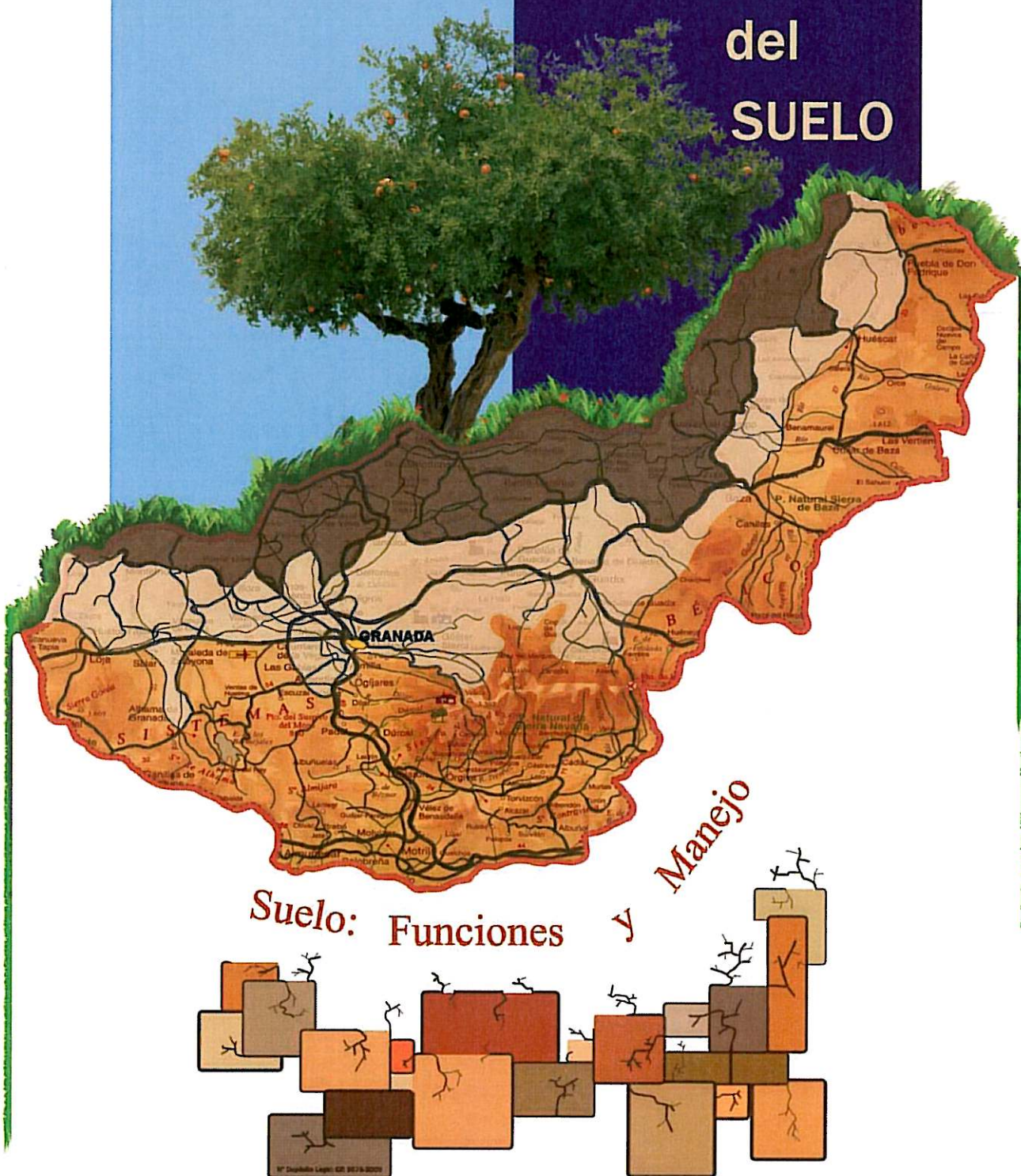
IBÉRICO

de la

CIENCIA

del

SUELO



Realizado por: Luz Villanueva Martínez

Granada del 21 al 24 de septiembre de 2010

LIBRO DE ACTAS

ORGANIZAN:



UGR | Universidad
de **Granada**



PATROCINAN:



COLABORAN:



Patronato de la Alhambra y Generalife
CONSEJERÍA DE CULTURA



Editores: Copicentro Granada
Granada 21 a 24 de septiembre de 2010
ISBN: 978 84-15026-39-6
Depósito Legal: Gr-3675-2010
© Sociedad española de la ciencia del suelo

Evidência da importância do estado nutritivo azotado das árvores na produção de olivais de sequeiro a partir de ensaios de manutenção do solo

RODRIGUES, M. A., ARROBAS, M.

