

## Distribuzione di metalli pesanti nel suolo di un oliveto microrrigato con acque reflue urbane trattate

Palese A.M.\*, Celano G., Lombardo L. e Xiloyannis C.

*Dipartimento di Scienze dei Sistemi Colturali, Forestali e dell'Ambiente, Università della Basilicata*

### Heavy metals in the soil of an olive orchard drip-irrigated with reclaimed municipal wastewater

**Abstract.** The purpose of this study was to assess the medium-term impact (2000-07) of drip irrigation with treated wastewater on total and bioavailable (DTPA-extractable) contents of Cd, Ni, Pb, Cu, and Zn in a sandy loam soil of a mature olive orchard in Southern Italy. Heavy metals analyses were performed on wastewater and topsoil samples (0-30 cm) collected from the areas wetted by the drippers and from a reference soil (rainfed plot). Annual irrigation volume distributed per hectare was 3068 m<sup>3</sup>. The amount of total heavy metals applied by irrigation over the 8-year experimental period was of 43, 110, 200, 680, and 2263 g ha<sup>-1</sup> for Cd, Ni, Pb, Cu, and Zn, respectively, and well below the quantity of metals which can be distributed yearly by sewage sludge according to the pertinent Italian law. Wastewater application increased soil concentration of both total heavy metals and their bioavailable fraction even if at not critical values. Therefore, a systematic monitoring of soil metal concentration (as total and available forms) is recommended every 4-5 years in order to evaluate the risk due to the reuse of urban treated wastewater especially in shallow soils.

**Key words:** *Olea europaea* L.; wastewater recycling; soil contamination; heavy metal bioavailability.

### Introduzione

Le riserve idriche dei paesi del Bacino del Mediterraneo si stanno gradualmente riducendo a causa della crescente richiesta da parte dei diversi settori produttivi (specialmente di quelli civile ed agricolo) e dei cambiamenti climatici che stanno alterando significativamente le temperature dell'aria e l'andamento e l'intensità delle precipitazioni (Commissione

Europea, 2007; IPCC, 2007). Il riutilizzo dei reflui urbani nel comparto agricolo, che rappresenta il settore più esigente in acqua (AEA, 2000), potrebbe aumentare la disponibilità idrica da destinare principalmente agli usi civili. Generalmente i reflui urbani sono costituiti dagli scarichi di origine civile ("acque nere") e dalle acque che vengono raccolte dal sistema fognario durante gli eventi meteorici ("acque bianche"). Queste ultime possono veicolare metalli pesanti disciolti nelle piogge e dilavati dalle superfici cementificate o impermeabilizzate esposte alle deposizioni atmosferiche. L'irrigazione con acque reflue urbane nel lungo periodo potrebbe causare un accumulo nel suolo di metalli pesanti anche se la bibliografia disponibile sull'argomento non riporta risultati preoccupanti (Ramirez-Fuentes *et al.*, 2002; Yadav *et al.*, 2002; Tarchouna *et al.*, 2010; Klay *et al.*, 2010). La normativa italiana (D.M. n. 93 del 02.05.2006) stabilisce i valori limite dei metalli pesanti che devono possedere i reflui all'uscita dell'impianto di recupero per essere destinati al riutilizzo irriguo. L'agenzia americana per la protezione dell'ambiente (U.S.-EPA), invece, differenzia le concentrazioni ammissibili in funzione della durata dell'irrigazione, riducendo i limiti nei reflui in caso di trattamento irriguo di lungo termine (Riganti, 2007).

L'obiettivo della ricerca è stato monitorare l'impatto della microirrigazione con reflui urbani trattati sul contenuto in metalli pesanti del suolo di un oliveto meridionale.

### Materiali e metodi

La sperimentazione è stata condotta per 8 anni (2000-2007) in un oliveto maturo situato nel comprensorio del comune di Ferrandina - MT (40°29' N, 16°28' E). Il clima dell'area è di tipo semi-arido mediterraneo, caratterizzato da una piovosità media annua (1976-2006) di 561 mm, concentrata soprattutto durante la stagione invernale, e da temperature medie annuali comprese tra 15-17 °C. Il suolo è prevalentemente sabbioso (WRB: Haplic Calcisol). I dati

\* assunta.palese@unibas.it

meteorologici e l'evapotraspirazione di riferimento (ET<sub>o</sub>) sono stati acquisiti quotidianamente da una stazione meteorologica situata in prossimità dell'oliveto e scaricati dal sito internet dell'ALSIA ([www.alsia.it](http://www.alsia.it)). L'evapotraspirazione colturale (ET<sub>c</sub>) è stata calcolata con l'equazione della FAO:  $ET_c = K_r \times K_c \times ET_o$  ( $K_r$  = coefficiente di copertura;  $K_c$  = coefficiente colturale) (Doorembos e Pruitt, 1977; Allen *et al.*, 1998). Una parte dell'oliveto (tesi irrigata) è stata microirrigata dal 2000, in genere da maggio ad ottobre, con reflui urbani depurati da un impianto pilota secondo schemi di trattamento semplificati a basso costo (Lopez *et al.*, 2006; Palese *et al.*, 2009). I volumi irrigui sono stati calcolati sottraendo la pioggia utile (70% delle totali) dall'ET<sub>c</sub> e considerando l'efficienza del sistema a microirrigazione (0,9). Come riferimento è stato preso in considerazione un oliveto attiguo non irrigato (tesi non irrigata).

I reflui urbani trattati sono stati campionati in tre momenti della stagione irrigua di ogni anno sperimentale. I campioni sono stati prelevati all'uscita di 5-8 gocciolatori individuati casualmente, e conservati a 4 °C prima delle determinazioni analitiche. Il campionamento del suolo è stato eseguito al termine della stagione irrigua 2007. Il terreno è stato prelevato dallo strato 0-30 cm delle tesi irrigata e non irrigata (3 repliche per tesi) con una trivella manuale. In particolare, nella tesi irrigata il campionamento è stato eseguito nell'area bagnata dal gocciolatore. Il suolo, essiccato all'aria, è stato setacciato a 2 mm e conservato in attesa di essere analizzato.

Al fine di predisporre i campioni di reflui urbani trattati e di terreno alle analisi dei metalli pesanti totali (Cd, Ni, Pb, Cu, Zn), essi sono stati sottoposti ad una mineralizzazione acida a temperature crescenti (digestore a microonde Milestone) (MIPAF, 1999). La frazione disponibile dei metalli pesanti considerati è stata estratta dai campioni di terreno con una soluzione formata da acido dietilentriamminopentacetico (DTPA)/calcio cloruro, tamponata a 7,3 con trietanolamina (TEA) (MIPAF, 1999). La concentrazione dei metalli pesanti (totali e disponibili) negli estratti è stata determinata con uno spettrometro ICP-OES (iCAP 6000 Series – Thermo Scientific).

L'analisi statistica dei dati (ANOVA) è stata eseguita con Sigmasat 3.1 SPSS Inc. software. La significatività è stata saggiata mediante il test LSD per  $p \leq 0,05$ .

## Risultati e discussione

Il volume irriguo stagionale distribuito mediamente nel periodo sperimentale è stato pari a 3.068 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>.

Le concentrazioni medie in metalli pesanti delle acque reflue trattate sono risultate entro i limiti imposti dalla normativa italiana (tab. 1). La quantità di metalli pesanti distribuiti al suolo con l'irrigazione, annualmente e complessivamente negli 8 anni di sperimentazione, sono riportati in tabella 2. Tali quantità sono apparse contenute rispetto alla dose annua di metalli pesanti che può essere apportata sui terreni con i fanghi di depurazione delle acque reflue come indicato dal Decreto Legislativo n. 99/92 sulla "Utilizzazione dei fanghi provenienti dai processi di depurazione delle acque reflue su suoli agricoli" (tab. 2). Ad eccezione del Cd, un incremento significativo nella concentrazione in metalli pesanti totali è stata riscontrata nei campioni di suolo prelevati in corrispondenza del gocciolatore (fig. 1). Rispetto al terreno dell'oliveto

Tab. 1 - Concentrazione di metalli pesanti (media 2000-07 ± deviazione standard) nei reflui urbani trattati e confronto con i limiti imposti dalla normativa italiana (D.M. 93 del 02.05.2006).  
Tab. 1 - Heavy metals concentration (mean 2000-07 ± standard deviation) in the treated wastewater: comparison with the thresholds imposed by the current Italian law (Decree No 93, 02.05.2006).

Metallo pesante	Concentrazione nei reflui urbani trattati	Limiti imposti dalla normativa italiana
	mg l <sup>-1</sup>	
Cd	0,0004 ± 0,0000	0,005
Ni	0,0011 ± 0,0003	0,2
Pb	0,0020 ± 0,0002	0,1
Cu	0,0067 ± 0,0005	1,0
Zn	0,0221 ± 0,0011	0,5

Tab. 2 - Quantità di metalli pesanti (g ha<sup>-1</sup>) apportati al suolo tramite l'irrigazione con i reflui urbani trattati annualmente e complessivamente negli 8 anni di sperimentazione (2000-07). Confronto con le quantità annue applicabili con i fanghi di depurazione (5 t ha<sup>-1</sup> sostanza secca) secondo quanto previsto dalla normativa italiana (D. Lgs. n. 99, 27/01/1992 – Utilizzazione dei fanghi provenienti dai processi di depurazione delle acque reflue su suoli agricoli).

Tab. 2 - Average amount of heavy metals (g ha<sup>-1</sup>) applied to the soil yearly and over the 8-year experimental period (2000-07) by means of treated wastewater. Comparison with the yearly amount which can be applied to the soil by 5 t ha<sup>-1</sup> of sewage sludge (on dry matter basis) in accordance to the Italian law concerning the sewage sludge use in agriculture (Decree No 99, 27/01/1992).

Metallo pesante	Quantità annua apportata con i reflui urbani trattati	Quantità totale apportata con i reflui urbani trattati (2000-2007)	Quantità annua massima consentita dalla legge applicabile con i fanghi di depurazione
	g ha <sup>-1</sup>		
Cd	5,4	43,3	100
Ni	13,8	110,0	1.500
Pb	25,0	200,0	3.750
Cu	85,0	680,0	5.000
Zn	282,9	2.263,3	12.500

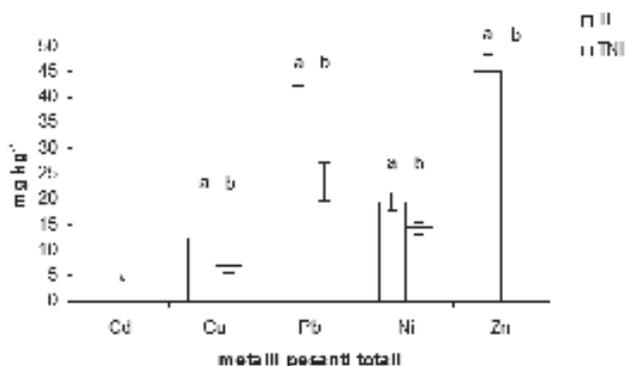


Fig. 1 - Concentrazione di metalli pesanti totali nel suolo prelevato dalla tesi irrigata (TI) e non (TNI) (0-30 cm). I valori sono medie (n=3) ± deviazione standard rappresentata dalle barre verticali. Le medie accompagnate da lettere diverse sono statisticamente differenti per  $p \leq 0,05$ . \*: < 0,04 mg kg<sup>-1</sup>.

Fig. 1 - Total heavy metals concentrations in soils sampled from the irrigated (TI) and rainfed plots (TNI) (0-30 cm). Values are means (n=3) ± standard deviation which is represented as vertical bars. Means with different letters are significantly different at  $p \leq 0.05$ . \*: < 0,04 mg kg<sup>-1</sup>.

non irrigato, l'incremento è stato pari al 90, 62, 34 e 45% rispettivamente per Cu, Pb, Ni e Zn. Ma il contenuto di metalli pesanti totali riscontrati ricade entro i valori massimi di concentrazione consentiti nei suoli agricoli destinati all'utilizzazione dei fanghi di depurazione (tab. 3). Come per i metalli pesanti totali, la frazione assimilabile è risultata superiore nel terreno sottoposto ad irrigazione con valori in media doppi rispetto alla tesi non irrigata (fig. 2). Il rapporto fra la frazione assimilabile e quella totale è risultata sostanzialmente simile in entrambe le tesi per Cu e Pb, lievemente superiore nel suolo irrigato per Ni e Zn.

### Conclusioni

La distribuzione in microirrigazione di reflui urbani depurati, nel rispetto dei limiti imposti dalla normativa italiana per il riutilizzo irriguo, si è dimostrato, sulla base dei risultati ottenuti dalla presente speri-

Tab. 3 - Valori massimi di concentrazione di metalli pesanti totali consentiti dalla legge nei suoli agricoli soggetti alla distribuzione dei fanghi di depurazione (Appendice IA - D. Lgs. n. 99, 27/01/1992).

Tab. 3 - Maximum limit values of total heavy metals in soils destined to agricultural disposal of sewage sludge (Appendix IA - Decree No 99, 27/01/1992).

Metallo pesante	Valori limite (mg kg <sup>-1</sup> sostanza secca)
Cd	1,5
Hg	1,0
Ni	75
Pb	100
Cu	100
Zn	300

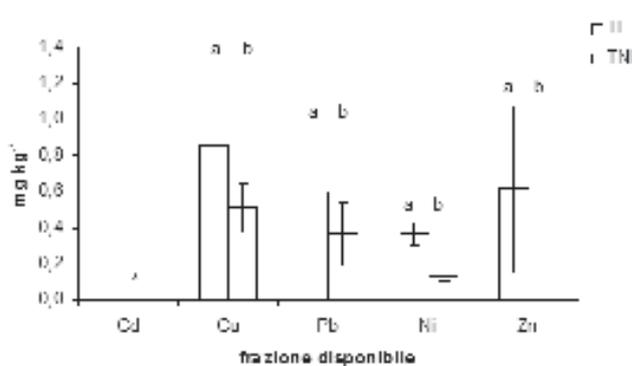


Fig. 2 - Frazione disponibile di metalli pesanti nel suolo prelevato dalla tesi irrigata (TI) e non (TNI) (0-30 cm). I valori sono medie (n=3) ± deviazione standard rappresentata dalle barre verticali. Le medie accompagnate da lettere diverse sono statisticamente differenti per  $p \leq 0,05$ . \*: < 0,04 mg kg<sup>-1</sup>.

Fig. 2 - Bioavailable fraction of heavy metals in soils sampled from irrigated (TI) and rainfed plots (TNI) (0-30 cm). Values are means (n=3) ± standard deviation which is represented as vertical bars. Means with different letters are significantly different at  $p \leq 0.05$ . \*: < 0,04 mg kg<sup>-1</sup>.

mentazione, pratica consigliabile anche quando protratta per diversi anni. Le quantità di metalli pesanti distribuite con i reflui urbani trattati in 8 anni di sperimentazione sono risultate contenute e l'aumento della concentrazione nel suolo irrigato è da considerarsi non preoccupante. Va comunque sottolineata l'importanza che assume il monitoraggio periodico (ogni 4-5 anni) del contenuto in metalli pesanti nel suolo, sia nella forma totale che in quella più prontamente disponibile per le piante, per valutare eventuali fenomeni di accumulo e contaminazione ed evitare effetti negativi per la popolazione e l'ambiente.

### Riassunto

L'obiettivo della ricerca è stato monitorare l'impatto della microirrigazione (2000-07) con reflui urbani trattati sul contenuto in metalli pesanti, totali ed assimilabili (Cd, Ni, Pb, Cu, Zn), del suolo di un oliveto meridionale. Il volume irriguo medio annuale è stato pari a 3068 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. La quantità di metalli pesanti apportata negli 8 anni di sperimentazione con il refluo trattato è stata di 43, 110, 200, 680, and 2263 g ha<sup>-1</sup> rispettivamente per Cd, Ni, Pb, Cu e Zn. Questi quantitativi sono di molto inferiori a quelli che possono essere apportati con i fanghi di depurazione, così come consentito dalla legge (D. Lgs. 27 gennaio 1992, n. 99). Sebbene si sia osservato un aumento del contenuto in metalli pesanti nei primi 30 cm di suolo irrigato, tali valori non sono da considerarsi preoccupanti risultando ben al di sotto dei limiti massimi consentiti dalla legge per i suoli agricoli destinati all'utilizzazione dei fanghi di depurazione. L'impiego di

reflui urbani depurati nel rispetto dei limiti imposti dalla normativa italiana per il loro riutilizzo irriguo, si è dimostrato, sulla base dei risultati ottenuti, pratica consigliabile anche protratta per diversi anni. E' comunque opportuno un monitoraggio periodico (ogni 4-5 anni) della concentrazione di metalli pesanti nel suolo, sia nella forma totale che in quella più prontamente disponibile per le piante, specialmente nei terreni leggeri e superficiali.

**Parole chiave:** *Olea europaea* L.; riciclo dei reflui urbani; contaminazione del suolo; biodisponibilità dei metalli pesanti.

Ricerca svolta nell'ambito dei Progetti POM "Ottimizzazione delle risorse idriche, convenzionali e non, in sistemi colturali sostenibili", PON AQUATEC "Tecnologie innovative di controllo trattamento e manutenzione per la soluzione dell'emergenza acqua".

## Bibliografia

- AEA, 2000. *Usa sostenibile dell'acqua in Europa? Stato, prospettive e problemi*. Agenzia Europea dell'Ambiente. Copenaghen, 2000 (disponibile su <http://www.eea.eu.int>).
- ALLEN R.G., PEREIRA L.S., RAES D., SMITH M., 1998. *Crop Evapotranspiration - Guidelines for Computing Crop Water Requirements*. Irrigation and Drainage Paper No. 56. FAO, Roma.
- COMMISSIONE EUROPEA, 2007. *Affrontare il problema della carenza idrica e della siccità nell'Unione europea*. Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo e al Consiglio. Bruxelles 18 Luglio 2007 (disponibile su <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0414:FIN:IT:PDF>).
- DOOREMBOS J.E., PRUITT W.O., 1977. *Guidelines for predicting crop water requirements*. Irrigation and Drainage Paper No. 24. FAO, Roma.
- IPPC, 2007. *Climate Change 2007 - Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the 4<sup>th</sup> Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- KLAY S., CHAREF A., AYED L., HOUMAN B., REZGUI F., 2010. *Effect of irrigation with treated wastewater on geochemical properties (saltiness, C, N and heavy metals) of isohumic soils (Zaouit Sousse perimeter, Oriental Tunisia)*. Desalination 253: 180-187.
- LOPEZ A., POLLICE A., LONIGRO A., MASI S., PALESE A.M., CIRELLI G.L., TOSCANO A., PASSINO R. 2006. *Agricultural Wastewater Reuse in Southern Italy*. Desalination, 187: 323-334.
- MIPAF, 1999. *Metodi ufficiali di analisi chimiche dei suoli*. D.M. del 13/09/99.
- PALESE A.M., PASQUALE V., CELANO G., FIGLIUOLO G., MASI S., XILOYANNIS C., 2009. *Irrigation of olive groves in Southern Italy with treated municipal wastewater: effects on microbiological quality of soil and fruits*. Agriculture, Ecosystems & Environment, 129: 43-51.
- RAMIREZ-FUENTES E., LUCHO-CONSTANTINO C., ESCAMILLA-SILVA E., DENDOOVEN L., 2002. *Characteristics, and carbon and nitrogen dynamics in soil irrigated with wastewater for different lengths of time*. Bioresource Technol. 85: 179-187.
- RIGANTI V., 2007. *Il riutilizzo delle acque reflue in Italia e all'estero: aggiornamento normativo*. 34° Giornata di Studio di Ingegneria Sanitaria-Ambientale "Il riutilizzo delle acque reflue urbane e industriali". Cremona, 29-30 ottobre 2007.
- TARCHOUNA GHARBI L., MERDY P., RAYNAUD M., PFEIFER H.R., LUCAS Y., 2010. *Effects of long-term irrigation with treated wastewater. Part II: Role of organic carbon on Cu, Pb and Cr behaviour*. Appl. Geochem. 25: 1711-1721.
- YADAV R.K., GOYAL B., SHAMARA R.K., DUBEY S.K., MINHAS P.S., 2002. *Post-irrigation impact of domestic sewage effluent on composition of soils, crops and ground water - a case study*. Environ. Int. 28: 481-486.