Centro de investigação de Montanha – Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança

Resumo

Apesar da importância do azoto enquanto elemento nutriente e da demonstração inequívoca do seu efeito na produtividade de diversas culturas, na oliveira continua controversa a recomendação do nutriente. Neste trabalho, procurou demonstrar-se a importância de um bom estado nutritivo azotado na produção de azeitona, a partir de informação recolhida em ensaios de manutenção da superfície do solo conduzidos em Trás-os-Montes, Portugal. Foi possível estabelecer relações lineares significativas entre o estado nutritivo azotado das árvores e a produção de azeitona em 50% das nuvens de pontos estabelecidas entre a concentração de azoto nas folhas e a produção. Separando em dois grupos as árvores mais e menos produtivas, as primeiras mostraram concentrações de azoto nas folhas mais elevadas. Assim, ambas as aproximações estatísticas demonstraram que o azoto foi um importante factor limitante, que influenciou de forma significativa a produtividade. Os resultados permitem concluir que devem ser adoptados sistemas de manutenção do solo que favoreçam a oportunidade de absorção radicular e que a fertilização azotada não deve ser descurada como formas de se promover a produtividade destes olivais.

Palavras chave

Estado nutritivo azotado, fertilização azotada, manutenção do solo, *Olea europaea* L.

1. Introdução

O azoto é o principal elemento limitante da produtividade vegetal em ecossistemas naturais e em agro-sistemas (Stevenson, 1986). As necessidades das plantas são habitualmente superiores à disponibilidade natural do elemento no solo. Em solos agrícolas é frequente aplicar azoto para assegurar níveis de produtividade adequados, em particular nas culturas anuais onde frequentemente se aplica N mais que uma vez ao ano para promover a eficiência de uso do nutriente (Stark et al., 1983; Westermann et al., 1988; Roberts et al. 1991). Mesmo em culturas perenes o fraccionamento do azoto é uma prática usual quando se dispõe de sistema de fertirrigação.

Em olival, o azoto é também reconhecidamente o elemento aplicado em maior quantidade (Hartmann et al., 1966; Fernández-Escobar, 2001; Connell e Vossen, 2007), havendo referências na literatura a aplicações consideradas excessivas (Fernández-Escobar et al., 2009). Contudo, nem sempre tem sido possível registar diferenças significativas na produção de azeitona pela aplicação de azoto na forma de fertilizantes (Fernández-Escobar e Marin, 1999; Connell et al., 2002; García-Novelo et al., 2004). Em publicação recente, Fernández-Escobar et al. (2009) divulgam resultados de experiências de campo de longa duração (13 anos) em que não se registaram diferenças significativas na produção pela aplicação de fertilizante azotado. Os autores também não registaram quebras de produção,

mesmo quando a concentração de azoto nas folhas decresceu abaixo do limite crítico estabelecido para a cultura. Contudo, os autores sugerem que se aplique azoto, se bem que apenas quando a concentração do elemento nas folhas descer abaixo do limite de concentração crítica. Apesar de não registarem aumento de produção com a aplicação de azoto, os autores não assumem inequivocamente que não se aplique fertilizante azotado no olival.

A observação de respostas significativas à aplicação de azoto é referida num trabalho inicial de revisão de Hartmann et al. (1966) e foi mais recentemente registado por Jasrotia et al. (1999) e Marcelo et al. (2004). Rodrigues et al. (2008) registaram quebras de produção significativas três anos após se ter deixado de fertilizar as oliveiras com azoto em comparação com outras árvores em que se manteve a fertilização azotada. No mesmo estudo foi também registada redução da disponibilidade de azoto no solo e diminuição da concentração de azoto nas folhas quando não foi aplicado fertilizante azotado. Em concordância com estes resultados está a prática generalizada entre olivicultores da aplicação de fertilizante azotado em olival.

A forma como é mantida a superfície do solo tem grande influência na fertilidade do solo, no crescimento das árvores e na produção, apresentado, também, importantes implicações ambientais (Tisdall, 1989; Anderson et al., 1992; Lipecki e Berbeć, 1997; Pastor et al., 2001; Rodrigues et al., 2006; Rodrigues e Cabanas, 2009). Assim, não é indiferente mobilizar o olival, aplicar herbicidas ou gerir o coberto com corte ou pastoreio. Genericamente, os sistemas de não mobilização favorecem o desenvolvimento do sistema radicular à superfície, promovendo o estado nutritivo das plantas e a produção. Arrobas et al. (2010) verificaram uma melhoria no estado nutritivo em boro e um acréscimo na produção em olivais geridos com um herbicida à base de glifosato em comparação com olivais mobilizados.

2. Objectivos

Tendo em conta a reduzida informação publicada sobre a relação entre fertilização azotada, estado nutritivo azotado das árvores e produção de azeitona, neste trabalho tentou estabelecer-se a relação entre estado nutritivo azotado das plantas e produção de azeitona, tendo por base talhões geridos com diferentes sistemas de manutenção do solo. Se os sistemas de manutenção do solo influenciam o estado nutritivo das plantas, poderá ser essa uma das razões pela qual influenciam a produção de azeitona. Assim, procurou-se de forma indirecta demonstrar a importância do azoto na oliveira através da relação entre estado nutritivo das árvores (como reflexo da fertilidade do solo) e produção de azeitona.

3. Materiais e métodos

Os dados da produção e do estado nutritivo azotado das árvores foram recolhidos a partir de dois olivais de sequeiro situados em Trás-os-Montes, próximos das cidades de Bragança (41° 48' N; 6° 44' W) e Mirandela (41° 31' N; 7° 12' W). Bragança apresenta clima mediterrânico com alguma influência do regime atlântico. A temperatura média anual é de 11.9 °C e a precipitação anual de 741 mm (INMG, 1991). Mirandela apresenta um clima tipicamente mediterrânico, com temperatura média anual de 14.2 °C e precipitação anual de 520 mm.

O olival de Bragança está instalado num Regossolo, cuja profundidade efectiva média ronda os 30 cm. O terreno apresenta ligeiro declive ($\approx 2\%$). O solo apresenta textura franca,

teor de matéria orgânica próximo de 3%, pH (H₂O) ligeiramente ácido (6.0) e teores médios de P (24 mg kg⁻¹) e K (67 mg kg⁻¹), quando determinados pelo método Egner-Rhiem. O olival de Mirandela está instalado num Leptosolo, com profundidade efectiva próxima de 20 cm. O declive situa-se próximo dos 4%. A textura é franca, o teor de matéria orgânica baixo (0,7 %), pH (H₂O) de 5,5 e teores de P (23 mg kg⁻¹) e K (48 mg kg⁻¹) médios.

Ambos os olivais são da cultivar Cobrançosa. O olival de Bragança é composto de árvores adultas em número de 200 por hectare. O olival de Mirandela é uma plantação jovem (13 anos em 2001 no início da experiência) com 240 árvores por hectare.

Até ao ano de 2000 o solo do olival de Bragança foi gerido como uma pastagem sob-coberto, sendo a vegetação eliminada com um rebanho de ovelhas e cabras. O olival de Mirandela foi gerido até 2001 com mobilização convencional, com duas escarificações anuais. Em 2001 o olival de Bragança foi dividido em três parcelas, tendo cada uma sido submetido a um sistema diferente de manutenção do solo. Assim, foram estabelecidos os sistemas de manutenção do solo: pastoreio sob-coberto, como testemunha; mobilização convencional, com duas mobilizações de escarificador na Primavera; e herbicida não selectivo à base de glifosato aplicado em Abril. O olival de Mirandela foi também dividido em três parcelas, tendo sido estabelecidos os sistemas de manutenção do solo: mobilização convencional, como testemunha; herbicida não selectivo à base de glifosato, tal como referido para Bragança; e herbicida com componentes de acção residual (diurão + glifosato + terbutilazina) aplicado em Fevereiro.

Previamente à aplicação dos diferentes sistemas de manutenção do solo foram seleccionados grupos de árvores homogéneas em termos de vigor e volume da canópia sobre as quais incidiram as amostragens. Os grupos de árvores marcadas foram compostos por 10 e 12 árvores por tratamento, respectivamente em Bragança e Mirandela.

Anualmente foi aplicado um adubo composto 10-10-10 (10% N; 10% P₂O₅; 10% K₂O) à razão de 1,5 e 1,0 kg de adubo por árvore, respectivamente nos ensaios de Bragança e Mirandela. Foi ainda aplicado boro anualmente, à razão de 75 e 50 g de Borax (11% B) por árvore, respectivamente em Bragança e Mirandela. O olival de Bragança foi podado em Março de 2001, Março de 2003 e Março de 2006, tendo sido removida, respectivamente, em cada poda aproximadamente 33%, 15% e 25% da área foliar. O olival de Mirandela foi podado em Fevereiro de 2002 e em Abril de 2006, tendo sido removida aproximadamente 33% da área foliar.