## Parametri di qualità del suolo in un oliveto lavorato e in uno abbandonato

Sofo A.<sup>1\*</sup>, Palese A.M.<sup>1</sup>, Magno R.<sup>2</sup>, Casacchia T.<sup>3</sup>, Curci M.<sup>4</sup>, Baronti S.<sup>2</sup>, Albanese L.<sup>2</sup>, Miglietta F.<sup>2</sup>, Crecchio C.<sup>4</sup> e Xiloyannis C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze dei Sistemi Colturali, Forestali e dell'Ambiente, Università della Basilicata

<sup>2</sup> IBIMET-CNR - Istituto di Biometeorologia, Firenze

<sup>3</sup> CRA, Centro di Ricerca per l'Olivicoltura e l'Industria Olearia, Rende (CS)

<sup>4</sup> Dipartimento di Biologia e Chimica Agroforestale e Ambientale, Università di Bari

### Soil quality parameters in an abandoned olive orchard

**Abstract.** The abandonment of olive orchards is a phenomenon of great importance triggered mainly by economic and social causes. The aim of this study was to investigate some chemical and microbiological parameters in a soil of a Southern olive grove abandoned since 1985, in order to define its level of fertility recovery. An adjacent rainfed olive grove having the same characteristics and managed according to extensive practices was taken as reference. Composite soil samples were taken in July 2010 from 0-20 and 20-40 cm layers. Soil quality recovery in the abandoned olive grove, triggered by the absence of soil and plant management, was evident. In fact, it showed values of soil organic matter, total N and pH significantly higher than those of cultivated orchard due to the natural input of organic matter (senescent leaves and branches of olive trees; weeds and shrubs; roots; root exudates) and the absence of tillage; on the contrary, available P was lower because it was probably used by the considerable spontaneous vegetation for nutritional aims. Microbial counts showed fewer total bacteria and fungi in the abandoned grove which also showed a greater number of cellulolytic bacteria. The activities of some enzymes involved in the carbon cycle were higher in soil sampled from the abandoned orchard because of the consistent organic matter input; particularly, the high  $\beta$ -glucosidase activity placed soil from abandoned grove in an advanced evolutionary stage. The study of the carbon substrate utilization profiles using Biolog<sup>®</sup> method revealed a higher microbial diversity and complexity in soil taken from the cultivated orchard. It seems that, under our experimental conditions, the extensive techniques used did not affect microbiological fertility of the cultivated soil.

**Key words:** Biolog<sup>®</sup>, soil fertility, soil microbiota, soil organic matter.

### Introduzione

Fattori come la bassa produttività, gli elevati costi di alcune operazioni aziendali quali la raccolta e la potatura, il prezzo sfavorevole dell'olio, la competizione con le produzioni extra-nazionali e il disaccoppiamento dell'aiuto comunitario, hanno inasprito il fenomeno dell'abbandono degli oliveti che sta dilagando soprattutto nelle aree olivicole interne e marginali. In queste zone l'olivicoltura, oltre ad assolvere alla funzione produttiva, ha un ruolo fondamentale nel presidiare il territorio e nel controllare i fenomeni che conducono alla degradazione del suolo (erosione, incendi, sovrappascolamento).

In un oliveto abbandonato, gli alberi tendono a riassumere la loro originaria forma cespugliosa, le chiome diventano dense e compatte, la vegetazione spontanea colonizza gli spazi liberi secondo successioni ecologiche che conducono gradualmente, in tempi lunghissimi, verso una formazione naturale ove le componenti 'suolo' e 'vegetazione' sono in equilibrio (*climax*) (Gellini, 1985; Blasi *et al.*, 2000; Di Pietro e Blasi, 2002; Loumou e Giourga, 2003). Durante la transizione di un oliveto da ecosistema "disturbato" (coltivato) alla fase di *climax* (selvatico) si presume che i parametri della fertilità del terreno evolvano, anche se molto lentamente. Pertanto, con il presente studio si è inteso indagare su alcuni parametri chimici e microbiologici del suolo di un oliveto pugliese abbandonato dal 1985 con lo scopo di definirne il livello di fertilità. I risultati sono stati confrontati con quelli ottenuti in un oliveto adiacente, non irrigato e coltivato con tecniche agronomiche estensive.

### Materiali e metodi

#### *L'oliveto sperimentale*

Lo studio è stato condotto in un oliveto non irrigato di 2 ha situato in agro di Lucera (Puglia - 41°27'38.32" N, 15°22'13.75" E). Il suolo è un *Vertisols*, classificato come "Typic Calcixererts, fine,

\* adriano.sofa@unibas.it

*mixed, thermic, sandy clay loam*” (tassonomia USDA). Il clima è tipicamente mediterraneo, con una forte stagionalità, estati calde e secche ed una piovosità media di 583 mm/anno. Gli olivi (*Olea europaea* L. var. *Perenzana*) sono stati messi a dimora nel 1970 con sesto d’impianto 4,5 x 2,0 m e allevati “a vaso”. Nel 1985, una parte dell’oliveto è stata completamente abbandonata, assumendo con il tempo l’aspetto di bosco ceduo mediterraneo (oliveto “non gestito”) (fig. 1). L’oliveto “gestito” (circa 0,5 ha), il cui sesto d’impianto è stato portato a dimensioni di 4,5 x 10 m, è sottoposto a potatura biennale con bruciatura dei residui ai margini del campo e ad una leggera lavorazione del suolo (sarchiatura dei primi 15 cm eseguita 2 volte all’anno per eliminare le erbe infestanti). Fra una lavorazione e l’altra il suolo resta coperto dalla vegetazione spontanea.

#### *Analisi parametri chimici e delle attività enzimatiche del suolo*

Nel Luglio 2010 sono stati raccolti, nelle interfile di entrambe gli oliveti ed evitando l’effetto margine, tre campioni compositi di terreno (ciascuno costituito da 4 sub-campioni), a due diverse profondità (0-20 cm and 20-40 cm). Essi sono stati immediatamente conservati a 4 °C in sacchetti di plastica sterili. Sui campioni di suolo fatti seccare all’aria e setacciati a 2 mm sono state eseguite, secondo i metodi ufficiali MIPAF (1999), le seguenti analisi: tessitura, pH, conducibilità elettrica, carbonio organico, azoto totale e fosforo assimilabile. L’attività della  $\beta$ -glucosidasi è stata determinata con il metodo di Eivazi e Tabatabai (1988) ed espressa in  $\mu\text{g } p\text{-nitrofenolo h}^{-1} \text{ g}^{-1}$  suolo. Il saggio della deidrogenasi è stato eseguito in base al metodo di Von Merci e Schinner (1991) e l’attività espressa in  $\mu\text{g}$  trifenilformazano  $2 \text{ h}^{-1} \text{ g}^{-1}$  suolo. Per la

cellulasi, determinata mediante il metodo proposto da Hope e Burns (1987), l’attività è stata espressa in  $\mu\text{g}$  glucosio  $16 \text{ h}^{-1} \text{ g}^{-1}$  suolo.

#### *Conte microbiche totali e profili metabolici delle comunità microbiche (Biolog®)*

Un’aliquota di suolo pari a 5 g è stata sospesa in una soluzione sterile di 45 ml di sodio pirofosfato 0,1% -soluzione di Ringer 0,25%. Sono state effettuate dieci diluizioni seriali del supernatante in soluzione sterile di Ringer e le aliquote sono state piastrate in triplice copia in 1/10 TSA (Tryptic Soy Agar) con aggiunta di cicloesimide 0,1 mg ml<sup>-1</sup> per la conta batterica, e inoculate in MEA (Malt Extract Agar) con aggiunta di streptomycin 0,03 mg ml<sup>-1</sup> e tetraciclina 0,02 mg ml<sup>-1</sup> per la conta fungina. Per i batteri cellulolitici si è provveduto ad una semina in doppio strato per spatolamento, utilizzando il seguente terreno di coltura: cellulosa 5 g l<sup>-1</sup>, NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 2 g l<sup>-1</sup>, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 0,6 g l<sup>-1</sup>, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> g l<sup>-1</sup>, MgSO<sub>4</sub>\*7 H<sub>2</sub>O 0,8 g l<sup>-1</sup>, tiamina 0,1 mg l<sup>-1</sup>, adenina 4 mg l<sup>-1</sup>, adenosina mg l<sup>-1</sup>, estratto di lievito 0,5 g l<sup>-1</sup>, agar 17 g l<sup>-1</sup>. Le conte sono state effettuate dopo 72 ore per i batteri e dopo 120 ore per i funghi, previa incubazione a 28 °C.

I *patterns* di utilizzazione delle fonti di carbonio da parte delle comunità microbiche del suolo (profili fisiologici a livello di comunità, CLPP) sono stati valutati utilizzando piastre *Biolog® Eco-Microplates* a 96 pozzetti (AES Laboratoire, France) contenenti 31 diverse fonti di carbonio. I dati sono stati analizzati per determinare i seguenti indici di diversità funzionale: indice di diversità di substrato di *Shannon’s (H’)*, *substrate richness (S)*, il numero di substrati utilizzati, *substrate evenness (E)*, equità di attività tra tutti i substrati utilizzati) e *average well colour development (AWCD)*, la media dei valori di assorbanza per tutti i



Fig. 1 - Oliveto coltivato (a sinistra) e oliveto attiguo abbandonato (a destra).  
Fig. 1 - *Managed (left) and un-managed (right) olive groves.*

substrati, che fornisce una misura dell'attività batterica totale), secondo le procedure indicate da Zak *et al.* (1994) e Sofo *et al.* (2010).

## Risultati e discussione

La sostanza organica del suolo dell'oliveto "non gestito" è risultata significativamente superiore rispetto al valore misurato nel trattamento "gestito" (tab. 1). Tale incremento è legato essenzialmente ai continui apporti naturali di materiale organico avvenuti nei 25 anni di abbandono e provenienti dagli olivi e dalle piante erbacee-arbustive (foglie senescenti, rami e branche di olivo; biomassa epigea; radici; essudati radicali) che si sono insediate copiose negli spazi liberi fra le file (fig. 1) e dalla mancata azione di disturbo determinata dalle lavorazioni (Paustian *et al.*, 1997). In ogni caso, anche il terreno dell'oliveto "gestito" è apparso ben dotato in sostanza organica grazie alle sue origini pedologiche che lo collocano fra i Vertisols argillosi profondi (Regione Puglia, 2001). L'azoto totale misurato nell'oliveto abbandonato è risultato statisticamente superiore ( $P < 0,001$ ) al valore determinato nel sistema "gestito" (1,9 g kg<sup>-1</sup> versus 1,3 g kg<sup>-1</sup>). Una buona correlazione è stata riscontrata tra la sostanza organica e l'azoto totale ( $R^2 = 0,8495$ ). Nessuna differenza significativa fra i sistemi di gestione è risultata nel rapporto C/N che ha presentato valori oscillanti fra 11,8 e 12,2 nel profilo 0-40 cm. Il contenuto in fosforo assimilabile (Olsen) dell'oliveto "gestito" è risultato significativamente superiore al trattamento "non gestito" ( $P < 0,001$ ). Probabilmente il fosforo contenuto nei residui vegetali, interrati 3 mesi prima del campionamento del suolo, è diventato disponibile con la loro decomposizione. Nonostante ciò, la dotazione del suolo "non gestito" è risultata più che sufficiente. Mentre la conducibilità elettrica non ha presentato differenze fra i sistemi di gestione a confronto, il pH ha mostrato valori significativamente superiori nel sistema "gestito" (7,9 versus 7,1 dell'oli-

veto abbandonato – media strato 0-40 cm). Questo abbassamento del pH potrebbe essere imputato alla qualità del materiale organico pervenuto al terreno del sistema "non gestito", particolarmente ricco di composti in grado di acidificare il suolo (polifenoli, acidi organici, ecc.).

I batteri e i funghi totali sono risultati più numerosi nel sistema "gestito" rispetto al "non gestito" che, invece, ha presentato valori bassi soprattutto nello strato 0-20 cm (tab. 2). Una tendenza opposta è stata rilevata per i batteri cellulolitici, il cui numero maggiore è probabilmente da imputarsi all'elevato apporto di materiale ricco in cellulosa verificatosi nell'oliveto abbandonato (tab. 2). Le  $\beta$ -glucosidasi idrolizzano la sostanza organica liberando residui glicosidici (glucosio e galattosio). La loro attività rappresenta un ottimo indice del grado di evoluzione e maturità di un suolo e aumenta negli stadi finali di una successione ecologica, in quanto è un indicatore del ricambio della biomassa (Eivazi e Tabatabai, 1988). La attività della  $\beta$ -glucosidasi è stata significativamente più elevata nel sistema "non gestito" (tab. 2) il quale, plausibilmente, si trova negli stadi più avanzati della successione ecologica. Al contrario, le deidrogenasi sono enzimi comuni alla maggior parte dei microrganismi, con una localizzazione prevalentemente endocellulare. Esse sono buoni indicatori della vitalità delle popolazioni batteriche e del loro metabolismo ossidativo (Von Merck e Schinner, 1991). La loro attività non ha presentato differenze statisticamente significative fra i due trattamenti mentre è risultata fortemente influenzata dalla profondità (tab. 2). Infine, anche le cellulasi non sono risultate diverse dal punto di vista statistico. Esse costituiscono una famiglia di enzimi, prodotti principalmente da funghi, batteri e protozoi, appartenenti alla famiglia delle idrolasi, che catalizzano l'idrolisi dei legami 1,4- $\beta$ -D-glicosidici della cellulosa.

La diversità funzionale delle comunità batteriche del suolo, stimata utilizzando il saggio metabolico Biolog<sup>®</sup>, è basata sulla capacità dei ceppi microbici di

Tab. 1 - Risultati dell'ANOVA a due vie sui parametri chimici dei suoli studiati (valori medi; n=3).

Tab. 1 - Two ways ANOVA analysis of chemical parameters related to the soils studied (average values; n=3).

Trattamento	Sostanza organica (g kg <sup>-1</sup> )	N tot (g kg <sup>-1</sup> )	C/N	P assimilabile (mg kg <sup>-1</sup> )	pH	Conducibilità elettrica ( $\mu$ S cm <sup>-1</sup> )
<i>Gestione</i>	$P=0,016$	$P<0,0001$	<i>ns</i>	$P<0,0001$	$P=0,0002$	<i>ns</i>
Gestito	27,7 b	1,3 b	12,2 a	56,0 a	7,9 a	80,4 a
Non gestito	38,6 a	1,9 a	11,8 a	31,5 b	7,1 b	70,0 a
<i>Profondità</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	$P=0,0085$	<i>ns</i>
0-20 cm	33,2 a	1,6 a	12,0 a	43,7 a	7,5 a	80,3 a
20-40 cm	33,1 a	1,6 a	12,0 a	41,4 a	7,4 b	70,1 a
<i>Gestione x profondità</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	$P=0,0017$	<i>ns</i>

Tab. 2 - Conte microbiche e attività enzimatiche dei suoli studiati (valori medi; n=6).  
 Tab. 2 - *Microbial counts and enzyme activities of the soils studied (average values; n=6).*

Trattamento	Batteri totali (log CFU g <sup>-1</sup> )	Funghi totali (log CFU g <sup>-1</sup> )	Batteri cellulolitici (log CFU g <sup>-1</sup> )	β-glucosidasi (unità)	Deidrogenasi (unità)	Cellulasi (unità)
<i>Gestione</i>	<i>P=0,0004</i>	<i>P&lt;0,0001</i>	<i>P&lt;0,0001</i>	<i>P=0,0004</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
Gestito	9,4 a	8,0 a	2,4 b	16,5 b	89,3 a	13,6 a
Non gestito	8,7 b	5,6 b	4,6 a	36,5 a	92,5 a	16,0 a
<i>Profondità</i>	<i>P=0,0038</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>P=0,0176</i>	<i>ns</i>
0-20 cm	8,8 b	6,9 a	3,5 a	25,6 a	105,7 a	14,7 a
20-40 cm	9,3 a	6,8 a	3,5 a	27,5 a	76,0 b	14,8 a
<i>Gestione x profondità</i>	<i>P=0,0007</i>	<i>P=0,0032</i>	<i>P=0,0023</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>

Tab. 3 - Indici di diversità funzionale batterica (metodo Biolog<sup>®</sup>) dei suoli studiati (valori medi; n=9).

Tab. 3 - *Indices used for the Community Level Physiological Profiling (CLPP) of the studied soils (Biolog<sup>®</sup> method) (average values; n=9).*

Trattamento	H'	S	E	AWCD
<i>Gestione</i>	<i>ns</i>	<i>P=0,0003</i>	<i>ns</i>	<i>P=0,0047</i>
Gestito	2,5 a	12,3 a	2,4 a	0,33 a
Non gestito	2,1 a	8,6 b	2,2 a	0,19 b
<i>Profondità</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
0-20 cm	2,4 a	10,6 a	2,4 a	0,27 a
20-40 cm	2,3 a	10,5 a	2,3 a	0,25 a
<i>Gestione x profondità</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>

ossidare diverse fonti di carbonio, e presenta un elevato potere discriminante tra le comunità del suolo (Zak *et al.*, 1994). Il profilo fisiologico a livello di comunità (CLPP) ottenuto con questo metodo è stato utilizzato per differenziare le popolazioni microbiche del suolo nei due sistemi. I dati evidenziano che fra i parametri di diversità microbiologica esaminati, S e AWCD sono stati significativamente superiori nel sistema “gestito” (tab. 3), ad indicare una maggiore complessità e diversità funzionale microbica di questo sistema.

## Conclusioni

Gli apporti di materiale organico e l'assenza di lavorazioni hanno indotto nell'oliveto abbandonato un significativo aumento della sostanza organica, parametro di fertilità che risponde alle variazioni di gestione del suolo nel lungo periodo; inoltre, la presenza di una fitta copertura vegetale ha determinato modifiche significative nella dinamica del fosforo disponibile all'assorbimento radicale.

Il consistente input di materiale vegetale a diverso C/N, verificatosi naturalmente nell'oliveto “non gestito”, ha determinato l'incremento del numero dei batteri cellulolitici e favorito le attività di alcuni enzimi connessi alla degradazione della cellulosa e della

sostanza organica. La maggiore attività della β-glucosidasi sembra indicare uno stadio evolutivo più avanzato del suolo “non gestito”.

D'altra parte il suolo dell'oliveto “gestito” ha presentato un più elevato numero di batteri e funghi totali ed una maggiore diversità degli stessi. Sembra che, a partire da un suolo già naturalmente ricco come quello delle nostre condizioni sperimentali, le pratiche colturali estensive non abbiano costituito fattori di disturbo per la fertilità microbiologica del terreno.

## Riassunto

L'abbandono degli oliveti è un fenomeno diffuso, innescato essenzialmente da cause di natura economico-sociale. In questo lavoro si sono indagati parametri chimici e microbiologici del suolo di un oliveto pugliese abbandonato da 25 anni rispetto ad uno attiguo con le stesse caratteristiche, ma gestito in maniera estensiva e non irriguo. L'analisi dei campioni di terreno prelevati ha indicato un processo di recupero dei parametri di qualità nel suolo dell'oliveto abbandonato, ma anche una maggiore complessità e diversità microbica nel suolo dell'oliveto gestito. Sembra quindi che, nelle nostre condizioni sperimentali, le tecniche estensive adottate non abbiano influenzato la fertilità microbiologica del terreno.

**Parole chiave:** Biolog<sup>®</sup>, fertilità del suolo, microbiota del suolo, sostanza organica.

## Bibliografia

- REGIONE PUGLIA, 2001. *Progetto ACLA 2 - Studio per la caratterizzazione agronomica della regione Puglia e la classificazione del territorio in funzione della potenzialità produttiva*. Progetto ACLA 2, P.O.P. Puglia '94-'99. Sottoprogramma FEOGA. <http://www.cartografico.puglia.it>
- BLASI C., DI PIETRO R., FORTINI P., 2000. *A phytosociological analysis of abandoned terraced olive grove shrublands in the Tyrrhenian district of Central Italy*. Plant Biosystem 134, (3): 305-331.

- DI PIETRO R., BLASI C., 2002. *A phytosociological analysis of abandoned olive-grove grasslands of Ausoni mountains (Tyrrhenian district of Central Italy)*. *Lazaroa* 23: 73-93.
- EIVAZI F., TABATABAI M.A., 1988. *Glucosidases and galactosidases in soils*. *Soil Biology & Biochemistry* 20: 601-606.
- GELLINI R., 1985. *La macchia mediterranea*. *Botanica Forestale*. Vol. II., Ed. Cedam (Padova): 166-178.
- HOPE C.F.A., BURNS R.G., 1987. *Activity, origins and location of cellulose in a silt loam soil*. *Biology and Fertility of Soils* 5: 164-170.
- LOUMOU A., GIOURGA C., 2003. *Olive groves: "The life and identity of the Mediterranean"*. *Agriculture and Human Values* 20: 87-95.
- MIPAF, 1999. *Metodi ufficiali di analisi chimiche dei suoli*, D.M. del 13/09/99.
- PAUSTIAN, K., COLLINS H.P., PAUL E.A., 1997. *Management controls on soil carbon*. In: Paul E.A. et al. Eds., *Soil organic matter in temperate agroecosystems: Long-term experiments in North America*. CRC Press (Boca Raton, FL): 15-49.
- SOFO A., PALESE A.M., CASACCHIA T., CELANO G., RICCIUTI P., CURCI M., CRECCHIO C., XILOYANNIS C., 2010. *Genetic, functional, and metabolic responses of soil microbiota in a sustainable olive orchard*. *Soil Science* 175 (2):81-88.
- VON MERCI W., SCHINNER F., 1991. *An improved and accurate method for determining the dehydrogenase activity of soils with iodinitrotetrazolium chloride*. *Biology and Fertility of Soils* 11: 216-220.
- ZAK J.C., WILLIG M.R., MOORHEAD D.L., WILDMAN H.G., 1994. *Functional diversity of microbial communities: a quantitative approach*. *Soil Biology & Biochemistry* 26: 1101-1110.