Anualmente em Dezembro procedeu-se à colheita e registo das produções de azeitona por árvore. Em Bragança, as árvores foram colhidas da forma tradicional, com varas e lonas. Em Mirandela foi usado um vibrador de troncos. No repouso vegetativo, em Janeiro, e no Verão, em Julho, foram colhidas amostras de folha para análise individualmente por árvore marcada. Foram colhidas folhas jovens com o limbo completamente expandido do terço médio dos lançamentos do ano, a uma altura próxima de 2 metros, percorrendo todos os quadrantes da copa. As folhas foram separadas dos caules, secas em estufa com ventilação forçada (70 °C) e posteriormente moídas. A concentração de azoto nas folhas foi determinada pelo método Kjeldahl, que consistiu na digestão da amostra com ácido sulfúrico a 400 °C na presença de um catalisador à base de selénio, seguida de destilação e titulação com ácido clorídrico.

A análise de dados foi feita através do estabelecimento da relação entre a concentração de azoto nas folhas e a produção individual das árvores para cada um dos olivais. De cada olival foram constituídos dois grupos de cinco árvores, as mais e menos produtivas no conjunto acumulado de todos os anos de ensaio, e comparada a concentração de azoto nas folhas nos dois grupos através do intervalo de confiança para a média ($\alpha < 0,05$).

4. Resultados

A produção de azeitona foi muito variável de ano para ano. Em Bragança foram registados dois anos de elevada produção (2004 e 2006) e dois anos de baixa produção (2003 e 2005), num ciclo evidente de safra e contra safra. No olival de Mirandela os melhores registos foram observados em 2003 e 2006, tendo 2004 sido o ano de produções mais baixas.

A concentração de azoto nas folhas situou-se maioritariamente dentro da zona de concentrações adequadas, definida para esta cultura (15 a 20 g kg⁻¹), se bem que tivessem sido observados vários registos de concentração de azoto nas folhas acima e abaixo dos limites da zona de concentrações adequadas. No olival de Bragança foram mais frequentes os registos dentro da zona de concentração adequadas e acima do seu limite superior (20 g kg⁻¹), enquanto em Mirandela foram bastante frequentes os registos abaixo do limite inferior da zona de concentrações adequadas (15 g kg⁻¹).

No olival de Bragança, observaram-se relações lineares significativas entre a concentração de azoto nas folhas e a produção em quatro de um total de oito nuvens de pontos estabelecidas (figura 1). Analisada por data de amostragem das folhas, a relação foi significativa em duas de um total de quatro em cada uma das datas de amostragem de Janeiro e Julho. A partir da amostragem de folhas de Janeiro de 2006 e da produção de Dezembro de 2006 foi estabelecida uma relação linear significativa com um coeficiente de determinação bastante elevado, tendo atingido o valor 0,639.

No olival de Mirandela, das oito nuvens de pontos estabelecidas entre a concentração de azoto nas folhas e a produção, também em quatro delas foi registada relação linear significativa (figura 2). Apesar do resultado total ser semelhante ao de Bragança, em Mirandela observaram-se mais relações lineares significativas a partir das amostragens de folhas de Julho (3) que das de Janeiro (1). A partir dos resultados de Mirandela nunca foi possível obter coeficientes de determinação tão altos como com os resultados de Bragança, sendo o maior coeficiente de determinação de 0,380 e registado a partir das amostras de folhas de Julho de 2006 e da produção de Dezembro de 2006.

No olival de Bragança, o grupo das cinco árvores mais produtivas apresentou concentração de azoto nas folhas significativamente mais elevada que o grupo das cinco árvores menos produtivas em seis amostragens num total de oito (figura 3). Nas amostragens de Julho, as diferenças na concentração de azoto nas folhas foram sempre significativamente superiores nas árvores mais produtivas comparativamente com as árvores menos produtivas.

No olival de Mirandela, a concentração média de azoto nas folhas foi superior no grupo de árvores mais produtivas em sete de oito amostragens. Contudo, só raramente as diferenças foram significativas. Nas amostragens de Julho a diferença de médias foi tendencialmente superior que nas amostragens de Inverno também no olival de Mirandela.

5. Discussão

Os sistemas de manutenção do solo modificam as condições de desenvolvimento das plantas, interferindo na infiltração de água, na temperatura do solo e no desenvolvimento do sistema radicular à superfície (Tisdall, 1989; Lipecki e Berbec, 1997; Pastor et al., 2001; Rodrigues e Cabanas, 2009). Os sistemas de manutenção do solo que permitiram o desenvolvimento do sistema radicular à superfície incrementaram a oportunidade de absorção de nutrientes dando origem a plantas em melhor estado nutritivo. Objectivamente, os sistemas de manutenção do solo que favoreceram a absorção de azoto também terão favorecido a absorção de outros nutrientes, como verificaram Arrobas et al. (2010) para o boro, e, provavelmente, também melhoraram a eficiência de uso da água. Assim, embora o efeito do azoto na produtividade não se consiga isolar, devido à possível alteração da disponibilidade de outros nutrientes e da água, foi possível estabelecer relações lineares significativas entre a concentração de azoto nos tecidos e a produção. Desta forma, pode assumir-se que a observação de relações lineares significativas identifica, inequivocamente, o azoto como factor limitante à produtividade destes olivais.