## Risposta ecofisiologica all'irrigazione di due cultivar di olivo allevate in un giovane impianto superintensivo

Vivaldi G.A. e Camposeo S.

Dipartimento di Scienze Agro-Ambientali e Territoriali, Università di Bari Aldo Moro

### Ecophysiological response to irrigation of two olive cultivars grown in a young super high-density orchard

**Abstract.** Super high-density oliveculture system needs irrigation and introduces new cultivars in new environments. So the evaluation of varietal ecophysiological response to irrigation is a crucial topic. For this reason it was planned a pluriannual research on two cultivars, Coratina and Arbequina, trained according to super high-density system. In 2009 irrigation management was conducted according to conventional criterion by applying an irrigation frequency of 4 days. The leaf water potentials reached values similar to the limits reported for the recovery within 48 hours. However, plants showed a leaf water status and gas exchange recovery just after 24 hours from watering. The results highlighted some varietal differences: Arbequina showed a better response to irrigation, while Coratina performed an higher water use efficiency by a lower leaf transpiration.

**Key words:** leaf water potential, net assimilation, stomatal conductance.

### Introduzione

La diffusione negli ultimi anni nel panorama olivicolo mondiale del sistema superintensivo ha comportato una intensificazione degli studi sulla sua gestione irrigua, in quanto questa svolge un ruolo importante nel determinare la sostenibilità agronomica del sistema colturale stesso (Gomez-del-Campo, 2007; 2010; Tombesi e Farinelli, 2010). Infatti, a differenza dei sistemi olivicoli tradizionali, negli impianti superintensivi l'irrigazione risulta indispensabile ai fini dell'ottenimento di un ottimale e costante livello produttivo (Campisi *et al.*, 2009; Camposeo *et al.*, 2008). Le

cultivar sulle quali è stato finora calibrato tale sistema, sono tre: due spagnole, 'Arbequina' e 'Arbosana', ed una greca 'Koroneiki' (Camposeo e Godini, 2010). L'introduzione di nuove cultivar in nuovi ambienti pone la necessità di valutare il loro comportamento ecofisiologico in risposta all'irrigazione. È stato dimostrato che con l'irrigazione l'olivo riesce a recuperare in due-tre giorni stato idrico e scambi gassosi fogliari ottimali solo se lo stress idrico imposto in pre-irrigazione determina valori di potenziale idrico fogliare superiori a -1,0 MPa e -2,5 MPa all'alba e a mezzogiorno, rispettivamente; a valori inferiori il recupero è molto più lento (anche venti giorni); a -2,0 MPa e -4,0 MPa, rispettivamente, esso non avviene del tutto (Angelopoulos *et al.*, 1996; Fernandez *et al.*, 1997; Alegre *et al.*, 1999; Moriana *et al.*, 2002; Iniesta *et al.*, 2009; Sofo *et al.*, 2009). Allo scopo di indagare le risposte ecofisiologiche all'irrigazione è stata avviata una ricerca pluriennale su due cultivar di olivo allevate secondo il sistema superintensivo: Arbequina e Coratina, la più importante varietà dell'olivicoltura tradizionale pugliese. Il presente lavoro riporta i dati del primo anno di ricerca.

### Materiali e metodi

La ricerca è stata condotta in campo in un oliveto localizzato in agro di Valenzano (Ba) presso il Centro Didattico-Sperimentale "P. Martucci" della Facoltà di Agraria dell'Università di Bari. L'oliveto è stato messo a dimora nel 2006 con sesto d'impianto di 4,0 m x 1,5 m (1.667 piante/ha) secondo il sistema superintensivo spagnolo. Nel 2009 la gestione irrigua è stata condotta secondo il criterio convenzionale della restituzione della riserva idrica facilmente utilizzabile (RFU) all'esaurimento della stessa. Da giugno a settembre, a cadenza mensile, sono stati effettuati rilievi in pre-irrigazione (24 ore prima dell'intervento irriguo) e in post-irrigazione (24 ore dopo l'intervento irriguo). Tra le ore 11:00 e le 13:00 in condizione di saturazione luminosa ( $PAR \geq 1.800 \mu\text{mol foton m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), per ciascuna cultivar, su foglie adulte, sane, ben

\* salvatore.camposeo@uniba.it

illuminate ed inserite nel tratto mediano dei rami fruttiferi di tre piante, sono stati misurati la conduttanza stomatica ( $g_s$ ;  $\text{moliH}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), la traspirazione ( $E$ ;  $\text{mmoliH}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e l'assimilazione netta ( $A$ ;  $\mu\text{moliCO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), con un analizzatore di gas a sistema aperto portatile (mod. LCA-4, Analytical Development Company, Ltd.-UK) e camera fogliare PLC4-B. L'efficienza d'uso dell'acqua ( $WUE=A/E$ ) è stata normalizzata con il deficit di pressione di vapor acqueo dell'aria (VPD; kPa). Sulle stesse foglie e alla stessa ora è stato misurato il potenziale idrico fogliare ( $\psi_{\text{md}}$ ) e su foglie vicine il potenziale idrico fogliare prima dell'alba ( $\psi_{\text{pd}}$ ). Nello stesso giorno è stato misurato il potenziale idrico del terreno ( $\psi_s$ ) su un campione di suolo estratto a 40 cm di profondità tra due piante adiacenti. Il momento dell'intervento irriguo è stato individuato seguendo l'evoluzione del potenziale idrico del terreno, effettuando rilievi ogni tre giorni. Tutti i potenziali, delle foglie e del terreno, sono stati misurati mediante uno psicrometro a specchio raffreddato (mod. WP-4T, Decagon Devices, Inc.-USA).

Tutti i dati sono stati sottoposti all'analisi statistica, utilizzando il programma SAS (V9.1) per MS Windows (SAS Institute Inc., USA); i parametri significativi al test F ( $P = 0,05$ ) sono stati analizzati con il test protetto SNK. I dati mostrati rappresentano la media stagionale dei quattro rilievi mensili.

Data la notevole influenza che i fattori climatici hanno sulla gestione irrigua, è stato registrato l'andamento termopluviometrico dal 1/11/2008 al 31/12/2009 presso la stazione agrometeorologica situata nella stessa azienda e forniti dall'Ufficio Agrometeorologico ASSOCODIPUGLIA. I dati termopluviometrici del trentennio (1974-2004) sono stati

registrati presso la stazione agrometeorologica di Turi, la più vicina al sito in studio e reperite presso l'Ufficio Centrale di Ecologia Agraria. Le temperature medie mensili sono state identiche a quelle della media trentennale ( $15,6 \text{ }^\circ\text{C}$ ). La piovosità totale, di contro, è risultata di gran lunga superiore alla media trentennale ( $+365 \text{ mm}$ ); tuttavia la maggior parte delle precipitazioni si sono verificate al di fuori della stagione irrigua, durante la quale la piovosità è risultata di poco inferiore rispetto alla media trentennale.

## Risultati e discussioni

Con l'irrigazione condotta secondo il criterio convenzionale, il  $\psi_s$  è stato portato da valori di  $-0,54 \text{ MPa}$  (=RFU, limite dell'intervento irriguo) a valori molto prossimi alla capacità idrica di campo ( $\psi_s = -0,07/-0,08 \text{ MPa}$ ) (tab. 1).

Tra le cultivar per ciascun rilievo e tra i rilievi per ciascuna cultivar non sono state registrate differenze significative del  $\psi_{\text{pd}}$ :  $-1,89 \text{ MPa}$  in pre e  $-1,57 \text{ MPa}$  in post, in media (tab. 1). Di contro, sono stati osservati valori significativamente più negativi di  $\psi_{\text{md}}$  sia in pre- che in post-irrigazione della cv Coratina rispetto alla cv Arbequina: in pre  $-4,08$  vs  $-3,40 \text{ MPa}$  e in post  $-3,68$  vs  $-3,10 \text{ MPa}$ , rispettivamente (tab. 1). Nessuna differenza statistica di  $\psi_{\text{md}}$  è stata ottenuta invece tra i rilievi per ciascuna cultivar (tab. 1). I valori di potenziali idrici fogliari ottenuti sono risultati inferiori a quelli che, secondo la letteratura, avrebbero dovuto determinare un recupero rapido degli scambi gassosi.

La  $g_s$  ha mostrato una tendenza al miglioramento per entrambe le cultivar dopo l'intervento irriguo, senza evidenziare differenze statistiche tra le cultivar:  $0,04 \text{ moliH}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  in pre- e  $0,07 \text{ moliH}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$

Tab. 1 - Potenziale idrico del terreno ( $\psi_s$ ), delle foglie ( $\psi_{\text{md}}$ ) e scambi gassosi a mezzogiorno (conduttanza stomatica  $g_s$ ; traspirazione  $E$ ; assimilazione netta  $A$ ; efficienza d'uso dell'acqua normalizzata  $WUE$ ) e potenziale idrico fogliare all'alba ( $\psi_{\text{pd}}$ ), in pre- e post-irrigazione delle cultivar Arbequina e Coratina. La prima lettera indica differenza statistica tra i rilievi pre- e post-irrigazione per ciascuna cultivar, la seconda indica differenza statistica tra le cultivar per ciascun rilievo ( $P=0,05$ ; SNK test).

Tab. 1 - Soil water potential ( $\psi_s$ ), leaf water potential ( $\psi_{\text{md}}$ ) and leaf gas exchanges at midday (stomatal conductance  $g_s$ ; leaf transpiration  $E$ ; net assimilation rate  $A$ ; normalized water use efficiency  $WUE$ ) and pre-dawn leaf water potential ( $\psi_{\text{pd}}$ ), before (pre) and after (post) irrigation of cultivar Arbequina and Coratina. The first letter denote statistical differences between pre/post irrigation values for each cultivar, the second letter denote statistical differences between cultivars for each date ( $P=0.05$ ; SNK test).

Parametri	Arbequina		Coratina	
	Pre	Post	Pre	Post
$\psi_s$ (MPa)	$-0,55 \pm 0,08$ ba	$-0,07 \pm 0,05$ aa	$-0,53 \pm 0,07$ ba	$-0,08 \pm 0,02$ aa
$\psi_{\text{pd}}$ (MPa)	$-1,85 \pm 0,15$ aa	$-1,50 \pm 0,20$ aa	$-1,94 \pm 0,21$ aa	$-1,64 \pm 0,13$ aa
$\psi_{\text{md}}$ (MPa)	$-3,40 \pm 0,31$ aa	$-3,10 \pm 0,25$ aa	$-4,08 \pm 0,30$ ab	$-3,68 \pm 0,30$ ab
$g_s$ ( $\text{moliH}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )	$0,04 \pm 0,02$ aa	$0,07 \pm 0,02$ aa	$0,04 \pm 0,02$ aa	$0,06 \pm 0,01$ aa
$E$ ( $\text{mmoliH}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )	$2,06 \pm 0,63$ aa	$2,82 \pm 0,41$ aa	$1,95 \pm 0,81$ aa	$2,55 \pm 0,63$ aa
$A$ ( $\mu\text{moliCO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )	$3,64 \pm 1,23$ ba	$4,82 \pm 1,01$ aa	$3,54 \pm 1,59$ ba	$4,72 \pm 0,50$ aa
$WUE$ ( $\mu\text{moliCO}_2 \text{ kPa mmoliH}_2\text{O}^{-1}$ )	$6,00 \pm 0,64$ aa	$6,15 \pm 0,50$ ab	$6,66 \pm 0,75$ aa	$7,18 \pm 0,48$ aa

in post-, in media (tab. 1). La E non ha manifestato differenze statistiche tra i rilievi pre- e post-irrigazione per ciascuna cultivar e nessuna differenza statistica tra le cultivar per ciascun rilievo, anche se è stata evidente la tendenza della cv Coratina a manifestare una più bassa traspirazione stomatica rispetto ad Arbequina in post-irrigazione ( $2,55 \text{ mmolH}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  vs  $2,82 \text{ mmolH}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) (tab. 1). In entrambe le cultivar l'irrigazione ha significativamente incrementato la A: da 3,64 a 4,82  $\mu\text{molCO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  per Arbequina, da 3,54 a 4,72  $\mu\text{molCO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  per Coratina, in pre- e post- rispettivamente; nessuna differenza varietale è stata invece osservata (tab. 1). Infine, in post-irrigazione la Coratina ha evidenziato una maggiore efficienza d'uso dell'acqua ( $7,18 \mu\text{molCO}_2 \text{ kPa mmolH}_2\text{O}^{-1}$ ) rispetto ad Arbequina ( $6,15 \mu\text{molCO}_2 \text{ kPa mmolH}_2\text{O}^{-1}$ ) (tab. 1).

## Conclusioni

In condizioni di gestione irrigua convenzionale:

- l'irrigazione non ha determinato aumenti significativi del potenziale idrico fogliare di entrambe le cultivar dopo l'irrigazione, pur migliorando significativamente lo stato idrico del suolo, a conferma del comportamento tipicamente anisoidrico dell'olivo;
- i valori di potenziali idrici fogliari sono risultati inferiori a quelli che, secondo la letteratura, avrebbero dovuto determinare un recupero rapido degli scambi gassosi;
- tuttavia, pur non migliorando significativamente lo stato idrico delle piante, l'irrigazione ha determinato una tendenza all'aumento della conduttanza stomatica e della traspirazione ed un incremento significativo dell'assimilazione netta di entrambe le cultivar, già 24 ore dopo l'irrigazione;
- Arbequina ha mostrato sempre valori di potenziale idrico fogliare maggiori ed un miglior recupero degli scambi gassosi rispetto a Coratina;
- Coratina ha mostrato una efficienza d'uso dell'acqua normalizzata superiore rispetto ad Arbequina verosimilmente per una più bassa traspirazione.

## Riassunto

Nel sistema superintensivo di olivicoltura non si può prescindere dall'irrigazione, il quale prevede, tra l'altro, l'introduzione di nuove cultivar in nuovi ambienti. Ciò pone la necessità di valutare anche il loro comportamento ecofisiologico in risposta all'irrigazione. Per questo è stata avviata una ricerca pluriennale su due cultivar di olivo da olio, Coratina e

Arbequina, allevate secondo il sistema superintensivo. Nel corso del 2009 la gestione irrigua è stata condotta con il criterio convenzionale della restituzione della riserva idrica facilmente utilizzabile, applicando un turno irriguo medio di 4 giorni. I potenziali idrici fogliari hanno raggiunto valori vicini a quello limite riportato in letteratura per il recupero entro 48 ore. Tuttavia, le piante hanno mostrato un buon recupero dello stato idrico fogliare e degli scambi gassosi già dopo 24 ore dall'adacquata. I risultati ottenuti, inoltre, hanno permesso di evidenziare alcune differenze varietali: la cv Arbequina ha mostrato una migliore risposta all'irrigazione, mentre la cultivar Coratina ha mostrato una efficienza d'uso dell'acqua superiore, per una più bassa traspirazione.

**Parole chiave:** potenziale idrico fogliare, assimilazione netta, conduttanza stomatica.

## Bibliografia

- ANGELOPOULOS K., DICHIO B., XILOYANNIS C., 1996. *Inhibition of photosynthesis in olive trees (Olea europaea L.) during water stress and rewatering*. J. Exp. Bot. 47: 1093-1100.
- ALEGRE S., MARSAL J., MATA M., ARBONES A., GIRONA J., TOVAR M., 2000. *Regulated deficit irrigation in olive trees (Olea europaea L. cv. Arbequina) for oil production*. Acta Hort. 586: 259-262.
- CAMPISI G., CARUSO T., FARINA G., MARINO G., MARRA F.P., 2009. *Comportamento agronomico di un impianto superintensivo di olivo in Sicilia sottoposto a irrigazione "in deficit"*. Acta Italus Hortus 1: 31-36.
- CAMPOSEO S., FERRARA G., PALASCIANO M., GODINI A., 2008. *Varietal behaviour according to the superintensive olive culture training system*. Acta Hort. 791: 171-274.
- CAMPOSEO S., GODINI A., 2010. *Preliminary observations the performance of 13 varieties according to the super high density oliveculture training system in Apulia (southern Italy)*. Adv. Hort. Sci. 24(1): 16-20.
- FERNÁNDEZ J.E., MORENO F., GIRÓN I.F., BLÁZQUEZ O.M., 1997. *Stomatal control of water use in olive tree leave*. Plant Soil 190: 179-192.
- GOMEZ-DEL-CAMPO M., 2007. *Effect of water supply on leaf area development, stomatal activity, transpiration, and dry matter production and distribution in young olive trees*. Austr. J. Agric. Res. 58: 385-391.
- GOMEZ-DEL-CAMPO M., 2010. *Physiological and growth responses to irrigation of a newly established hedgerow olive orchard*. HortScience 45(5): 809-814.
- INIESTA F., TESTI L., ORGAZ F., VILLALOBOS F.J., 2009. *The effects of regulated and continuous deficit irrigation on the water use, growth and yield of olive trees*. Eur. J. Agron. 30: 258-265.
- MORIANA A., VILLALOBOS F.J., FERERES E., 2002. *Stomatal and photosynthetic responses of olive (Olea europaea L.) leaves to water deficits*. Plant Cell Environ. 25: 395-405.
- SOFO A., DICHIO B., MONTANARO G., XILOYANNIS C., 2009. *Shade effect on photosynthesis and photoinhibition in olive during drought and rewatering*. Agric. Water Manag. 96: 1201-1206.
- TOMBESI S., FARINELLI D., 2010. *Efficienza produttiva in oliveti superintensivi: influenza della concimazione e dell'irrigazione*. Frutticoltura 72(6): 70-75.

# Influenza della disponibilità idrica nel suolo sulla qualità dell'olio della cultivar Frantoio

Caruso G.<sup>1\*</sup>, Gucci R.<sup>1</sup>, Urbani S.<sup>2</sup>, Esposito S.<sup>2</sup>, Taticchi A.<sup>2</sup> e Servili M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa

<sup>2</sup>Dipartimento di Scienze Economico-Estimative e degli Alimenti, Università di Perugia

## The effect of soil water availability on olive oil quality of cv Frantoio

**Abstract.** An experiment was carried out in a young, high-density olive (*Olea europaea* L. cv Frantoio) orchard to determine the effect of deficit irrigation regimes on virgin olive oil (VOO) quality. The irrigation regime had no effect on free acidity, peroxide value, and fatty acid composition of VOO, but strongly influenced its phenolic concentration. Trees with high water status yielded oils with lower concentrations of total phenols and ortho-diphenols with respect to oils from severely stressed trees. An inverse relationship between the sum of phenolic fractions and the integrated leaf water potential was observed in both years.

**Key words:** Fatty acids composition, free acidity, *Olea europaea* L., peroxides value, polyphenols.

## Introduzione

La composizione dell'olio è il risultato di una serie di processi biologici che si verificano inizialmente durante il periodo di sviluppo del frutto e la sua maturazione e proseguono durante il processo di estrazione dell'olio dalle olive (Servili *et al.*, 2003). Negli ultimi anni molti studi hanno evidenziato gli effetti dell'irrigazione dell'olivo sulla qualità dell'olio. Lo stato idrico dell'albero non sembra avere un chiaro effetto su alcuni parametri quali acidità libera, numero di perossidi e costanti spettrofotometriche (Gucci e Servili, 2006; Motilva *et al.*, 2000; Patumi *et al.*, 1999; Servili *et al.*, 2007). Tovar *et al.* (2002) non riscontrò differenze significative per acidità libera, numero di perossidi e costanti spettrofotometriche in oli (cv Arbequina) sottoposti a differenti regimi irrigui (25,

50 e 75% della piena irrigazione). Al contrario, la disponibilità idrica nel suolo sembra influenzare marcatamente il contenuto in composti fenolici e le caratteristiche sensoriali dell'olio. In generale, la concentrazione dei composti fenolici nell'olio diminuisce all'aumentare della disponibilità idrica (Berenguer *et al.*, 2006; Motilva *et al.*, 2000; Patumi *et al.*, 1999; Tovar *et al.*, 2002). Servili *et al.* (2007) mostrarono che olivi pienamente irrigati produssero oli con concentrazioni in polifenoli e ortodifenoli più basse rispetto a quelli prodotti da olivi sottoposti a deficit idrico (circa il 50% della piena irrigazione) o ad irrigazione di soccorso. Questi risultati concordano con quelli ottenuti sulla cultivar Arbequina, dove gli oli ottenuti da piante irrigate mostrarono concentrazioni in composti fenolici inferiori rispetto a quelli prodotti da piante in asciutto (Romero *et al.*, 2002).

L'obiettivo del presente lavoro è stato di valutare gli effetti di diversi regimi irrigui su alcuni parametri qualitativi dell'olio di oliva della cultivar Frantoio, una delle varietà più apprezzate in Italia e all'estero per la qualità del suo olio.

## Materiali e metodi

La prova è stata condotta in un oliveto (*Olea europaea* L. cv Frantoio) situato presso i campi sperimentali dell'Università di Pisa a Venturina (LI) in un suolo franco-sabbioso in condizioni di clima mediterraneo sub-umido (Caruso *et al.*, 2013). Per due anni consecutivi furono stabiliti tre regimi irrigui: piena irrigazione (FI), irrigazione in deficit (DI) e irrigazione di soccorso (SI). Gli alberi FI furono irrigati 4-5 giorni a settimana ricevendo mediamente ogni anno 3.901 litri ad albero durante il periodo irriguo, mentre gli alberi DI e SI ricevettero 1.358 e 159 litri ad albero, rispettivamente (Caruso *et al.*, 2013).

Lo stato idrico dell'albero fu monitorato mediante misure di potenziale idrico fogliare (LWP) effettuate al termine del periodo notturno. Gli alberi SI venivano irrigati solo quando i valori di LWP scendevano al di

\*gcaruso@agr.unipi.it

sotto di -4 MPa (Caruso *et al.*, 2011). I frutti furono raccolti il 21 ottobre 2008 e il 19 ottobre 2009, ad un indice di maturazione compreso tra 2,9 e 3,5 e tra 2,3 e 3,9 nel 2008 e 2009, rispettivamente (Caruso *et al.*, 2011). Le olive furono trasformate in olio entro 36 ore dalla raccolta mediante un sistema di estrazione da laboratorio dotato di un frangitore a martelli, gramola (25 °C per 20 min) e separatore centrifugo. Dopo la centrifugazione l'olio fu immediatamente filtrato e conservato al buio a 8 °C. L'acidità libera, il numero di perossidi, la composizione acidica e gli indici spettrofotometrici sono stati determinati in base ai Metodi Ufficiali di Analisi (regolamento UE 1989/03 che modifica il reg. EEC 2568/91), il contenuto in composti fenolici mediante un metodo colorimetrico secondo la metodologia riportata in Montedoro *et al.* (1992).

## Risultati

I valori di acidità libera, numero di perossidi e costanti spettrofotometriche rientrarono ampiamente nei limiti stabiliti per la classificazione dell'olio extravergine (regolamento UE 1989/03 che modifica il reg. EEC 2568/91). In particolare, valori leggermente inferiori di acidità libera, numero di perossidi e  $K_{232}$  furono misurati negli oli delle piante che ricevettero solo irrigazioni di soccorso (tab. 1). Per quanto riguarda la composizione acidica non furono riscontrate differenze tra le diverse tesi irrigue (tab. 1). La concentrazione in polifenoli totali e ortodifenoli degli oli di piante FI furono più basse sia di quelle degli oli di piante DI che di quelli di piante SI. In particolare, la concentrazione in polifenoli totali degli oli di piante SI fu pari al 183% di quella degli oli delle piante pienamente irrigate. Allo stesso modo le differenze tra le tesi FI e SI in merito agli ortodifenoli furono molto evidenti con valori negli oli SI 2,5 volte superiori rispetto a quelli FI. Gli oli prodotti dagli alberi sottoposti a deficit idrico produssero oli con concentrazioni intermedie in polifenoli totali e ortodifenoli (155% e 213% di

FI, rispettivamente). L'effetto della disponibilità idrica fu particolarmente evidente anche esprimendo la concentrazione fenolica come somma delle frazioni fenoliche. In particolare, le concentrazioni aumentarono all'aumentare del livello di stress idrico secondo una relazione lineare inversa ( $y = -347,9x + 199,8$ ;  $R^2 = 0,81$ ;  $R^2 = 0,82^{***}$ ).

## Discussione

L'acidità libera, il numero di perossidi e gli indici spettrofotometrici ( $K_{232}$  e  $K_{270}$ ), usati come parametri nella classificazione merceologica, non sembrano essere influenzati dal regime irriguo. Berenguer e collaboratori (2006) osservarono un aumento dei valori di acidità libera in oli (cv Arbequina) di alberi che ricevevano volumi crescenti di acqua, ma tale effetto fu evidente solo in uno dei due anni di sperimentazione. Anche la composizione acidica non risentì particolarmente dello stato idrico dell'albero, come riscontrato anche in altre cultivar (Motilva *et al.*, 2000; Patumi *et al.*, 1999). La disponibilità idrica non altera la possibilità di produrre oli extravergini, ma influisce in maniera evidente sulla concentrazione fenolica dell'olio. Gli alberi che non furono sottoposti ad alcuno stress idrico produssero oli con concentrazioni più basse in polifenoli totali e ortodifenoli rispetto alle piante in asciutto. Gli alberi sottoposti a deficit idrico produssero oli con concentrazioni simili in ortodifenoli a quelle misurate in oli di piante sottoposte a deficit idrico severo; nei due anni di studio gli oli della tesi DI avevano in media concentrazioni in polifenoli totali pari all'86% di quelle di oli di alberi SI. Simili risultati furono ottenuti in una prova di due anni condotta sulla cv Leccino in un giovane oliveto intensivo in Toscana (Servili *et al.*, 2007).

I composti fenolici sono i principali responsabili delle caratteristiche organolettiche, della stabilità ossidativa e delle proprietà salutistiche dell'olio. Nonostante le concentrazioni di tali composti nell'olio siano princi-

Tab. 1 - Acidità libera, numero di perossidi,  $K_{232}$ ,  $K_{270}$ , polifenoli totali, ortodifenoli, e principali acidi grassi di oli ottenuti da olivi (cv Frantoio) sottoposti a differenti regimi irrigui (piena, deficit, stress). I valori sono medie di otto campioni di olio per tesi (medie di due anni). Lettere differenti entro la stessa colonna indicano differenze minime significative ( $p \leq 0,05$ ) calcolate mediante analisi della varianza (ANOVA). I dati relativi alla composizione acidica sono stati trasformati mediante trasformazione per arcoseno prima della ANOVA. Tab. 1 - Free acidity, peroxides value,  $K_{232}$ ,  $K_{270}$ , total phenols, ortho-diphenols, and main fatty acids of virgin olive oils (VOO) from olive trees (cv Frantoio) subjected to three different irrigation regimes (full, deficit, complementary). Values are means of eight different VOO replicates (means of two years). Different letters indicate least significant differences at  $p \leq 0.05$  after analysis of variance (ANOVA). Data of fatty acids were transformed by arcsine transformation prior to ANOVA.

Irrigazione	Ac. Libera (% ac. oleico)	N. Perossidi (meq O <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> )	$K_{232}$	$K_{270}$	Polifenoli tot. (mg kg <sup>-1</sup> )	Ortodifenoli (mg kg <sup>-1</sup> )	Ac. Palmitico (%)	Acido Oleico (%)	Acido Linoleico (%)	Ac. Linolenico (%)
Piena	0,35 ab	8,2	1,86	0,17	421 c	124 b	13,5	73,6	8,2	0,7
Deficit	0,36 a	8,4	1,87	ND	654 b	265 a	13,7	73,5	8,1	0,6
Stress	0,30 b	7,7	1,70	0,16	771 a	314 a	13,8	73,6	7,9	0,6

palmente legate al genotipo, i risultati ottenuti evidenziano l'importante ruolo dell'irrigazione in deficit nel mantenere elevato il contenuto in polifenoli nell'olio in condizioni irrigue.

### Riassunto

È stata condotta una prova biennale in un giovane oliveto ad alta densità (*Olea europaea* L. cv Frantoio) per determinare l'effetto di diversi regimi idrici sulla qualità degli oli extra-vergini di oliva. Il regime idrico non influenzò sull'acidità libera, numero di perossidi, indici spettrofotometrici e composizione acidica dell'olio, ma modificò la concentrazione dei composti fenolici. Gli olivi ben irrigati produssero oli con inferiori concentrazioni di polifenoli e ortodifenoli rispetto agli alberi che subirono un certo grado di stress idrico. La relazione inversa tra le frazioni fenoliche e il potenziale idrico integrato giornaliero fu evidente in entrambi gli anni.

**Parole chiave:** acidità libera, composizione acidica, numero di perossidi, *Olea europaea* L., polifenoli.

Ricerca realizzata con il supporto finanziario di UNAPROL (Reg. UE n. 2080/2005 e n. 867/2008).

### Bibliografia

- BERENQUER M.J., VOSSEN P.M., GRATTAN S.R., CONNELL J.H., POLITO V.S., 2006. *Tree irrigation level for optimum chemical and sensory properties of olive oil*. HortSci. 41, 427-432.
- CARUSO G., RAPOPORT H.F., GUCCI R., 2013. *Long-term evaluation of yield components of young olive trees during the onset of fruit production under different irrigation regimes*. Irrig. Sci. 31: 37-47.
- E.U. OFF. J. EUR. COMMUNITIES, 2003 November 6. *Regulation 1989/03 amending Regulation (EEC) No 2568/91 on the characteristics of olive oil and olive-pomace oil and on the relevant methods of analysis modifies the CEE n. 2568/91 on olive oils and pomace olive oils characteristics and relative analysis methods*. Official Journal L. 295/57 13/11/2003.
- GUCCI R., SERVILI M., 2006. *L'irrigazione in deficit controllato in olivicoltura*. Accademia dei Georgofili. Quaderni 2005: 119-142.
- MONTEDORO G.F., SERVILI M., BALDIOLI M., MINIATI E., 1992. *Simple and hydrolyzable phenolic compounds in virgin olive oil. I. Their extraction, separation, and quantitative and semi-quantitative evaluation by HPLC*. J. Agric. Food Chem. 40: 1571-1576.
- MOTILVA M.J., TOVAR M.J., ROMERO M.P., ALEGRE S., GIRONA J., 2000. *Influence of regulated deficit irrigation strategies applied to olive trees (Arbequina cultivar) on oil yield and oil composition during the fruit ripening period*. J. Food Sci. Agric. 80: 2037-2043.
- PATUMI M., D'ANDRIA R., FONTANAZZA G., MORELLI G., GIORIO P., SORRENTINO G., 1999. *Yield and oil quality of intensively trained trees of three cultivars of olive (Olea europaea L.) under different irrigation regimes*. J. Hort. Sci. Biotech. 74: 729-737.
- ROMERO M.P., TOVAR M.J., GIRONA J., MOTILVA M.J., 2002. *Changes in the HPLC phenolic profile of virgin olive oil from young trees (Olea europaea L. cv Arbequina) grown under different deficit irrigation strategies*. J. Agric. Food Chem. 50, 5349-5354.
- SERVILI M., SELVAGGINI R., TATICCHI A., ESPOSTO S., MONTEDORO G.F., 2003. *Volatile compounds and phenolic composition of virgin olive oil: optimization of temperature and time of exposure of olive pastes to air contact during the mechanical extraction process*. J. Agric. Food Chem. 51, 7980-7988.
- SERVILI M., ESPOSTO S., LODOLINI E.M., SELVAGGINI R., TATICCHI A., URBANI S., MONTEDORO G.F., SERRAVALLE M., GUCCI R., 2007. *Irrigation effects on quality, phenolic composition and selected volatiles of virgin olive oil cv Leccino*. J. Agric. Food Chem. 55, 6609-6618.
- TOVAR M.J., ROMERO M.P., GIRONA J., MOTILVA M.J., 2002. *Composition and organoleptic characteristics of oil from Arbequina olive (Olea europaea L.) trees under deficit irrigation*. J. Sci. Food Agric. 82, 1755-176.

## Evoluzione del colore delle olive nelle cv Frantoio e Grignano

Vezzaro A. \*, Bandiera E., Cardillo V., Ferasin M., Ruperti B. e Giulivo C.

Dipartimento di Agronomia Ambientale e Produzioni Vegetali, Università di Padova

### Olive colour evolution in cv Frantoio and Grignano

**Abstract.** The analysis of superficial colour of olive drupes, as an indirect estimate of the qualitative and quantitative variations of pigments in fruits, can be considered an interesting approach for the characterisation of ripening dynamics of olives and of olive cultivars. In this study we analysed samples of drupes from Frantoio and Grignano cultivars that were collected in Verona province in ten consecutive sampling dates starting from September to early November 2009, until the end of the ripening process. Drupes were analysed by means of a portable reflectance spectrophotometer that enables the detection of reflectance values for a range of wavelengths between 360 and 740 nm. The spectrophotometer can also calculate the parameters of the CIELAB system colour space, L\*, a\*, b\*, C\*. Drupes from both Frantoio and Grignano cultivars showed a reflectance peak at 550 nm, that can be correlated to the presence of chlorophylls, whilst for olives collected at *véraison*, when chlorophyll tends to disappear, reflectance curves were different and this appeared clearer in Grignano olives. Moreover, Grignano olives collected in the last two sampling dates showed reflectance curves characterised by lower peaks up to 680 nm. In general Grignano olives showed a faster evolution of colour profiles, and this was supported also by results of calculations on the COL colour index. On the basis of these data, we are at present evaluating other colour indices that can be used for a better characterisation of the ripening progress of Grignano and Frantoio olive drupes in the Veneto region.

**Key words:** Frantoio, Grignano, ripening, colour.

### Introduzione

Lo studio del colore dell'epidermide dei frutti può permettere una stima delle variazioni dei pigmenti

presenti nella drupa in termini di qualità e quantità. Come è noto, il profilo di accumulo e il metabolismo dei pigmenti si modifica durante la maturazione, in maniera cultivar-dipendente: le clorofille tendono in generale a diminuire, mentre gli antociani, i principali responsabili della pigmentazione della drupa matura, aumentano progressivamente (Roca and Minguez-Mosquera, 2001). Queste variazioni nella biochimica dei pigmenti possono essere osservate con tecniche analitiche che prevedono un'estrazione mediante solventi e successive analisi cromatografiche (HPLC, High-Performance Liquid Chromatography). Queste tecniche sono però distruttive e permettono unicamente valutazioni *ex post* delle variazioni dei pigmenti. L'utilizzo di tecniche non distruttive di analisi del colore delle drupe può invece costituire un approccio interessante sia per la caratterizzazione di cultivar dalle proprietà particolari sia per lo sviluppo di un sistema rapido per valutare correttamente le fasi di maturazione della drupa e ottimizzare la raccolta, correlando i dati di colore con i dati classici della maturazione del frutto come ad esempio l'inolizione.

Le analisi colorimetriche sono state utilizzate in precedenza in diverse specie per una valutazione oggettiva del colore dei frutti, come ad esempio in bacche di vite e pomodoro (Carreño *et al.*, 1995; Dodds *et al.*, 1991); questi dati sono spesso elaborati sotto forma di indici colorimetrici, ovvero grandezze adimensionali ottenute attraverso elaborazioni algebriche delle coordinate ottenute attraverso misure colorimetriche, per semplificare i parametri cromatici ottenuti. In particolare, il sistema CIELAB (Commission Internationale de l'Eclairage, 1986) è molto utilizzato per la valutazione di profili colore di prodotti alimentari (Carreño *et al.*, 1995; Escolar *et al.*, 1994), e gli indici da esso derivati sono stati correlati a diversi parametri fisiologici. Esempi di indici colorimetrici proposti sono l'indice COL, per pomodoro (Hobson, 1987), l'indice CCI, per gli agrumi (Jiménez-Cuesta *et al.*, 1981), e l'indice CIRG per le bacche di vite (Carreño *et al.*, 1995).

Questo studio è stato finalizzato alla valutazione dei valori di riflettanza di drupe di olivo raccolte a

\* alice.vezzaro@unipd.it

dieci stati successivi di sviluppo e maturazione, da cultivar Frantoio e Grignano nella provincia di Verona. I dati di riflettanza sono stati analizzati per osservare se era possibile discriminare le curve ottenute da diversi stadi di maturazione. E' stato poi calcolato l'indice COL per valutare se il cambiamento di colore dovuto all'invaiaitura si rifletteva anche nei valori dell'indice colorimetrico.

## Materiali e metodi

Le olive sono state raccolte a Mezzane di Sotto (VR) durante la stagione 2009 in dieci date successive a partire da inizio settembre fino a completa maturazione: 02/09, 14/09, 21/09, 28/09, 05/10, 12/10, 19/10, 26/10, 02/11, 09/11. Le cultivar utilizzate sono state Frantoio, diffusa a livello nazionale, e Grignano, cultivar autoctona veneta che può dare un olio con profili aromatici molto interessanti. Le analisi sono state condotte su gruppi di 20 drupe per cultivar e data di campionamento. Le olive sono state misurate utilizzando uno spettrofotometro portatile a riflettanza (Minolta CM-2500d), che forniva i valori di riflettanza compresi tra le lunghezze d'onda di 360 e 740 nm con un intervallo di 10 nm. Lo strumento inoltre ha fornito i valori L\* (luminosità), a\* (indice del rosso), b\* (indice del giallo) e C\* (chroma), secondo il sistema CIELAB. L'indice COL è stato calcolato con la formula  $COL=(2000 \cdot a^*)/(L^* \cdot C^*)$ .

## Risultati e discussione

I dati ottenuti dalle analisi di riflettanza hanno permesso di disegnare delle curve di riflettanza corrispondenti alle diverse date di raccolta dei frutti (fig. 1).

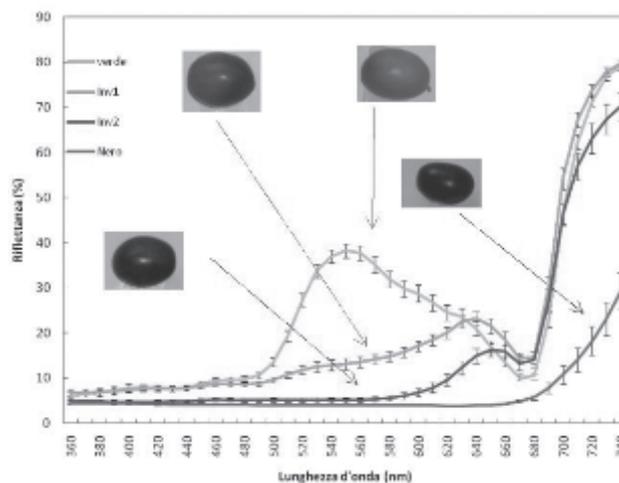


Fig. 1 - Classi di colore generiche, ricavate da dati di riflettanza ottenuti in analisi precedenti, per la cultivar Grignano a quattro stadi di maturazione: oliva verde (verde), oliva a inizio invaiatura (Inv1), oliva a invaiatura avanzata (Inv2), oliva matura (Nero).

*Fig. 1 - General colour groups drawn from reflectance data obtained in previous analyses, in Grignano cultivar collected at four ripening stages: green olive (verde), early véraison olive (Inv1), full véraison olive (Inv2), full ripe olive (Nero)*

Le olive verdi presentavano un picco di riflettanza a circa 550 nm, che può essere identificato come il picco corrispondente alle clorofille. Questo picco è scomparso nelle olive ai due stadi di invaiatura, ma si sono osservati picchi minori alle lunghezze d'onda di 640-650 nm, che erano solo parzialmente visibili già nelle olive verdi. A maturazione completata, la curva di riflettanza è apparsa caratterizzata da valori bassi su tutte le lunghezze d'onda, con valori di riflettanza elevati solo a lunghezze d'onda superiori a 680 nm (fig. 2).

Le misure di riflettanza hanno quindi permesso di osservare come in Frantoio i cambiamenti nelle curve di colore sono apparsi più gradualmente rispetto a quelli

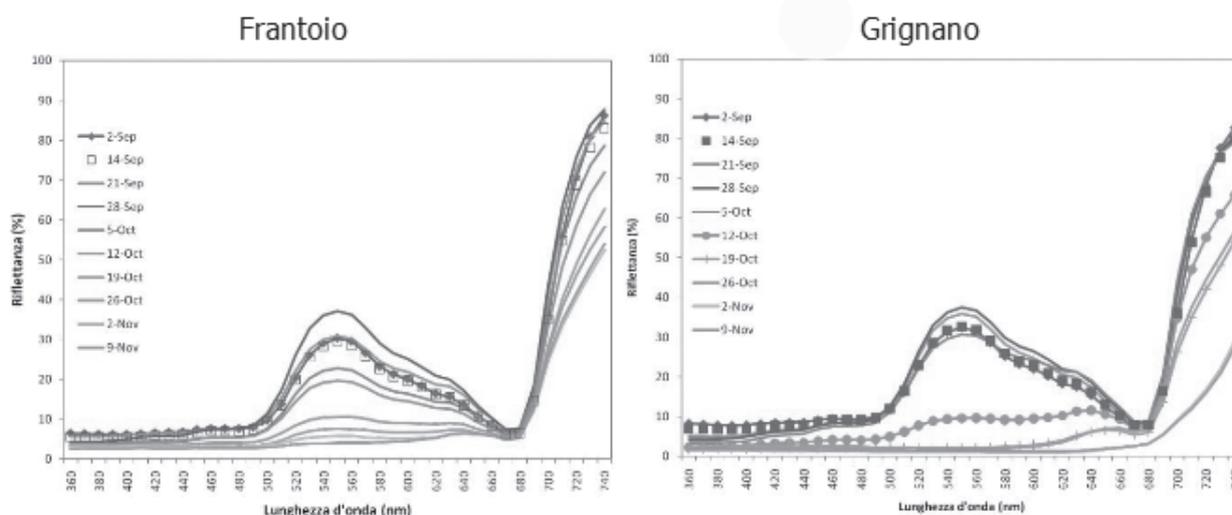


Fig. 2 - Misure di riflettanza di campioni di drupe raccolte tra settembre e novembre 2009 per la cultivar Frantoio e Grignano.