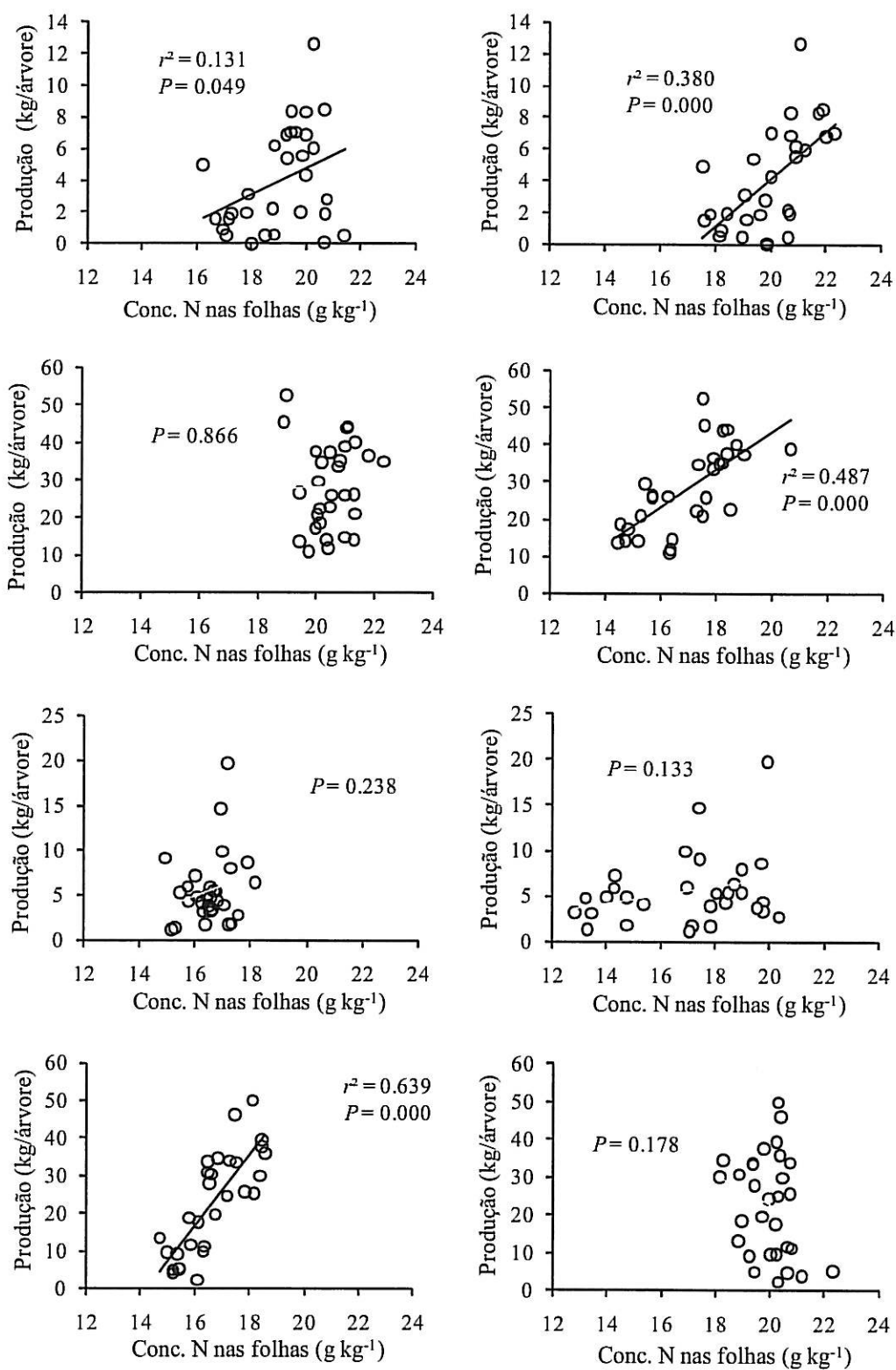


Figura 1. Relação entre a concentração de azoto nas folhas em Janeiro (4 figuras da esquerda) e em Julho (4 figuras da direita) com a produção de azeitona na colheita seguinte em Dezembro no olival de Bragança. De cima para baixo cada par de figuras corresponde aos anos de 2003, 2004, 2005 e 2006.

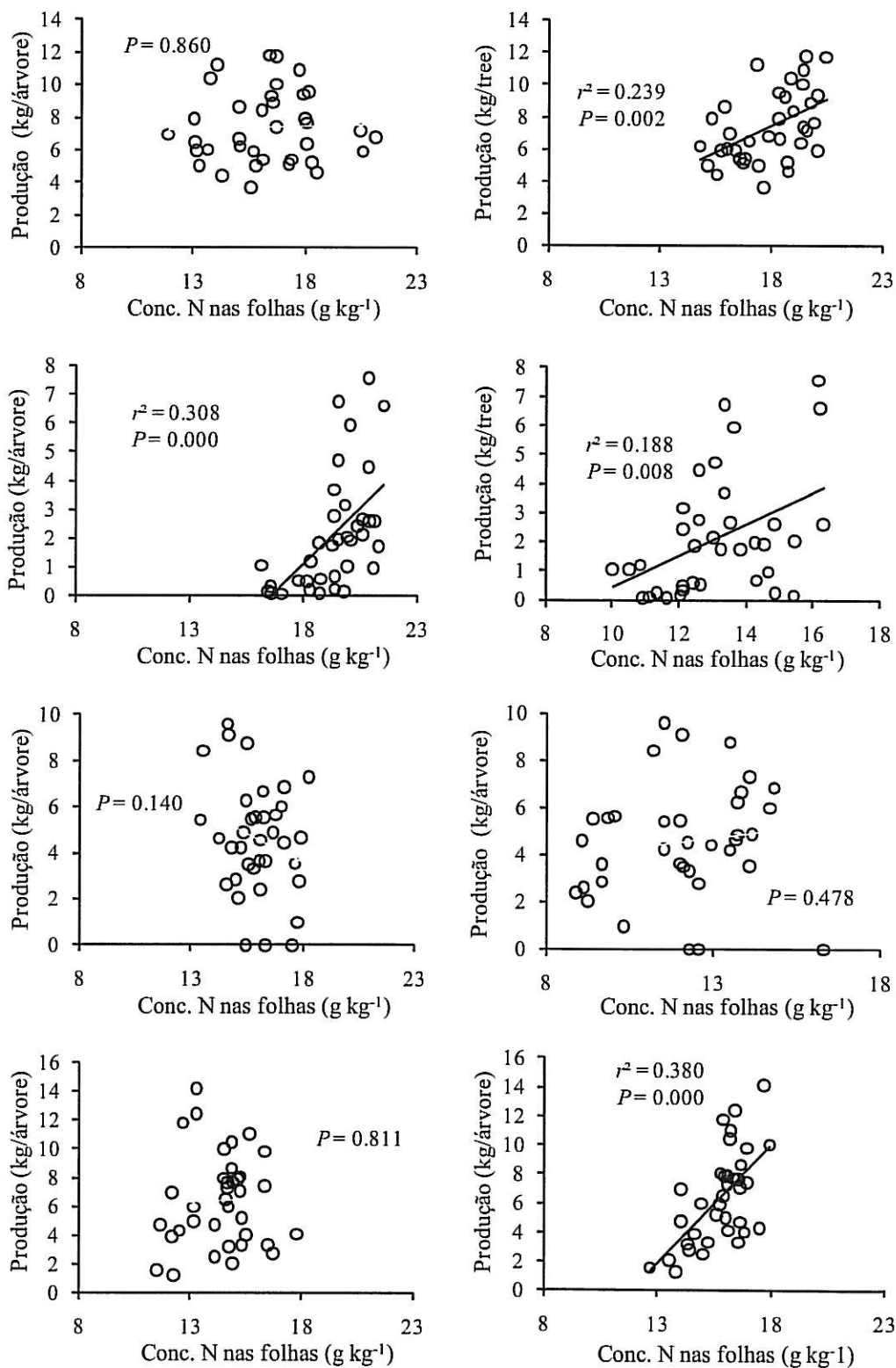


Figura 2. Relação entre a concentração de azoto nas folhas em Janeiro (4 figuras da esquerda) e em Julho (4 figuras da direita) com a produção de azeitona na colheita seguinte em Dezembro no olival de Mirandela. De cima para baixo cada par de figuras corresponde aos anos de 2003, 2004, 2005 e 2006.