*Fig. 2 - Reflectance measurements of drupe samples collected between September and November 2009 from Frantoio and Grignano cultivar.*

riscontrati in Grignano, dove invece i campioni a partire dall'invaiaura (iniziata intorno al 12-19 ottobre), hanno mostrato delle curve di riflettanza con rapidi cambiamenti. Inoltre, anche i campioni di olive mature, corrispondenti alle ultime due date di campionamento, hanno mostrato andamenti differenti in quanto le curve delle drupe Grignano hanno evidenziato un aumento della riflettanza su lunghezze d'onda superiori a 680 nm, mentre quelle corrispondenti di Frantoio hanno mostrato piccole variazioni durante la maturazione.

Queste differenze possono essere ascritte ad una maggiore precocità della cultivar Grignano nell'annata studiata e quindi a una maggiore velocità nel raggiungere la piena maturazione.

E' stato inoltre calcolato l'indice COL per osservare se tale indice può essere utilizzato per valutare l'insorgenza dell'invaiaura e la progressione della maturazione (fig. 3).

Dai grafici ottenuti è possibile osservare come i valori dell'indice siano aumentati in modo significativo in entrambe le cultivar in corrispondenza della data del 19 ottobre. Tuttavia, per la cultivar Grignano l'indice aveva evidenziato un leggero aumento già in corrispondenza del 12 ottobre e, soprattutto, il raggiungimento di valori assoluti significativamente più elevati rispetto a quelli raggiunti dai frutti di Frantoio, evidenze che dimostrano anche in questo caso una più precoce insorgenza del processo di maturazione in questo genotipo. L'indice COL, quindi, nonostante sia stato sviluppato per pomodoro, potrebbe avere un'applicazione per l'individuazione dell'inizio e il progresso della maturazione nei frutti di olivo, consentendo nel contempo di differenziare i comportamenti di diverse cultivar.

## Conclusioni

Le analisi effettuate durante lo sviluppo e la matu-

razione delle drupe delle cv Frantoio e Grignano hanno evidenziato come il profilo di colore nella cv Grignano cambi in maniera più repentina, mostrando quindi una progressione dell'invaiaura e della maturazione più rapida. Questi dati sono coerenti con dati precedenti che consideravano altri parametri che riflettono la progressione del processo di maturazione nei frutti di Grignano (Vezzaro *et al.*, 2011). Il brusco aumento dell'indice COL in corrispondenza dell'invaiaura in entrambe le cultivar, suggerirebbe questo indice come un potenziale strumento oggettivo per la definizione dell'inizio della maturazione delle drupe.

Sulla base di questi dati, sono attualmente in corso analisi di correlazione tra questi e altri parametri fisiologici della drupa e valutazioni di altri indici colorimetrici che possano caratterizzare le fasi di maturazione dei frutti di olivo negli ambienti veneti.

## Riassunto

L'analisi del colore superficiale delle drupe, in quanto stima indiretta delle variazioni quali-quantitative dei pigmenti contenuti nei frutti, può costituire un interessante approccio per lo studio della dinamica di maturazione e per la caratterizzazione di cultivar di olivo.

In questo studio sono stati analizzati campioni di drupe da cultivar Frantoio e Grignano raccolti in provincia di Verona in dieci date successive a partire da settembre fino a inizio novembre 2009, fino a fine maturazione. Le drupe sono state analizzate utilizzando uno spettrofotometro portatile che ha permesso di rilevare i dati di riflettanza dei campioni, per valori di lunghezza d'onda compresi tra 360 e 740 nm, e i parametri relativi allo spazio colore del sistema CIELAB,  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$ .

Le drupe di entrambe le cultivar hanno mostrato un picco di riflettanza a 550 nm che può essere collegato alla presenza delle clorofille. In corrispondenza

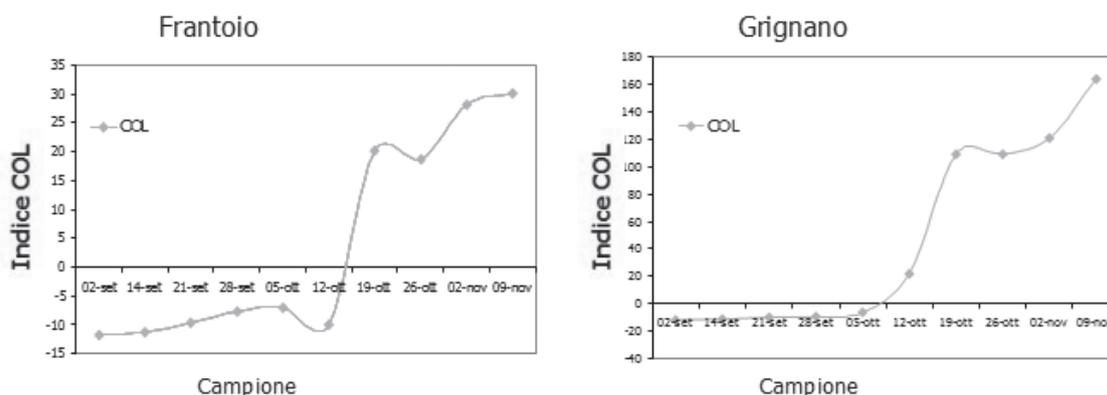


Fig. 3 - Indice COL calcolato per le drupe Frantoio e Grignano nelle dieci date di raccolta.  
Fig. 3 - COL index calculated for Frantoio and Grignano drupes for the selected harvesting dates.

dell'invasatura, quando il contenuto in clorofille mostra una tendenza a diminuire, le curve di riflettanza si sono modificate e questo fenomeno è apparso molto più evidente nella cv Grignano. Le olive da cv Grignano raccolte nelle ultime due date, inoltre, hanno presentato delle curve di riflettanza fino a 680 nm con valori molto bassi.

In generale si può osservare come la cv Grignano abbia presentato un'evoluzione del colore più rapida rispetto alla cv Frantoio, come si è osservato anche dal calcolo dell'indice di colore COL.

Sulla base dei dati ottenuti sono attualmente in valutazione altri indici colorimetrici che possano essere utilizzati per una maggior caratterizzazione della maturazione delle drupe di Grignano e Frantoio negli ambienti veneti.

**Parole chiave:** Frantoio, Grignano, maturazione, colore.

## Bibliografia

- ROCA M., MINGUEZ-MOSQUERA I., 2001. *Changes in chloroplast pigments of olive varieties during fruit ripening*. J. Agric. Food Chem., 49: 832-839.
- CARREÑO J., MARTÍNEZ A., ALMELA L., FERNÁNDEZ-LOPEZ J.A., 1995. *Proposal of an index for the objective evaluation of the colour of red table grapes*. Food Res. Int., 28: 373-377.
- DODDS G.T., BROWN J.W., LUDFORD P.M., 1991. *Surface Color Changes of Tomato and Other Solanaceous Fruit during Chilling*. J. Am. Soc. Hort. Sci., 116: 482-490.
- COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE, 1986. *Colorimetry*. Publication CIE no 15.2, Vienna.
- ESCOLAR D., HARO MA.R., SAUCEDO A., AYUSO J., JIMÉNEZ A., ALVAREZ J.A., 1994. *Color determination in olive oils*. J. Am. Oil Chem. Soc., 71: 1333-1337.
- HOBSON G.E., 1987. *Low-temperature injury and the storage of ripening tomatoes*. J. Hort. Sci., 62: 55-62.
- JIMÉNEZ-CUESTA M., CUQUERELLA J., MARTÍNEZ-JAVAGA J.M., 1981. *Determination of a color index for citrus fruit degreening*. In Proc. Int. Soc. Citriculture, II: 750-753.
- VEZZARO A., BOSCHETTI A., DELL'ANNA R., CANTERI R., DIMAURO M., RAMINA A., FERASIN M., GIULIVO C., RUPERTI B., 2011. *Influence of olive (cv Grignano) fruit ripening and oil extraction under different nitrogen regimes on volatile organic compound emissions studied by PTR-MS technique*. Anal. Bioanal. Chem., 399: 2571-2582.

## Applicazione della piegatura nella potatura di oliveti superintensivi

Farinelli D. \*, Afrazdogaheh R., Pilli M. e Tombesi S.

Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, Università di Perugia

### An alternative pruning technique to control the tree vigour in high density olive orchard

**Abstract.** In Central Italy a study has been carried out during 2010 -2011 in a high density olive orchard (1667 trees / ha) on Arbequina and Moraiolo cultivars, having different vegetative behaviour, to control the tree vigour by using two different pruning techniques. The first one consisted in cutting the suckers, the branches grown vertical or under 50 cm, named cutting; the second one consisted mainly in folding and binding the vertical branches or non too vigorous suckers to the orchard structure, named bending. The tree vigour and productivity were significantly influenced by the pruning technique, in fact, one year later, the trees pruned by bending were less vigorous and more productive than those pruned by cutting, because a better vegetative – reproductive balance.

**Key words:** *Olea europaea* L., pruning, high density, Arbequina, Moraiolo.

### Introduzione

Nell'attesa di disporre mezzi tecnici, quali nuove varietà, nuove tecnologie e portinnesti, in grado di controllare il vigore ed il conseguente eccessivo ombreggiamento delle chiome, si è utilizzata la potatura per incidere sulla produttività degli impianti superintensivi e per garantire un'elevata operatività delle macchine scavallatrici per la raccolta.

In Centro Italia è stata valutata l'efficacia di due tecniche di potatura con lo scopo di controllare l'attività vegetativa, di conseguire il mantenimento di un'elevata superficie fogliare e di avere una elevata efficienza della raccolta in continuo degli oliveti superintensivi su due varietà, Arbequina e Moraiolo, differenti per portamento e sviluppo.

### Materiali e metodi

La sperimentazione è stata condotta nel 2010 e 2011 nell'oliveto superintensivo condotto dal Dipartimento di Scienze Agrarie ed Ambientali dell'Università degli Studi di Perugia, situato nel Comune di Deruta (PG) (latitudine: 42°57'38,73"N, longitudine: 12°25'5,52"E, 350 m s.l.m.). L'oliveto è costituito da piante messe a dimora nel giugno 2006. Le piante sono allevate ad asse centrale con sesto d'impianto a rettangolo di 4,0 x 1,5 m. Fino alla primavera del 2010, gli olivi non erano stati ancora sottoposti a una vera e propria potatura, bensì si era solo provveduto ad eliminare le ramificazioni sulla parte basale del tronco (fino a 50 cm di altezza). Nell'aprile del 2010 sono state applicate due tecniche: una, indicata con il termine "potatura", che consisteva in operazioni di taglio mediante forbici, volta ad eliminare branchette mal posizionate, succhioni, rami eccessivamente verticali, rami posti al di sotto di 50 cm; mentre l'altra, "piegatura", consisteva nell'applicazione di una minima potatura e nella inclinazione e piegatura dei rami lungo il filare, usando come sostegno i fili della struttura. La sperimentazione è stata condotta su piante della varietà Arbequina e della cultivar Moraiolo; due varietà che hanno caratteristiche architettoniche nettamente differenziate. L'Arbequina, infatti, ha una vegetazione di medio vigore, concentrata nella parte mediana-basale della pianta con una fruttificazione diffusa. Il Moraiolo, invece, è naturalmente spoglio di vegetazione nella parte basale e la formazione di rami fruttiferi è concentrata nella porzione apicale delle branche assurgenti. Pertanto, nella potatura di queste varietà, per riportare equilibrio nella pianta, si diradano le branche, si asportano parti produttive, si riduce la superficie fogliare; cosa che, in varietà vigorose, può determinare il rischio di accentuare l'accrescimento dei germogli vegetativi.

### Risultati e discussione dei risultati

La tecnica di potatura ha significativamente influenzato la vigoria delle piante; dopo un anno dal-

\* daniela.farinelli@unipg.it

l'intervento, sono stati asportati circa 1,8 kg di materiale vegetale dalle piante sottoposte a potatura con tagli cesori rispetto ai 0,6 kg dalle piante piegate (tabb. 1 e 2). La tecnica di potatura non ha influenzato, in genere, i volumi delle chiome, ma ha condizionato la produzione di olive per pianta (figg. 1 e 2). Le piante "piegate", in media, hanno prodotto 4,7 kg di olive contro i 4,2 kg delle piante "potate". Questo comportamento si può spiegare con il maggiore equilibrio vegeto-produttivo riscontrabile negli olivi "piegati", che, infatti, tendono a produrre meno materiale vegetativo.

Tab. 1 - Influenza della tecnica di potatura sulla quantità di materiale legnoso asportato nel 2010.

Tab. 1 - Effect of the pruning technique on removed wood per tree in 2010.

Cultivar	Tecnica di potatura	Materiale asportato (kg/pianta)
Moraiolo	Potatura	1,0 a
	Piegatura	0,2 c
Arbequina	Potatura	0,6 b
	Piegatura	0,5 b

Lettere diverse indicano medie statisticamente differenti per  $P \leq 0,05$

Tab. 2 - Influenza della tecnica di potatura e della cultivar sulla quantità di materiale legnoso asportato nel 2011.

Tab. 2 - Influence of the pruning technique and of the cultivar on the removed wood in 2011.

Tecnica di potatura / cultivar	Materiale asportato (kg / pianta)
Potatura	1,77 a
Piegatura	0,56 b
Moraiolo	1,91 a
Arbequina	0,21 b

Lettere diverse indicano medie statisticamente differenti per  $P \leq 0,05$

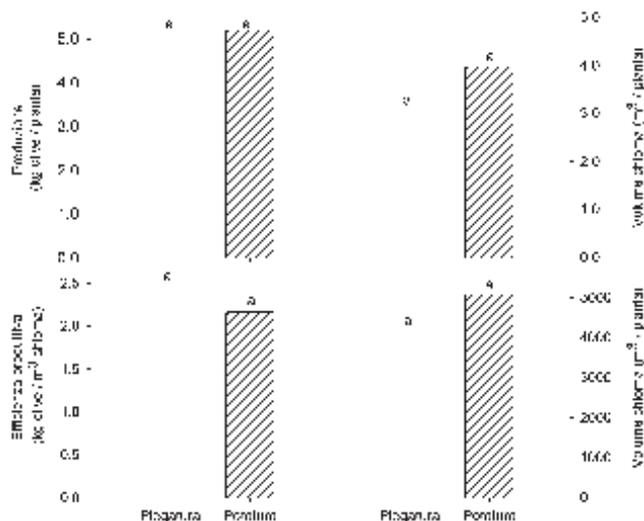


Fig. 1 - Influenza della tecnica di potatura sulla produzione, sul volume della chioma e sull'efficienza produttiva della cv Arbequina. Le medie accompagnate da lettere diverse sono statisticamente differenti per  $P \leq 0,05$

Fig. 1 - Effect of pruning techniques on yield, crown volume and yield efficiency in Arbequina cultivar.

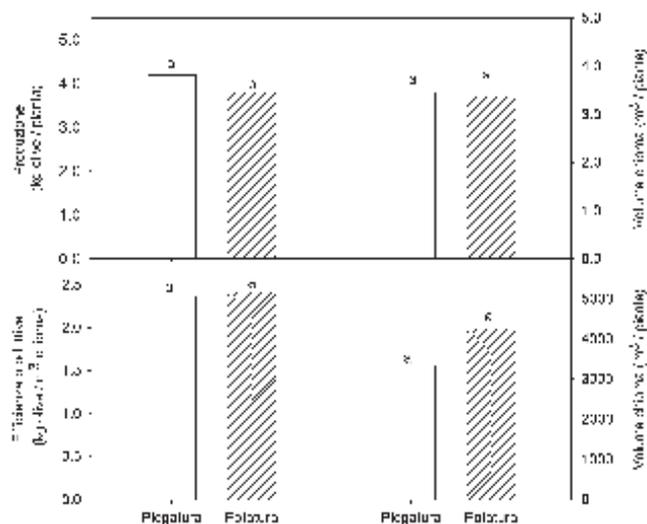


Fig. 2 - Influenza della tecnica di potatura sulla produzione, sul volume della chioma e sull'efficienza produttiva della cv Moraiolo. Le medie accompagnate da lettere diverse sono statisticamente differenti per  $P \leq 0,05$

Fig. 2 - Effect of pruning techniques on yield, crown volume and yield efficiency in Moraiolo cultivar.

La velocità di raccolta con scavallatrice è risultata pari a 2,1 km/h, con valori leggermente minori nelle piante sottoposte a piegatura rispetto a quelle potate (tab. 3). I danni alle piante sono risultati contenuti rispetto a quanto osservato in altri impianti, senza differenze tra le tecniche di potatura e tra le cultivar (tab. 4). Nell'aprile 2011 le piante delle due tesi in ambedue le varietà hanno mostrato un'elevata fioritura.

I risultati ottenuti sono spiegabili dal diverso effetto delle due tecniche applicate sull'equilibrio vegeto-produttivo degli olivi. Con la piegatura, infatti, rispetto alla potatura con solo tagli cesori, si salvaguarda la superficie fogliare, la capacità produttiva e la vegetazione viene riportata a livelli inferiori, realizzando una migliore e più regolare distribuzione della vegetazione lungo la pianta, utile per evitare ombreggiamenti e per facilitare l'uso delle macchine per la raccolta, in quanto la larghezza della vegetazione lungo i filari viene ridotta. La tecnica è stata, poi, particolarmente utile nella varietà Moraiolo per correggere il suo naturale sviluppo, tendenzialmente acrotono.

Tab. 3 - Produttività del lavoro di raccolta con macchina scavallatrice.

Tab. 3 - Harvest work productivity of the self-propelled harvester with side shaking.

Tecnica di potatura/ cultivar	Velocità di raccolta (km / h)	Produttività del lavoro di raccolta (ha / h)
Potatura	2,2 a	0,87 a
Piegatura	2,0 b	0,79 b
Moraiolo	2,1 a	0,83 a
Arbequina	2,1 a	0,84 a

In ogni colonna, per ogni tesi, le medie accompagnate da lettere diverse sono statisticamente differenti per  $P \leq 0,05$

Tab. 4 - Danni alle piante dovuti alla raccolta con macchina scavallatrice.  
 Table 4 – Damages of tree determined by the self-propelled harvester with side shaking.

Tesi	Piante con branche danneggiate (%)	Piante con branchette danneggiate (%)	Piante con rametti danneggiati (%)	Piante con scortecciamenti (%)
Arbequina				
Potatura	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
Piegatura	2,1 a	4,2 a	0,0 a	0,0 a
Moraiolo				
Potatura	0,0 a	6,3 a	0,0 a	0,0 a
Piegatura	0,0 a	2,1 a	0,0 a	4,2 a

In ogni colonna, per ogni tesi, le medie accompagnate da lettere diverse sono statisticamente differenti per  $P \leq 0,05$

## Conclusioni

La sperimentazione ha permesso di evidenziare che la “piegatura” delle chiome, rispetto alla potatura mediante interventi cesori, permette un migliore controllo della vigoria e un incremento della produttività degli oliveti superintensivi. In particolare, questa tecnica permette il raggiungimento e/o il mantenimento di un maggiore equilibrio vegeto-produttivo, infatti, gli olivi sottoposti a piegatura della chioma tendono a produrre meno organi vegetativi, quali succhioni, come riscontrato nell’entità della potatura dopo un anno dall’intervento. La raccolta meccanica con macchina scavallatrice non è stata condizionata dalla tecnica di potatura adottata, né in termini di produttività del lavoro di raccolta né di danni alle chiome.

## Riassunto

Nel 2010-2011, in Centro Italia è stata valutata l’influenza di due tecniche di potatura sul controllo dell’attività vegetativa, sul mantenimento di un’elevata superficie fogliare e sull’efficienza della raccolta in continuo degli oliveti superintensivi (1.667 piante / ha) su due varietà, Arbequina e Moraiolo, differenti per portamento. Una tecnica, indicata con il termine “potatura”, consisteva in operazioni di taglio mediante forbici, volte ad eliminare branchette mal posizionate, succhioni, rami eccessivamente verticali, rami posti al di sotto di 50 cm; l’altra, “piegatura”, consisteva nell’applicazione di una minima potatura e nella

inclinazione e piegatura dei rami verso l’interno del filare, usando come sostegno i fili della struttura. Le piante “piegate” hanno prodotto 4,7 kg di olive contro i 4,2 kg delle piante “potate” e, dopo un anno dall’intervento, sono stati asportati circa 1,8 kg di materiale vegetale dalle piante sottoposte a potatura con tagli cesorei rispetto ai 0,6 kg dalle piante piegate. Gli olivi “piegati” hanno presentato un maggiore equilibrio e tendono a produrre meno materiale vegetativo. I risultati hanno indicato che la piegatura permette un migliore controllo vegetativo e un aumento della produttività degli oliveti superintensivi.

**Parole chiave:** *Olea europea* L., potatura, superintensivi, Arbequina, Moraiolo.

Ricerca realizzata nell’ambito del Progetto “Valutazione e controllo dei parametri che concorrono alla determinazione degli oli extra vergine di oliva: qualità dell’olio in relazione alle varietà ed alle tecniche di coltivazione usate nei sistemi olivicoli superintensivi” finanziato dalla Fondazione Cassa di Risparmio di Perugia (2009.020.0077).

## Bibliografia

- CAMPOSEO S., BELLOMO F., D’ANTONIO P., GODINI A., 2011. *Aspetti quantitativi e qualitativi della raccolta meccanica in un giovane oliveto superintensivo*. Acta Italus Hortus 1: 47-50.
- TOMBESI A., PROIETTI P., IACOVELLI G., TOMBESI S., FARINELLI D., 2011. *Vegetative and productive behaviour of four olive Italian cultivars and Arbequina according to superintensive olive training system in Central Italy*. Proc. 28<sup>th</sup> IHC, 22-27 August 2010 Lisboa Portugal, submitted.

## L'effetto dell'inerbimento permanente e della lavorazione superficiale sulle caratteristiche del suolo e sulla produttività dell'oliveto

Caruso G.<sup>1\*</sup>, Vignozzi N.<sup>2</sup>, Pellegrini S.<sup>2</sup>, Pagliai M.<sup>2</sup> e Gucci R.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali Università di Pisa

<sup>2</sup> Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione in Agricoltura, CRA-ABP, Firenze

### The effect of permanent grass cover and tillage on soil characteristics and yield components in an olive orchard

**Abstract.** We compared performance of deficit-irrigated *Olea europaea* L. trees grown under either tillage (LS) or permanent natural cover (IP) and determined changes in physical soil properties. Water infiltration rate and soil macroporosity in the topsoil of IP plots were higher than of LS ones. Fruit yield and oil yield of IP were 65 and 69% of LS ones, respectively (mean of 5 years) and 87 and 95% when expressed on a trunk cross sectional area (ASTF) basis, respectively. The number of fruits of the NC trees was significantly lower than that of the LS ones, whereas the oil content was similar for both treatments.

**Key words:** *Olea europaea* L., plant cover, soil macroporosity, tillage, water infiltration.

### Introduzione

La gestione del suolo può influenzare notevolmente le caratteristiche del suolo (Gómez *et al.*, 1999, 2009; Hernandez *et al.*, 2005) seppure con una certa variabilità legata alla tessitura, alla pendenza, al tipo di attrezzatura utilizzata e alle condizioni ambientali. La lavorazione periodica del terreno causa perdite di suolo, accelerazione della mineralizzazione della sostanza organica con conseguenti effetti negativi sulla struttura del terreno dovuta a fenomeni di compattazione (Gómez *et al.*, 2009; Moreno *et al.*, 2009; Pagliai *et al.*, 2004; Rodriguez-Lizana *et al.*, 2008). L'inerbimento del suolo è una pratica consigliata non solo per i suoi effetti positivi sul suolo (Gómez *et al.*, 2009) ma anche perché comporta maggiore fertilità biochimica (Hernandez *et al.*, 2005) e più elevata e diversificata biomassa batterica (Moreno *et al.*, 2009)

rispetto ad un suolo sottoposto a lavorazione periodica. Allo stesso tempo, il prato compete con le radici degli alberi per l'acqua e gli elementi nutritivi, e può ridurre la crescita e la produttività dell'albero (Atkinson, 1980). Alcuni studi indicano che l'inerbimento non riduce la produttività dell'oliveto rispetto alla gestione con lavorazione periodica in condizioni non irrigue (Gómez *et al.*, 1999; Hernandez *et al.*, 2005) e che può servire a contenere l'alternanza di produzione (Toscano *et al.*, 1999), ma ulteriori indagini sono necessarie per quantificare eventuali effetti di lungo termine della copertura vegetale sulla produzione.

L'obiettivo del presente lavoro è stato di determinare la risposta, in termini produttivi e delle caratteristiche del suolo, a due differenti metodi di gestione del suolo (inerbimento permanente e lavorazione periodica) in un oliveto intensivo, irrigato mediante deficit idrico controllato.

### Materiali e metodi

La prova fu condotta tra il 2004 e il 2010 in un oliveto di 513 piante ha<sup>-1</sup> piantato nel 2003 presso i campi sperimentali dell'Università di Pisa a Venturina (LI) in condizioni di clima mediterraneo sub-umido (Caruso *et al.*, 2013). Prima dell'impianto furono distribuiti al terreno 147 t ha<sup>-1</sup> di letame maturo. Nel corso del primo anno ogni albero ricevette circa 15 g di N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O. A partire dal 2005 i concimi furono distribuiti mediante fertirrigazione (Caruso *et al.*, 2013). I volumi irrigui venivano distribuiti mediante sub-irrigazione e tutti gli alberi furono irrigati pienamente fino al 2006, quando iniziò l'irrigazione in deficit pari a circa il 50% della piena irrigazione (Caruso *et al.*, 2013). Il suolo fu sottoposto a lavorazione periodica ad una profondità di 0.1 m fino ad ottobre 2004, quando iniziò il confronto di due metodi di gestione del suolo: LS, lavorazione superficiale mediante erpice a denti; IP, inerbimento perma-

\* gcaruso@agr.unipi.it

nente sottoposto a sfalci periodici. Lo stato idrico dell'albero fu monitorato mediante misure di potenziale idrico fogliare (LWP) effettuate al termine del periodo notturno (Caruso *et al.*, 2013). Furono raccolti 50-100 frutti da ciascun albero e determinati il peso medio del frutto e l'indice di maturazione. Il contenuto in olio nel mesocarpo fu misurato mediante risonanza magnetica nucleare (MQC-23 Oxford Analytical Instruments Ltd., Oxford, UK). Le raccolte avvennero il 20 novembre 2006, il 6 novembre 2007, il 21 ottobre 2008, il 19 ottobre 2009 e il 25 ottobre 2010. La macroporosità fu determinata prelevando delle sezioni sottili di suolo in corrispondenza di diversi punti nell'oliveto (sei punti per tesi). La velocità di infiltrazione dell'acqua fu misurata mediante un permeometro di Guelph (Model 2800, Soil Moisture Equipment Corp., Santa Barbara, USA). Entrambe le determinazioni furono effettuate nella primavera del 2010.

## Risultati

La macroporosità del suolo nello strato compreso tra 0 e 0,10 m fu significativamente maggiore nella tesi IP con valori pari a circa il doppio rispetto alla quelli della tesi LS. I bassi valori di macroporosità misurati su suolo lavorato, e dovuti alla formazione di una crosta superficiale, comportarono anche una riduzione del tasso di infiltrazione dell'acqua, circa otto volte inferiore rispetto al suolo inerbito (tab. 1). Il LWP misurato durante il periodo irriguo Negli ultimi quattro anni fu generalmente inferiore (più negativo) del 13% negli alberi LS rispetto a quelli IP. La produzione in frutti e in olio degli alberi su suolo lavorato furono significativamente superiori rispetto a quelle di alberi su suolo inerbito in quattro dei cinque anni di

Tab. 1 - Tasso di infiltrazione dell'acqua e macroporosità misurate in un giovane oliveto (cv Frantoio) intensivo su terreno sottoposto a inerbitamento permanente o a lavorazione superficiale sei anni dopo l'inizio della differenziazione della gestione del suolo.

Lettere differenti entro la stessa colonna indicano differenze minime significative ( $p \leq 0.05$ ) calcolate mediante analisi della varianza. Il tasso di infiltrazione dell'acqua è stata misurato nell'interfila. I valori di macroporosità si riferiscono allo strato di suolo compreso tra 0 e 0,10 m.

Tab. 1 - Water infiltration rate and macroporosity measured on soil managed by either permanent grass cover or tillage in a high-density olive orchard during the sixth growing season after establishment of different soil management. Different letters indicate least significant differences ( $p \leq 0.05$ ) between soil management systems after analysis of variance. Water infiltration was measured in the inter-row, macroporosity at 0-0.10 m depth.

Tesi	Tasso di infiltrazione (mm h <sup>-1</sup> )	Macroporosità (%)
Inerbitamento	37,2 a	4,5 a
Lavorazione	4,6 b	2,0 b

studio. Tuttavia, tali differenze si ridussero e non furono significative quando le produzioni furono espresse in funzione dell'ASTF. In particolare, gli alberi della tesi LS presentarono produzioni in frutti e in olio comprese tra il 123% e il 208% e tra il 119 e il 194% di quelle della tesi IP, rispettivamente (tab. 2). Il numero di frutti per pianta degli alberi IP fu significativamente inferiore rispetto a quello degli alberi LS e tali differenze furono riscontrate anche quando i dati furono espressi in funzione dell'ASTF. Il contenuto in olio nel mesocarpo fu simile nelle due tesi in tre anni su cinque e le differenze riscontrate nel 2007 e 2009 non mostrarono un chiaro effetto della gestione del suolo. I frutti degli alberi della tesi LS presentarono minori dimensioni e un certo ritardo nella maturazione. Il peso medio del frutto e l'indice di maturazione dei frutti LS furono significativamente inferiori rispetto a quelli dei frutti IP in tre e quattro anni su cinque, rispettivamente.

## Discussione

La presenza di una copertura vegetale permanente ridusse l'accrescimento vegetativo e il numero di frutti per pianta rispetto agli alberi su terreno lavorato periodicamente. Nell'olivo il numero di frutti per pianta influenza direttamente la produzione per pianta in quanto, a differenza di altri alberi da frutto, non viene sottoposto a diradamento (Gucci *et al.*, 2007; Trentacoste *et al.*, 2010). Il decremento produttivo osservato sia in frutti che in olio si ridimensionò notevolmente quando tali parametri furono espressi in funzione delle dimensioni degli alberi, indicando che tali differenze erano principalmente imputabili al minor accrescimento vegetativo indotto dall'inerbitamento. Gómez *et al.* (1999) non riscontrò differenze produttive tra olivi in asciutto allevati su suolo sottoposto a lavorazione periodica o a non lavorazione. Il maggior peso medio e indice di maturazione dei frutti di alberi su suolo inerbito e l'assenza di alcun effetto sul contenuto in olio nel mesocarpo sono riconducibili al differente carico di frutti piuttosto che allo stato idrico dell'albero (Gucci *et al.*, 2007; Trentacoste *et al.*, 2010).

La gestione del suolo influenzò marcatamente le caratteristiche fisiche del suolo. Il suolo inerbito presentò maggiori valori di macroporosità nello strato 0-0.10 m e un maggiore tasso di infiltrazione rispetto al suolo lavorato, probabilmente a causa della protezione della copertura vegetale attenuando che attenua l'effetto battente della pioggia, riducendo così la distruzione degli aggregati di suolo e dei macropori che si formano tra essi (Panini *et al.*, 1997).

Tab. 2 - Parametri produttivi ed efficienza produttiva di giovani olive (cv. Frantoio) sottoposti a differenti metodi di gestione del suolo (Inerbimento permanente, IP; lavorazione superficiale, LS). I valori sono medie di quattro (2010), cinque (2007) o sei (2006, 2008 e 2009) alberi per tesi. Lettere differenti indicano differenze minime significative calcolate mediante analisi della varianza (ANOVA) all'interno di ciascun anno ( $p \leq 0.05$ ). I valori relativi al contenuto in olio nel mesocarpo furono trasformati mediante trasformazione per arcoseno prima della ANOVA. Legenda: ASTF, area della sezione trasversale del fusto; IM, indice di maturazione; p.s., peso secco.

Tab. 2 - Yield components and yield efficiency of young olive trees (cv. Frantoio) subjected to two different soil management systems (permanent grass cover, IP; tillage, LS). Values are means of four (2010), five (2007) or six (2006, 2008 and 2009) trees per treatments. Different letters indicate least significant differences between soil management systems after analysis of variance (ANOVA) within each year ( $p \leq 0.05$ ). Values of oil content in mesocarp were transformed by arcsine transformation prior to ANOVA. Legend: ASTF, trunk cross sectional area; IM, maturation index; p.s., dry weight.

Tesi	Anno	Prod. frutti (g albero <sup>-1</sup> )	Prod. frutti ASTF (g dm <sup>-2</sup> )	Frutti / albero	Frutti / ASTF	Prod. olio (g albero <sup>-1</sup> )	Prod. olio ASTF (g dm <sup>-2</sup> )	Peso medio frutto (g)	IM	Olio nel mesocarpo (%p.s.)
IP	2006	9.050b	17.090	4.611	8.517	1.760b	3.340	2,11	1,5	72,0
LS		17.430a	20.236	8.723	10.139	3.165a	3.687	2,11	1,4	70,9
IP	2007	5.162b	6.353	2.355b	2.835b	1.315b	1.319	2,16a	4,6a	69,9b
LS		10.769a	9.231	6.701a	5.700a	2.545a	2.200	1,61b	3,8b	72,1a
IP	2008	13.815b	13.321	6.508b	6.325b	3.572b	3.495	2,13a	3,6a	72,0
LS		19.897a	14.057	14.741a	10.331a	4.544a	3.156	1,36b	2,5b	70,2
IP	2009	13.187b	9.736	5.067b	3.739b	3.229b	2.380	2,62a	3,7a	71,4a
LS		21.189a	11.516	10.774a	5.800a	4.743a	2.627	2,07b	3,0b	68,8b
IP	2010	25.253	13.014	13.990b	7.201	3.586	1.860	1,81a	1,2	60,8
LS		31.088	13.335	19.990a	8.446	4.272	1.832	1,58b	1,1	60,4

## Riassunto

L'effetto dell'inerbimento permanente (IP) e della lavorazione superficiale del suolo (LS) sulle proprietà del suolo e sulle componenti produttive dell'olivo è stato determinato in un oliveto intensivo per 5 anni. La macroporosità dello strato superficiale del suolo e il tasso di infiltrazione dell'acqua furono più elevati nella tesi inerbita che in quella lavorata. Le produzioni medie in frutti e in olio degli alberi IP furono pari al 65 e 69% di quelle LS, rispettivamente (medie di 5 anni), ma se espresse in rapporto all'area della sezione trasversale del fusto (ASTF) furono pari all'87 e 95% di quelle della tesi LS. Il numero di frutti per pianta della tesi IP fu significativamente più basso rispetto alla tesi LS, mentre il contenuto in olio nel mesocarpo fu simile in entrambe le tesi.

**Parole chiave:** inerbimento, infiltrazione idrica, lavorazione, macroporosità, *Olea europaea* L.

Ricerca realizzata con il supporto finanziario di UNAPROL (Reg. UE n. 2080/2005 e n. 867/2008).

## Bibliografia

ATKINSON D., 1980. *The distribution and effectiveness of the roots of tree crops*. Hort. Rev. 2:424-490.  
 CARUSO G., RAPOPORT H.F., GUCCI R., 2013. *Long-term evaluation of yield components of young olive trees during the onset*

*of fruit production under different irrigation regimes*. Irr. Sci. 31: 37-47.

- GÓMEZ J. A., GIRALDEZ J. V., PASTOR M., FERERES E., 1999. *Effects of tillage method on soil physical properties, infiltration and yield in an olive orchard*. Soil Till. Res. 52:167-175.  
 GÓMEZ J.A., SOBRINHO T.A., GIRALDEZ J.V., FERERES E., 2009. *Soil management effects on runoff, erosion and soil properties in an olive grove of Southern Spain*. Soil Till. Res. 102: 5-13.  
 GUCCI R., LODOLINI E., RAPOPORT H.F., 2007. *Productivity of olive trees with different water status and crop load*. J. Hort. Sci. Biotech. 82: 648-656.  
 HERNANDEZ A. J., LACASTA C., PASTOR J., 2005. *Effects of different management practices on soil conservation and soil water in a rainfed olive orchard*. Agric. Water Manag. 77: 232-248.  
 MORENO B., GARCIA-RODRIGUEZ S., CAÑIZARES R., CASTRO J., BENÍTEZ E., 2009. *Rainfed olive farming in south-eastern Spain: long-term effect of soil management on biological indicators of soil quality*. Agr. Ecosys. Env. 131: 333-339.  
 PAGLIAI M., VIGNOZZI N., PELLEGRINI S., 2004. *Soil structure and the effect of management practices*. Soil Till. Res. 79: 131-143.  
 PANINI T., TORRI D., PELLEGRINI S., PAGLIAI M., SALVADOR SANCHIS M. P., 1997. *A theoretical approach to soil porosity and sealing development using simulated rainstorms*. Catena 31: 199-219.  
 RODRIGUEZ-LIZANA A., ESPEJO-PEREZ A. J., GONZALEZ-FERNANDEZ P., ORDONEZ-FERNANDEZ R., 2008. *Pruning residues as an alternative to traditional tillage to reduce erosion and pollutant dispersion in olive groves*. Water Air and Soil Pollution 193: 165-173.  
 TOSCANO P., BRICCOLI BATI C., TROMBINO T., 1999. *Grass-cover effects on the vegetative and productive state of a young hilly olive-grove*. III Int. ISHS Symp. on Olive Growing - Chania 22-26 Sep. Acta Hort. 474: 181-184.  
 TRENTACOSTE E.R., PUERTAS C.M., SADRAS V., 2010. *Effect of fruit load on yield components and dynamics of fruit growth and oil accumulation in olive (Olea europaea L.)*. Eur. J. Agron. 32: 249-25.

## Effetto dell'applicazione fogliare di boro e calcio sulla produttività di olivi allevati nel sud del Brasile

Nicolodi M.<sup>1</sup>, Gianello C.<sup>2</sup>, Lodolini E.M.<sup>3</sup> e Neri D.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Curso de Agronomia, Universidade de Cruz Alta (Brasile)*

<sup>2</sup> *Departamento de Solos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (Brasile)*

<sup>3</sup> *Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali, Università Politecnica delle Marche*

### Effect of boron and calcium foliar applications on olive productivity in southern Brazil

**Abstract.** The objective of the present experimentation was to check the effect of foliar applications on fruit set and production of 3-years-old olive trees (cultivar Arbequina) in Rio Grande do Sul (Brazil). Five different treatments were applied during blooming: i) 0.1% B, ii) 0.2% B, iii) 0.1% B + 0.1% B in two periods, iv) 0.1% B + 0.4% Ca, v) 0.015% B + 0.033% Ca + 0.15% K + 0.0083% Mg + 0.000083% Mo and not treated plants were used as control. The foliar application of nutrients increased fruit set (about 20% more for 0.1% B + 0.4% Ca treatment compared to control) and the average fruit weight at harvest (about 9% more for 0.2% B treatment in one application compared to control) without showing significant differences among the treatments for all analyzed parameters. Further experimentations are required to develop a suitable nutrients application system for southern Brazil in order to control flower differentiation and olive vegetative growth.

**Key words:** nutrients, full bloom, fruit set, Brazil.

### Introduzione

Il Brasile è un grande consumatore d'olio di oliva e di olive da mensa e anche uno dei maggiori importatori (nel 2010 la spesa per importare tali prodotti è stata di circa 323 milioni di dollari) (MDIC, 2011). Sperimentazioni in campo per introdurre la coltura dell'olivo in Brasile hanno avuto inizio nel 1986 nella regione di Minas Gerais e nel 2005 in Santa Catarina e nel Rio Grande do Sul; mentre i primi oliveti a fini commerciali sono stati impiantati nel Rio Grande do Sul nel 2002. Attualmente sono presenti circa 380 ettari di olivo nella regione del Rio Grande do Sul (EMATER-RS, 2011) e si prevede che nel 2014 la

superficie supererà i 2.000 ha (Olivas do Sul, 2011). Il primo olio di oliva brasiliano, prodotto a fini commerciali nel Rio Grande do Sul è stato prodotto nel 2010 e ha già ricevuto riconoscimenti a livello internazionale.

Al contrario, le tecniche di coltivazione e di gestione della pianta hanno bisogno di essere studiate e adattate ai suoli acidi e al clima subtropicale umido. In quest'ambiente, l'accrescimento vegetativo delle piante è molto rapido e l'entrata in produzione di alcune cultivar, come Arbequina e Arbosana, è precoce (tre anni). Nei paesi di maggior produzione olivicola, l'applicazione di boro e, a volte, di calcio per via fogliare è utilizzata per controllare l'alternanza di produzione (Fernandez-Escobar, 2008). Nelle specifiche condizioni climatiche del Rio Grande do Sul e per la presenza di suoli acidi è richiesta un'appropriata gestione della nutrizione per il controllo dell'attività vegeto-riproduttiva.

L'obiettivo del presente studio è stato di verificare l'effetto di applicazioni fogliari sull'allegagione e la produttività di olivi di 3 anni di età della cultivar Arbequina autoradicata.

### Materiale e metodi

La sperimentazione è stata condotta in un oliveto messo a dimora nel 2006, su un Ultisol Rosso Giallo ben drenato, precedentemente coltivato a soia e grano, in località Cachoeira do Sul, Rio Grande do Sul, Brasile (30° 00'S e 52° 51'O). Prima dell'impianto, il suolo è stato preparato applicando una calcitazione e una concimazione di fondo con 9 t/ha di calce, 600 kg/ha di perfosfato triplo e 300 kg/ha di cloruro di potassio fino alla profondità di 60 cm. Le piante di olivo (30 cm di altezza) sono state trapiantate nel settembre dello stesso anno in buche di 70 cm di profondità e 60 cm di larghezza (con aggiunta di 3 kg di letame in pellets, 270 g SFT, 120 g KCl, 700 g calce e 20 g Borax). La densità d'impianto è di 326 alberi/ha e le varietà presenti sono Arbequina e Arbosana. Nell'ottobre del 2007, è stata fatta un'applicazione superficiale di 10 kg di cenere di pula di riso per cia-

\* neri@mta01.univpm.it

scun albero. Nel novembre 2007, è stata eseguita un'altra calcitazione (1 kg di calce per metro lineare in un solco di 60 cm di profondità, a 80 cm dagli alberi, in entrambe i lati del filare) e una concimazione (applicazione superficiale in solco, senza rimescolare il suolo, di 100 g di SFT per metro lineare). Il suolo è stato mantenuto inerbito con prato polifita. Prima dell'inizio della prova sperimentale è stato effettuato un campionamento del suolo alla profondità di 0-20, 20-40 e 40-60 cm e dei tessuti vegetali (foglie). I risultati delle analisi di questi campioni sono presentati nella tabella 1.