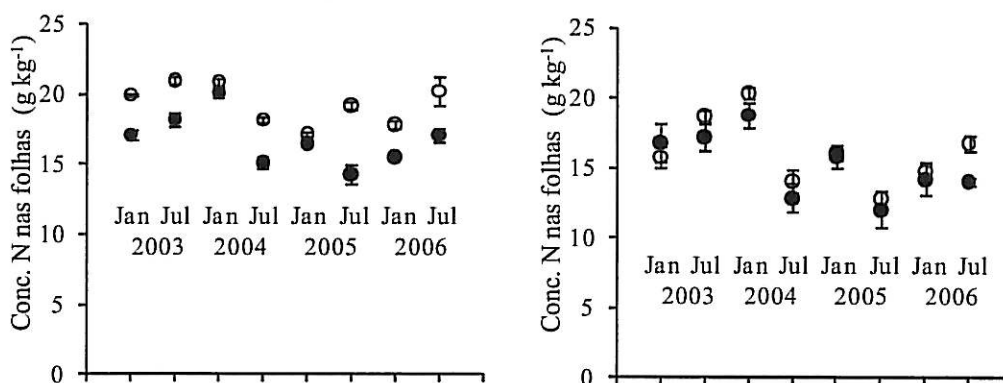


Figura 3. Concentração de azoto nas folhas nas cinco árvores mais (círculos abertos) e menos (círculos fechados) produtivas no ensaio de Bragança (esquerda) e Mirandela (direita). As linhas verticais representam o intervalo de confiança para a média ($\alpha < 0,05$).

A partir da amostragem de Verão foram obtidas mais relações lineares significativas entre o teor de azoto nas folhas e a produção que a partir das amostras de Inverno. Este resultado pode reforçar a tese introduzida por alguns investigadores (Fernández-Escobar, 2001; Freeman et al., 2005; Arrobas et al., 2010) de que a época de colheita de folhas de Verão, ao endurecimento do caroço, permitirá um melhor diagnóstico do estado nutritivo das árvores.

A separação das árvores mais produtivas das menos produtivas, com diferença na concentração de azoto nas folhas, contribuiu também para se perceber com clareza que as árvores nos sistemas de manutenção do solo que favoreceram a absorção de azoto foram simultaneamente as mais produtivas, realçando de forma clara a importância do azoto na nutrição mineral destes olivais. Resultado idêntico tinha sido verificado anteriormente para o boro por Arrobas et al. (2010). Na prática, parece inequívoco que a produção terá sido influenciada pelo melhor estado nutritivo azotado das plantas, sendo o azoto um elemento determinante na produtividade do olival.

6. Conclusões

Apesar de terem vindo a ser publicados resultados aparentemente contraditórios no que respeita à influência do azoto na produção do olival, nos pomares incluídos neste estudo o elemento parece ter tido uma elevada importância na produção de azeitona. As árvores em melhor estado nutritivo apresentaram produções mais elevadas. Assim, o sistema de manutenção do solo escolhido deve favorecer a absorção de nutrientes e a fertilização azotada não deverá ser descurada. Por outro lado, como medida de correcta gestão, o fertilizante azotado deve ser sempre aplicado anualmente, ainda que em doses moderadas enquanto persistir a tese de que a resposta à fertilização azotada é modesta. Objectivamente, o mais difícil poderá ser o estabelecimento das doses óptimas a aplicar. A aplicação anual permite usar doses de azoto mais baixas em cada aplicação, condição de extrema importância na maximização da eficiência de uso do nutriente.

7. Agradecimentos

Os autores agradecem a Rita Diz e Ana Pinto pelo auxílio nas determinações laboratoriais. Esta linha de trabalho esteve financiada pelo projecto Agro 296 (2001-2004), posteriormente pelo projecto AGRO 743 (2004-2007) e presentemente está incluída no projecto PTDC/AGR-AAM098326/2008.