Nell'agosto 2009, sono stati applicati 5 diversi trattamenti fogliari su 36 alberi omogenei di Arbequina (circa 3 m di altezza e 2 m di diametro della chioma), secondo uno schema completamente randomizzato (con sei repliche per ciascun trattamento). Piante non trattate sono state utilizzate come controllo. I trattamenti sono stati effettuati a inizio fioritura (tab. 2), con un quantitativo di acqua pari a 1.200 l/ha. Negli alberi del bordo è stato applicato boro a 0,1%. Il secondo intervento del trattamento iii) è stato effettuato in piena fioritura.

I rilievi hanno riguardato l'allegagione, la produzione per albero e il peso medio dei frutti alla raccolta

(nel 2009). Il numero di frutti in quattro rami di un anno di età per ciascun albero in prova è stato valutato un mese dopo la piena fioritura e alla raccolta. I risultati furono calcolati utilizzando la seguente formula: numero di frutti del 2° conteggio x 100 / numero di frutti del 1° conteggio. Nel giugno del 2010 sono stati prelevati altri campioni di tessuti vegetali (foglie) negli alberi che avevano prodotto tra i 4 e gli 8 kg di frutti ed è stato determinato il contenuto di nutrienti.

## Risultati e discussione

I risultati sono riportati nella tabella 3. Sebbene non siano presenti differenze significative tra i diversi trattamenti fogliari (l'alta variabilità dei risultati all'interno dello stesso trattamento può essere attribuita alla giovane età delle piante), l'applicazione di nutrienti ha influenzato l'allegagione dei frutti (un mese dopo la piena fioritura e alla raccolta). L'applicazione fogliare di 0,1% di boro + 0,4% di calcio (v) ha aumentato di circa il 20% l'allegagione con un incremento di circa 1 kg di frutti per pianta, a confronto con il controllo. Mentre il peso fresco medio del frutto è aumentato con la maggiore dose di boro applicata ad inizio fioritura (ii), però tale trattamento

Tab. 1 - Analisi del suolo e dei tessuti vegetali in campioni prelevati all'inizio della sperimentazione.

Tab. 1 - Soil and leaf analysis in samples taken before the beginning of the experimentation.

Risultati delle analisi del suolo															
Strato (cm)	Argilla (%)	pH H <sub>2</sub> O	P	K	SO	Al	Ca	Mg	CSC	V	S	Zn	Cu	B	Mn
			mg dm <sup>-3</sup>			(%)	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>			(%)	mg dm <sup>-3</sup>				
0-20	30	6,6	8,9	82	2,3	0,0	6,8	3,4	12,9	81	5,2	0,7	1,2	0,6	11
20-40	36	5,9	2,7	23	2,3	0,7	4,4	2,2	12,8	52	6,7	0,3	1,3	0,6	18
40-60	40	5,2	2,0	20	1,8	1,5	3,4	1,7	14,8	35	7,1	0,3	0,9	0,6	12
Risultati delle analisi dei tessuti vegetali*															
Foglie di olivo	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Zn	Fe	Mn	Na	B			
	%						mg kg <sup>-1</sup>								
Cv Arbequina	2,0	0,48	1,3	1,0	0,09	0,18	50	30	129	34	61	19			

\*N determinato con il metodo TKN e determinazione totale degli altri nutrienti.

Tab. 2 - Quantità di nutrienti applicati per via fogliare in ogni trattamento.

Tab. 2 - Amount of nutrients applied during each foliar treatment.

Trattamento	Boro	Calcio	Altri nutrienti	Prodotto Commerciale
	%			
Controllo	0,0	-	-	Acqua
i	0,1	-	-	Maxi Boro (10% di B <sup>2</sup> )
ii	0,2	-	-	Maxi Boro (10% di B <sup>2</sup> )
iii <sup>1</sup>	0,1 + 0,1	-	-	Maxi Boro (10% di B <sup>2</sup> )
iv	0,1	0,4	-	Maxi CaB <sup>2</sup> (8% de Ca + 2% di B <sup>2</sup> )
v	0,015	0,033	0,15 di K + 0,0083 di Mg + 0,000083 di Mo	Maxi Florada (18% de K, 4% de Ca + 2% di B + 0,01% di Mo)

<sup>1</sup> secondo intervento effettuato in piena fioritura.

<sup>2</sup> acido borico diluito in monoetanolo amina.

Tab. 3 - Allegagione, produzione e peso medio del frutto alla raccolta.  
 Tab. 3 - Fruit set, average fruit production per tree and average fruit fresh weight at harvest.

Trattamento	Boro	Calcio	Altri nutrienti	Allegagione	Produzione (kg)	Peso medio (g)
	%					
Controllo	0,0	-	-	62,2 <sup>ns</sup>	6,07 <sup>ns</sup>	1,02 <sup>ns</sup>
i	0,1	-	-	89,2 <sup>ns</sup>	5,44 <sup>ns</sup>	1,03 <sup>ns</sup>
ii	0,2	-	-	80,6 <sup>ns</sup>	4,54 <sup>ns</sup>	1,12 <sup>ns</sup>
iii	0,1 + 0,1	-	-	84,9 <sup>ns</sup>	5,81 <sup>ns</sup>	1,03 <sup>ns</sup>
iv	0,1	0,4	-	80,6 <sup>ns</sup>	7,03 <sup>ns</sup>	1,06 <sup>ns</sup>
v	0,015	0,033	0,15 di K + 0,0083 di Mg + 0,000083 di Mo	77,1 <sup>ns</sup>	5,33 <sup>ns</sup>	1,05 <sup>ns</sup>

fogliare ha provocato una riduzione di circa il 9% della produzione rispetto al controllo, pur senza differenze significative tra trattamenti.

I risultati della sperimentazione hanno messo in evidenza un'elevata variabilità per quanto riguarda la produzione di frutti ad albero (da 2,98 kg fino 10,48 kg). Dei 36 alberi in prova, 8 hanno prodotto meno di 4 kg, 6 più di 8 kg e 22 tra 4 e 8 kg di frutti. Per verificare se la causa di tale variabilità debba essere ricercata in un'errata interpretazione dei risultati delle analisi fogliari, è stato effettuato un ulteriore confronto tra il contenuto di elementi nutritivi in alberi con produzione comparabile (tab. 4). Anche in questo caso però le differenze sono risultate non significative confermando l'ipotesi che la variabilità tra le produzioni dei singoli alberi sia imputabile alla loro giovane età (stabilità produttiva non ancora raggiunta).

L'applicazione fogliare di boro e calcio (v) in olivi di 3 anni di età (cv Arbequina) nel Rio Grande do Sul è stata in grado di aumentare la produzione di frutti per più di 300 kg/ha rispetto a piante non trattate.

## Conclusioni

Dal presente studio non si possono identificare le dosi ottimali e le precise epoche di applicazione dei diversi nutrienti per via fogliare per controllare la differenziazione a fiore e la crescita dei frutti dell'olivo nel Rio Grande do Sul. Ulteriori sperimentazioni sono necessarie per sviluppare un sistema di applicazione

dei nutrienti specifico per il Rio Grande do Sul. Resta importante sottolineare che lo stato nutrizionale dell'olivo Arbequina è risultato compatibile con crescita elevate e con una precoce entrata in produzione anche in presenza di terreni molto acidi dopo un'attenta concimazione di fondo e soprattutto in risposta alla calcinazione. Questa pratica sembra obbligatoria nelle condizioni del Rio Grande do Sul e soprattutto nei primi 20 cm del profilo in grado di creare condizioni ottimali per la crescita radicale e per l'assorbimento dei nutrienti, anche quelli presenti in quantità minime come il boro. Ovviamente questo comporta che l'apparato radicale venga condizionato a sviluppare maggiormente nello strato corretto e questo può avere ripercussioni negative sulla capacità di assorbire acqua pur in presenza di piogge abbondanti e ben distribuite. In conclusione le condizioni pedoclimatiche, dopo un'attenta correzione del suolo, consentono di ottenere produzioni significative già nei primi anni e probabilmente con opportuni aggiustamenti nella potatura e nella concimazione anche negli anni di piena produzione.

## Ringraziamenti

Un sentito ringraziamento all'Azienda Agricola "Olivas do Sul" per aver ospitato la sperimentazione e collaborato durante i rilievi e i campionamenti e l'azienda "Dimicron" per aver fornito i fertilizzanti fogliari utilizzati nell'esperimento.

Tab. 4 - Contenuto di nutrienti nei tessuti vegetali (foglie) campionati nel giugno del 2010 in alberi con produzioni di frutti comparabili.  
 Tab. 4 - Foliar nutrients content (sampled in June 2010) in trees with similar fruit production.

Produzione media <sup>2</sup>	Risultati delle analisi dei tessuti vegetali <sup>1</sup>											
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Zn	Fe	Mn	Na	B
	%						mg kg <sup>-1</sup>					
≤ 4 kg	2,0	0,6	1,6	0,89	0,10	0,24	11	31	118	34	64	22
≥ 8 kg	2,0	0,6	1,6	0,89	0,11	0,26	11	30	124	32	65	22

<sup>1</sup> N determinato con il metodo TKN e determinazione totale degli altri nutrienti

<sup>2</sup> Risultati medi di analisi individuali in foglie di 8 e 6 alberi, che hanno prodotto in media 3,69 e 9,22 kg rispettivamente.

**Riassunto**

L'effetto di diverse applicazioni fogliari sull'allegagione e la produttività di olivi di 3 anni di età (cultivar Arbequina) è stato studiato nel Rio Grande do Sul (Brasile). Cinque diversi trattamenti fogliari sono stati applicati durante la fioritura. L'applicazione di nutrienti per via fogliare ha aumentato l'allegagione dei frutti (circa il 20% in più per il trattamento 0,1% di B + 0,4% di Ca) e il peso medio del frutto alla raccolta (circa il 9% in più per il trattamento 0,2% di B in una sola applicazione) senza però mostrare differenze significative per tutti i parametri analizzati.

**Parole chiave:** nutrienti, fioritura, allegagione, Brasile.

**Bibliografia**

- EMATER-RS, TAILOR LUZ GARCIA, 2011. comunicazione personale.
- FERNANDEZ-ESCOBAR R., 2008. *Fertilización*. In: El cultivo del olivo". 6ª ed. Barranco e Fernandez-Escobar eds. Mundi-Prensa, Madrid: 297-336.
- MDIC-MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. *Balança do agronegócio - importações brasileiras*. Disponibile in: <[alicesweb.mdic.gov.br](http://alicesweb.mdic.gov.br)> accesso in: 01/07/2011.
- AUED J.A., 2011. *Olivas Do Sul*. comunicazione personale.

## Effetto dell'intensità e dell'epoca di potatura sull'attività vegeto-produttiva della cv Arbequina allevata in un oliveto superintensivo

Tombesi S.<sup>1\*</sup>, Molfese M.<sup>2</sup>, Cipolletti M.<sup>2</sup> e Visco T.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, Università di Perugia

<sup>2</sup>Direzione politiche agricole e di sviluppo rurale, forestale, caccia e pesca, emigrazione - ex ARSSA, Regione Abruzzo

### Effect of intensity and period of pruning on vegetative and productive activity on 'Arbequina' trees trained in super-high intensive olive orchards

**Abstract.** One of the main targets of cultural practices in super-high intensive olive orchards is the control of the crown volume in order to allow olive harvesting by modified over-head grape harvester. When plants are close to reach the maximum volume allowed by this system, pruning operation have to be carried out in order to maintain yield efficiency and crown volume. The aim of the present work was to determine the effect of intensity and period of pruning execution on vegetative and productive activity of 4-years-old 'Arbequina' trees planted in super-high intensive orchard. Two different intensities of pruning were applied, high (removal of 2/3 of crown) and light (removal of 1/3 of crown), in two different periods: in late winter and at full bloom. Light pruning resulted in higher yield efficiency and crown growth control in comparison with heavy pruning. Contrary to previous experiments, no effect was observed between trees pruned during winter and at full bloom, but probably it was due to a lack of irrigation during the first part of the season of the experiment. Light pruning should be recommended in super-high intensive olive orchards where crown volume is still not critic for harvesting operations.

**Key words:** super-high intensive olive orchards, pruning, yield efficiency, 'Arbequina'.

### Introduzione

Uno dei fattori fondamentali nella tecnica colturale degli oliveti superintensivi (1.200-1.600 p/ha) è il mantenimento delle piante entro volumi di chioma

contenuti, in modo da consentire la raccolta con macchine scavallatrici e mantenere produttiva la chioma. Le macchine scavallatrici per operare efficientemente richiedono volumi compatibili con le dimensioni della cabina di scuotimento (0,6×1,8m) (Molfese *et al.*, 2009), inoltre l'efficienza produttiva è legata alla penetrazione della luce all'interno della chioma (Tombesi e Farinelli, 2011). A questo scopo dopo il raggiungimento dei volumi massimi consentiti dalle macchine di raccolta si rendono necessarie operazioni di potatura che riducano o controllino l'accrescimento vegetativo ma che allo stesso tempo consentano una elevata efficienza produttiva. L'intensità di potatura e la sua tempistica possono quindi essere fattori importanti per il raggiungimento di questo obiettivo.

Lo scopo del presente lavoro era di verificare in un impianto superintensivo giovane (4 anni) l'effetto sul comportamento vegeto-produttivo dell'intensità di potatura e dell'epoca di esecuzione

### Materiali e metodi

Nell'anno 2010, in un impianto superintensivo (cv Arbequina) localizzato nella provincia di Teramo, sono stati eseguiti due tipi di potatura con due diversi livelli di asportazione (tab. 1): energica (asportazione di ca. 2/3 della chioma) e leggera (asportazione di ca. 1/3 della chioma). Queste due tesi sono state applicate in epoca precoce (durante la stasi vegetativa invernale) ed in epoca tardiva (piena fioritura). Ogni trattamento è stato replicato su sei piante (n=6). Le piante erano disposte in filari con distanze di piantagione di 2 m sulla fila e 4 m tra le file. L'impianto era irriguo e gli adacquamenti erano eseguiti tramite l'uso di ali gocciolanti. La pluviometria della zona nel 2010 si aggirava intorno agli 800 mm ([www.provinciateramo.net](http://www.provinciateramo.net)) e la temperatura media annua era di circa 15 °C. Le Growing Degree Units (GDU) della zona per l'intero 2010, calcolate come descritto da Pannelli *et al.* (1990), sono state pari a circa 4.000 GDU.

\* [sergio.tombesi@libero.it](mailto:sergio.tombesi@libero.it)

## Risultati e discussione

La potatura leggera risultava essere più efficace rispetto alla potatura energica in termini di controllo dello sviluppo vegetativo sia quando veniva applicata precocemente che tardivamente (fig. 1). L'allegagione non variava a seconda delle tesi (tab. 1). Gli interventi energici penalizzavano la produttività delle piante indipendentemente dall'epoca di esecuzione (figg. 2 e 3). L'efficienza produttiva e l'entità di fioritura dell'anno successivo non sembravano variare significativamente a seconda della tesi (fig. 4). Le potature tardive possono ridurre il vigore totale della pianta poiché asportano parte delle risorse allocate dalla pianta nell'accrescimento vegetativo dell'anno. Tale tipo di potatura può infatti risultare depressiva nei confronti del vigore e può favorire l'allegagione dei frutti riducendo la spinta competitiva dell'accrescimento vegetativo. Questo effetto era stato rilevato in un precedente esperimento condotto nello stesso impianto l'anno precedente (Tombesi *et al.*, 2011). In questo esperimento non è stato possibile rilevare differenze significative ascrivibili all'epoca di esecuzione della

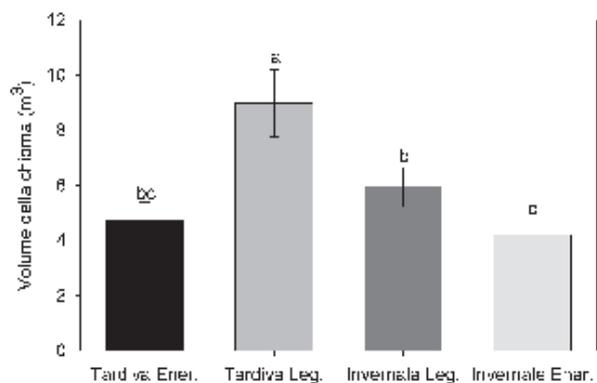


Fig 1 - Volume della chioma rilevato alla fine del ciclo vegetativo. Ogni valore è risultato dalla media di 6 ripetizioni (n=6). Le barre rappresentano l'errore standard. Medie con lettere differenti sono diverse per P>0,95 (Tukey test)

*Fig 1 - Crown volume at the end of the vegetative growth. Each value is the mean of 6 repetition (n=6). Error bars represent SE. Means with different lower-case letters are different per P>0.95 (Tukey test).*

Tab. 1 - Legno asportato, allegagione nell'anno della potatura e fioritura nell'anno successivo. Medie con lettere diverse sono diverse per P>0,95 (Tukey test)

*Tab. 1 - Pruning material weight, fruit set in the pruning year and flowering in the following year. Means with different lower-case letters are different per P>0.95 (Tukey test).*

Tipo di potatura	Legno asportato (kg s.s.)		Allegag. 2010 (frutti/mignola)		Fiorit. 2011 (val. visiva 0-10)	
	Media	ES	Media	ES	Media	ES
Tardiva energ.	3,38 ±0,32	a	0,45 ±0,04	a	3,33 ±1,12	a
Tardiva legg.	1,95 ±0,25	b	0,49 ±0,05	a	2,83 ±1,17	a
Inver. legg.	1,82 ±0,28	b	0,51 ±0,02	a	4,25 ±1,49	a
Inver. energ.	2,925 ±0,16	a	0,51 ±0,05	a	2,75 ±0,75	a

potatura probabilmente a causa di un ritardo nell'esecuzione degli interventi irrigui che ha penalizzato la crescita delle piante nel periodo immediatamente successivo all'allegagione.

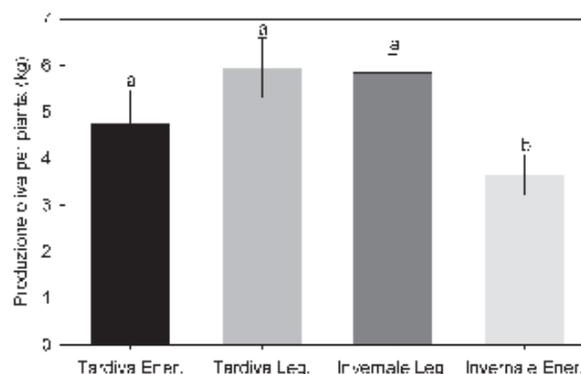


Fig 2 - Produzione di olive per pianta. Ogni valore esprime la media di 6 ripetizioni (n=6). Le barre rappresentano l'errore standard. Medie con lettere differenti sono diverse per P>0,95 (Tukey test).

*Fig 2 - Olive yield per tree. Each value is the mean of 6 repetition (n=6). Error bars represent SE. Means with different lower-case letters are different per P>0.95 (Tukey test).*

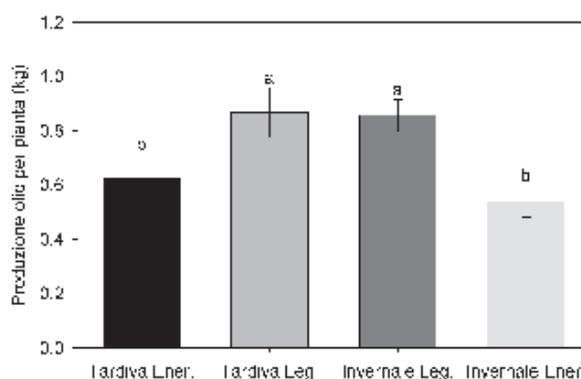


Fig 3 - Produzione di olio per pianta. Ogni valore esprime la media di 6 ripetizioni (n=6). Le barre rappresentano l'errore standard. Medie con lettere differenti sono diverse per P>0,95 (Tukey test).

*Fig 3 - Oil yield per tree. Each value is the mean of 6 repetition (n=6). Error bars represent SE. Means with different lower-case letters are different per P>0.95 (Tukey test).*

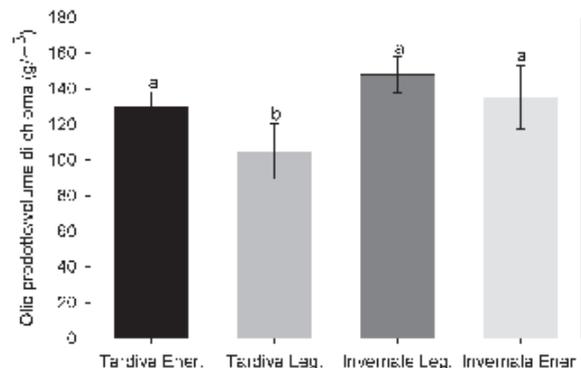


Fig 4 - Efficienza produttiva espressa come olio per volume di chioma. Ogni valore è risultato dalla media di 6 ripetizioni (n=6). Le barre rappresentano l'errore standard. Medie con lettere differenti sono diverse per P>0,95 (Tukey test).