8. Referências Bibliográficas

- ANDERSON, J.L., BINGHAM, G.E., HILL, R.W. 1992. Effect of permanent cover crop competition on sour cherry tree evapotranspiration, growth and productivity. *Acta Hort.* 313: 135-142.
- ARROBAS, M., LOPES, J.I., PAVÃO, F., CABANAS, J.E., RODRIGUES, M.A. 2010. Comparative boron nutritional diagnosis for olive based on July and January leaf samplings. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 41: 709-720.
- CONNELL, J.H., VOSSEN, P.M. 2007. Organic olive orchard nutrition. Em: Vossen, P.M. (ed.): Organic olive production manual, 37-43. Publication 3505: Univ. California.
- CONNELL, J.H., FERGUSON, L., METHENEY, P.D., REYES, H., KRUEGER, W.H., SIBBETT, G.S. 2002. Effects of foliar application of urea on olive leaf nitrogen, growth and yield. *Acta Hort.* 586: 251-254.
- FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R. 2001. Fertilization. Em: Barranco, D., Fernández-Escobar, R., Rallo, L. (eds.): El cultivo del olivo, 255-284. Mundi-Prensa and Junta de Andalucía, Madrid.
- FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R., MARIN, L. 1999. Nitrogen fertilization in olive orchards. *Acta Hort.* 474: 333-335.
- FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R., MARIN, L., SÁNCHEZ-ZAMORA, M.A., GARCÍA-NOVELO, J.M., MOLINA-SORIA, C., PARRA, M.A. 2009. Long-term effects of N fertilization on cropping and growth of olive trees and on N accumulation in soil profile. *Eur. J. Agron.* 31: 223-232.
- FREEMAN, M., URIU, K., HARTMANN, H.T. 2005. Diagnosing and correcting nutrient problems. Em: Sibbett, G.S., Ferguson, L.F. (eds.): Olive production manual, 83-100. Univ. California, Publication 3353.
- GARCÍA-NOVELO, J.M., SÁNCHEZ, M.A., MARÍN, L., FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R., PARRA, M.A. 2004. El abonado nitrogenado en el olivar. *Proc. Simpósio Ibérico de Nutrição Mineral das Plantas*, 189-193. Lisboa, Portugal.
- HARTMANN, H. T., URIU, K., LILLELAND, O. 1966. Olive nutrition. Em: Childers, N.F. (ed.): Fruit nutrition. 252-262. New Jersey: Horticultural Publications, Rutgers University.
- INMG. 1991. *O clima de Portugal: normais climatológicas da região de Trás-os-Montes e Alto Douro e Beira Interior, correspondentes a 1951-1980*. Fasc. XLIX, Vol. III. Lisboa: Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica.

- JASROTIA, A., SINGH, R.P., SINGH, J.M., BHUTAMI, V.P. 1999. Response of olive trees to varying levels of N and K fertilizers. *Acta Hort.* 474: 337-340.
- LIPECKI, J., BERBEĆ, S. 1997. Soil management in perennial crops: orchards and hop gardens. *Soil Till. Res.* 43: 169-184.
- MARCELO, M.E., JORDÃO, P.V., LOPES, J., SEMPITERNO, C.M. 2004. Influência da adubação azotada na produção da oliveira cv. Cobrançosa. *Proc. Simpósio Ibérico de Nutrição Mineral das Plantas*, pp. 177-183, Lisboa, Portugal.
- PASTOR, M., CASTRO, J., VEJA, V., HUMANES, M.D. 2001. Sistemas de manejo del suelo. Em: Barranco D., Fernández-Escobar, R., Rallo, L. (eds.): *El cultivo del olivo*, 215-254. Mundi-Prensa and Junta de Andalucía, Madrid.
- ROBERTS, S., CHENG, H.H., FARROW, F.O. 1991. Potato uptake and recovery of nitrogen-15-enriched ammonium nitrate from periodic applications. *Agron. J.* 83: 378-381.
- RODRIGUES, M.A., CABANAS, J.E. 2009. Manutenção do solo. Em: Rodrigues, M.A., Correia, C.M. (eds.): *Manual da Safra e contra safra do olival*, 41-57. IPB, Bragança.
- RODRIGUES, M.A., CORREIA, C., PAVÃO, F., LOPES, J., CABANAS, J.E., MOUTINHO-PEREIRA, J., ARROBAS, M. 2008. Can olive yields be maintained over time without nitrogen and boron fertilization? The Sixth International Symposium on Olive Growing, 9-13 September, Évora, p. 220.
- RODRIGUES, M.A., LOPES, J., PAVÃO, F., CABANAS, J.E., ARROBAS, M., ABREU, R., CORREIA, C., MOUTINHO-PEREIRA, J. 2006. Ground-cover systems in non-irrigated olive orchards. pp. 479-480. *Bibliotheca Fragmenta Agronomica. Proc. IX ESA Congress*, Warsaw, Poland.
- STARK, J.C., JARRELL, W.M., LETEY, J., VALORAS, N. 1983. Nitrogen use efficiency of trickle-irrigated tomatoes receiving continuous injection of N. *Agron. J.* 75: 672-676.
- STEVENSON, F.J. 1986. *Cycles of soil: carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur, micronutrients*. John Wiley & Sons, New York.
- TISDALL, J.M. 1989. Soil Management. *Acta Hort.* 240: 161-168.
- WESTERMANN, D.T., KLEINKOPF, G.E., PORTER, L.K. 1988. Nitrogen fertilizer efficiencies on potatoes. *Am. Potato J.* 65: 377-386.