*Fig 4 - Yield efficiency (g of oil/m³ of crown). Each value is the mean of 6 repetition (n=6). Error bars represent SE. Means with different lower-case letters are different per P>0.95 (Tukey test).*

## Conclusioni

In oliveti superintensivi dove il volume di chioma non è eccessivamente sviluppato, cioè tale da consentire un'agevole esecuzione delle operazioni di raccolta, è raccomandabile effettuare potature leggere che consentono di controllare l'aumento in volume della chioma, una buona allegagione, una buona produzione ed il mantenimento di un modesto sviluppo vegetativo tale da permettere una fioritura costante che consenta di ottenere una produzione elevata. Entrambe le potature tardive hanno dato risultati simili a quelle invernali e potrebbero consentire una migliore selettività tra rami ad attività vegetativa e riproduttiva in modo da mantenere le piante in equilibrio. Anche in questo periodo la potatura leggera ha dato i risultati migliori, con produzioni più elevate e buoni livelli di fioritura negli anni successivi.

## Riassunto

Uno dei fattori fondamentali nella tecnica colturale degli oliveti superintensivi (1.200-1.600 p/ha) è il mantenimento delle piante entro volumi di chioma contenuti in modo da consentire la raccolta con macchine scavallatrici. A questo scopo dopo il raggiungimento dei volumi massimi consentiti dalle macchine di raccolta si rendono necessarie operazioni di potatura che riducano o controllino l'accrescimento vegetativo ma che allo stesso tempo consentano una elevata efficienza produttiva. L'intensità di potatura e la sua tempistica possono quindi essere fattori importanti per il raggiungimento di questo obiettivo.

Lo scopo del presente lavoro era di verificare in un impianto superintensivo giovane (4 anni) l'effetto sul comportamento vegeto-produttivo dell'intensità di potatura e dell'epoca di esecuzione. Nell'anno 2010 in un impianto superintensivo (cv Arbequina) localiz-

zato nella provincia di Teramo, sono stati eseguiti due tipi di potatura: energica (asportazione di 2/3 della chioma) e leggera (asportazione 1/3 della chioma). Queste due tesi sono state applicate in epoca precoce (durante la stasi vegetativa invernale) ed in epoca tardiva (piena fioritura). La potatura leggera risultava essere più efficace rispetto alla potatura energica in termini di controllo dello sviluppo vegetativo e di efficienza produttiva sia quando veniva applicata precocemente che tardivamente. Non sono state rilevate differenze significative ascrivibili all'epoca di esecuzione della potatura probabilmente a causa di un ritardo nell'inizio della stagione irrigua che ha penalizzato la crescita delle piante nel periodo immediatamente successivo all'allegagione.

In conclusione, in oliveti superintensivi dove il volume di chioma non è eccessivamente sviluppato e tale da consentire un'agevole esecuzione delle operazioni di raccolta è raccomandabile effettuare potature leggere che consentono da un lato di controllare l'accrescimento vegetativo e dall'altro di non penalizzare la produttività dell'impianto.

**Parole chiave:** superintensivi, potatura, efficienza produttiva, 'Arbequina'.

## Bibliografia

- MOLFESE M., CIPOLLETTI M., VISCO T., TOMBESI S., 2009. *Scavallatrici in difficoltà sulle piante più giovani*. *Olio e olio*, 10:46-50.
- PANNELLI G., FAMIANI F., SERVILI M., MONTEDORO G.F., 1990. *Agro-climatic factors and characteristics of the composition of virgin olive oils*. *Acta Hort.* 286: 477-480.
- TOMBESI S., MOLFESE M., CIPOLLETTI M., VISCO T., 2011. *Interventi di potatura nei primi anni di impianti superintensivi di olivo*. *Frutticoltura* 10:78-81.
- TOMBESI S., FARINELLI D., 2011. *Relationship among shoot productivity, light penetration in the canopy and tree light interception in super-high intensive olive orchards*. *Olivebioteq*, Chania, Grecia 30 ottobre- 4 novembre 2011.

## Influenza dei concimi a lenta cessione e di biostimolanti sull'accrescimento di piantine di olivo in vivaio

Di Vaio C.<sup>\*</sup>, Nocerino S. e Sorrentino C.

Dipartimento di Arboricoltura, Botanica e Patologia vegetale, Università di Napoli "Federico II"

### Effect of slow-release fertilizers and biostimulants on the growth of young olive plants in nursery

**Abstract.** The aim of this research was to ascertain the effect of Osmocote slow-release fertilizers and Trichoderma-based biostimulants on the growth of young nursery olive plants. The trial was carried out in April 2008 on two autochthonous olive cultivars from Campania: Rotondella and Salella. Thirty one-year-old plants, obtained from softwood cuttings, uniform in size and vegetative activity, were transplanted into square 3 l pots containing a substrate of peat, sand and soil (1:1:1). This was the basis for three treatments, each consisting of 10 plants: "Osmocote" (3 g/l) controlled release treatment with a ratio of 15:9:12; "Fitoenergy-FL" (50 ml/l) treatment; "Control", which was subjected to no treatment. All the young plants were grown under black shading nets and drip irrigated. To determine plant growth, the following measurements were made during the crop cycle until the end of vegetative growth: central axis height, number and length of side branches, leaf number and trunk base diameter. The plants were then uprooted and further parameters were measured: leaf surface, fresh and oven-dried weight of the leaves, the central axis and the side branches. The ratio of canopy growth to root growth was also determined. The use of Osmocote favoured plant growth, as shown by the data concerning the increase in height, trunk diameter and leaf surface. By contrast, the plants treated with Trichoderma showed a very similar growth pattern to the control. As regards the canopy-root ratio, Osmocote positively affected canopy growth, while Trichoderma induced more marked development in the roots, especially for the cv Salella.

**Key words:** Olive, nursery, germplasm, Osmocote, Trichoderma.

### Introduzione

Aspetto fondamentale per il rilancio dell'olivicultura italiana, che punta alla piena valorizzazione delle

risorse genetiche autoctone, è l'aggiornamento tecnico del vivaismo. Per questo comparto un aspetto di notevole importanza è rappresentato dallo sviluppo di linee di produzioni di piante allevate su substrati di diversa natura con aggiunta di sostanze di natura biotica o abiotica, capaci di sostenere la crescita delle piante in vivaio e di garantire il superamento della crisi da trapianto. Il presente lavoro ha come oggetto di studio l'effetto dei concimi a lenta cessione del tipo Osmocote (Poole e Conover, 1989) e di biostimolanti naturali a base della specie *Trichoderma* (Barker, 1988), sull'accrescimento di piantine di due cultivar autoctone di olivo campane, allevate in vasi. In particolare, si è voluto verificare quanto queste applicazioni potessero migliorare i principali parametri di crescita della chioma e dell'apparato radicale delle giovani piantine di olivo in vivaio.

### Materiali e metodi

La prova è stata condotta nell'aprile del 2008, presso il Dipartimento di Arboricoltura, Botanica e Patologia Vegetale dell'Università di Napoli Federico II (Portici) ed ha interessato 2 cultivar autoctone campane di olivo: Rotondella e Salella. Per ciascuna cultivar, sono state prese in considerazione 30 piantine di 1 anno di età, ottenute a partire da talee semilegnose, uniformi sia per dimensioni che per attività vegetativa; queste sono state trapiantate in vasi quadrati di 3 litri, contenenti un substrato ottenuto miscelando torba, sabbia e terreno (1/1/1). Per ciascuna cultivar, sono state confrontate 3 tesi di 10 piante ciascuna: tesi "Controllo", alla quale non è stato applicato alcun trattamento; tesi "Osmocote" (3 g/litro) con titolo 15/9/9 a cessione controllata (8-9 mesi) e tesi "Fitoenergy-FL" (50 ml/litro). Tutte le piantine sono state allevate sotto una rete di colore nero in polietilene ad alta densità di PEHD, stabilizzata contro gli UV, il cui potere ombreggiante è pari al 50%; tutte le tesi sono state regolarmente irrigate ogni due giorni per mezzo di un impianto localizzato, provvisto di gocciolatori della portata di 2 litri ora/pianta. Il Fitoenergy-FL è un prodotto commerciale innovativo, che impiega una nuova tecnologia per il trattamento di semi, piante e frutti allo scopo di aumentare la resistenza a stress sia di

\* divaio@unina.it

natura biotica (patogeni, fitofagi, nematodi, ecc.) sia di natura abiotica (termici, nutrizionali, eccesso, mancanza di acqua o fertilizzanti, fitotossicità, stanchezza del terreno, ecc.). E' costituito da una combinazione sinergica di spore e micelio di funghi saprofiti del suolo con azione simbiotica con le piante, della specie *Trichoderma* spp. (in maggioranza), ed opportune miscele enzimatiche che ne esaltano l'attività. Nel corso della stagione vegetativa per valutare l'accrescimento delle piante sono stati eseguiti i seguenti rilievi: altezza dell'asse centrale; numero e lunghezza dei rami laterali; numero delle foglie e diametro del fusto alla base. L'effetto dei trattamenti sulla crescita vegetativa è stato valutato in diverse epoche (a partire dal 23 aprile e con cadenza mensile fino all'inizio del periodo di riposo vegetativo) attraverso la misurazione dello sviluppo lineare di tutti gli organi vegetativi (fusto, rami, germogli) e del numero di foglie. Successivamente le piantine sono state spiantate e sottoposte ad ulteriori rilievi: superficie fogliare; peso fresco e secco delle foglie, dell'asse centrale e dei rami laterali. E' stato, inoltre, calcolato il rapporto chioma-radici. Su tutti i dati è stata eseguita l'analisi della varianza (ANOVA) e calcolato l'errore standard delle medie, mediante il programma XL-STAT.

## Risultati e discussione

Nel corso della stagione vegetativa la cv Salella ha evidenziato un incremento dell'altezza delle piantine più o meno costante nei tre trattamenti; infatti, fino alla data di rilevamento del 23 luglio, non si apprezzano significative differenze in nessuno dei tre trattamenti effettuati. Nei rilievi successivi, invece, il trattamento con Osmocote fa registrare un incremento maggiore sull'accrescimento, raggiungendo un'altezza delle piantine pari a 135,80 cm, mentre il trattamento con *Trichoderma* continua ad essere molto simile a quello della tesi Testimone, arrivando, alla fine dei campionamenti (20 novembre) ad un'altezza di circa 120 cm (fig. 1).

La varietà Rotondella ha mostrato uno sviluppo più marcato (fig. 2). Le piante trattate con l'Osmocote si differenziano da subito, a partire dalla prima data, con un accrescimento massimo alla fine della prova di 170,70 cm. Dal confronto delle altre due tesi esaminate, appare evidente che nelle prime fasi di sviluppo il Testimone presenta un accrescimento leggermente superiore al *Trichoderma*, ma successivamente, a partire dalla data del 3 settembre, si ha un recupero da parte di quest'ultimo, e alla fine della prova, i due andamenti sono molto simili, raggiungendo un accrescimento per entrambe le tesi di circa 110 cm.

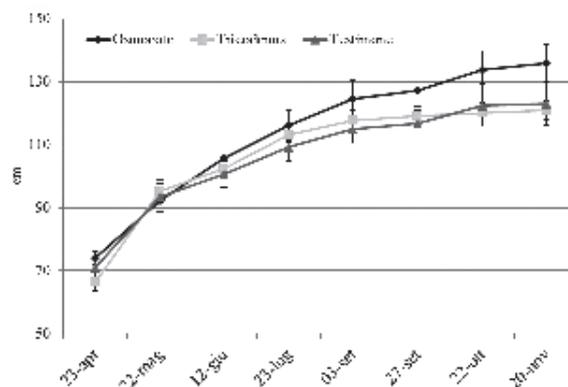


Fig. 1 - Incremento dell'altezza nel corso della stagione vegetativa delle piantine in relazione ai trattamenti fertilizzanti eseguiti per la varietà Salella (media  $\pm$  ES).

Fig. 1 - Increase of plants height during the growing season in relation to fertilizer treatments in variety Salella (mean  $\pm$  SE).

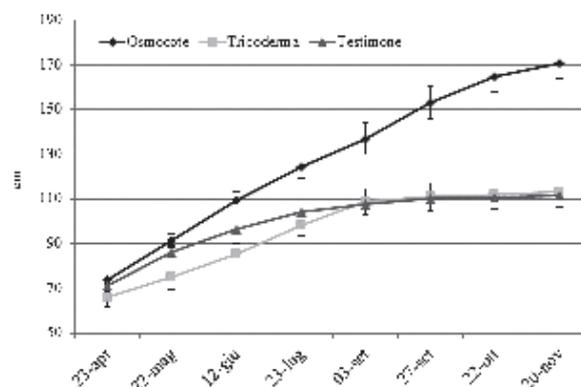


Fig. 2 - Incremento dell'altezza nel corso della stagione vegetativa delle piantine in relazione ai trattamenti fertilizzanti eseguiti per la varietà Rotondella (media  $\pm$  ES).

Fig. 2 - Increase of plants height during the growing season in relation to fertilizer treatments in variety Rotondella (mean  $\pm$  SE).

Per quanto riguarda l'evoluzione della superficie fogliare nel corso della stagione vegetativa, si è evidenziata una maggiore attività per la cv Rotondella, ed in particolare per le piantine trattate con l'Osmocote (fig. 3). Per queste infatti, l'evoluzione è stata costantemente crescente per tutto il periodo di analisi, fatta eccezione per i rilievi del 12 giugno e 23 luglio, dove l'andamento rimane immutato; alla data dell'ultimo rilievo la superficie fogliare ha raggiunto un valore di 1.652,92 cm<sup>2</sup>/pianta, con un incremento rispetto alla tesi del Testimone dell'85,8 %. In letteratura si conferma che l'effetto dei biostimolanti può aumentare di due o tre volte l'accumulo della biomassa anche per colture diverse dall'olivo (Vernieri *et al.*, 2006).

Le osservazioni sulle piante trattate col *Trichoderma* sono simili a quelle del Testimone; l'accrescimento è risultato uniforme e alla data dell'ultimo rilievo, si registra una superficie fogliare per pianta di 868 cm<sup>2</sup> per la tesi *Trichoderma* e di 890 cm<sup>2</sup> per la tesi Testimone. Sulla varietà Salella, l'Osmocote conferma l'effetto predominante rispetto alle altre due

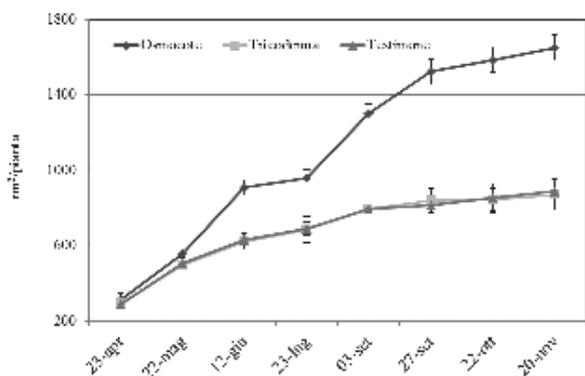


Fig. 3 - Evoluzione della superficie fogliare della varietà Rotondella nel corso della stagione vegetativa in relazione ai trattamenti fertilizzanti eseguiti (media ± ES).

Fig. 3 - Evolution of leaf area during the growing season in relation to fertilizer treatments in variety Rotondella (mean ± SE).

tesi (fig. 4). Le piantine così trattate, infatti, hanno raggiunto alla data dell'ultimo rilievo una superficie fogliare di 1.631,86 cm<sup>2</sup> per pianta, con un incremento del 84,3% rispetto al Testimone.

Sia la tesi trattata con *Trichoderma* che quella Testimone, hanno presentato un'evoluzione della superficie fogliare del tutto analoga, mostrando un lieve rallentamento per entrambe le tesi, nel periodo che va dal 22 maggio al 12 giugno. L'uso del

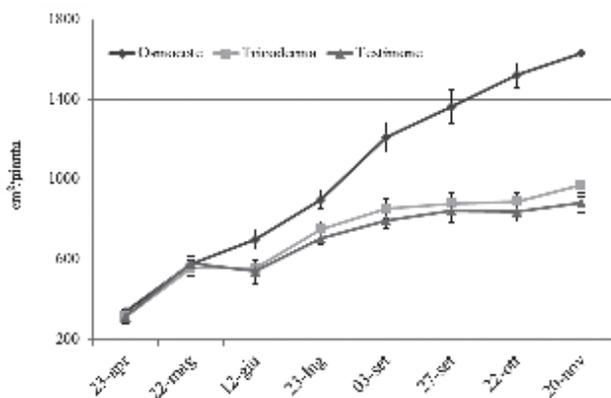


Fig. 4 - Evoluzione superficiale fogliare della varietà Salella nel corso della stagione vegetativa in relazione ai trattamenti fertilizzanti eseguiti (media ± ES).

Fig. 4 - Evolution of leaf area during the growing season in relation to fertilizer treatments in variety Salella (mean ± SE).

*Trichoderma* ha generato alla fine della prova, uno sviluppo fogliare pari a 975 cm<sup>2</sup> per pianta, mentre quelle del Testimone raggiungono un valore poco più alto di 885 cm<sup>2</sup>/pianta.

Il differente grado di sviluppo delle piante in relazione ai trattamenti effettuati, emerge chiaramente dall'analisi della produzione e della ripartizione della sostanza secca nei vari organi. E' evidente come, anche in questo caso, l'Osmocote abbia stimolato maggiormente la crescita per entrambe le cultivar.

In particolare, la quantità di sostanza secca totale prodotta dalla tesi Osmocote è risultata essere in media pari a 148,98 g per la cv Salella, con un incremento del 40,1% rispetto alla tesi Testimone e di 158,61 g per la cv Rotondella, con un incremento del 62,9% rispetto al Testimone. In entrambe le varietà, la ripartizione di sostanza secca per il *Trichoderma* e per il Testimone appare più o meno omogenea nei vari organi, tranne che nelle radici, per le quali il trattamento con *Trichoderma* ha messo in evidenza un incremento del 18,4% per la cv Rotondella e del 11,25% per la Salella rispetto alla tesi Testimone (tab. 1).

L'efficienza del trattamento con l'Osmocote viene dimostrato, per entrambe le cultivar, dall'analisi del rapporto chioma-radici (fig. 5); in particolare i valori

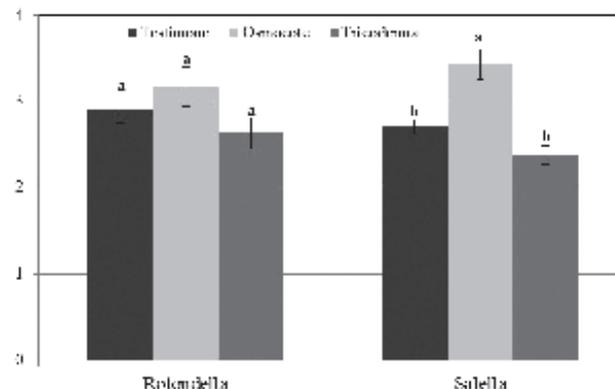


Fig. 5 - Rapporto tra sostanza secca delle chiome e sostanza secca delle radici per le varietà Rotondella e Salella in relazione ai trattamenti fertilizzanti effettuati (media ± ES).

Fig. 5 - Canopy /roots ratio (dm) in relation to fertilizer treatments in variety Rotondella and Salella (mean ± SE).

Tab. 1 - Ripartizione della sostanza secca nei vari organi delle piantine in relazione ai trattamenti fertilizzanti eseguiti per le varietà Salella e Rotondella (media ± ES).

Tab. 1 - Dry matter distribution in the organs of plant in relation to fertilizer treatments in variety Salella and Rotondella (mean ± SE).

Peso secco (g)	Salella			Rotondella		
	Osmocote	Testimone	Trichoderma	Osmocote	Testimone	Trichoderma
Foglie	51,36 a	34,16 b	32,90 b	49,25 a	31,78 b	30,29 b
Fusto	63,17 a	43,37 b	42,25 b	70,29 a	48,06 b	44,44 b
Radici	34,45 a	28,79 a	32,03 a	39,07 a	25,37 ab	30,06 b
Chioma	114,53 a	77,53 b	75,15 b	119,54 a	72,00 b	74,73 b
Totale	148,98 a	106,32 b	107,18 b	158,61 a	97,37 b	104,79 b

sono stati pari a 3,17 per la cv Rotondella e 3,43 per la cultivar Salella.

Questi dati indicano che il trattamento con Osmocote ha sortito uno sviluppo della chioma statisticamente significativo rispetto a quello avuto dalle radici, specie per la cv Salella. Il trattamento con il *Trichoderma*, invece, ha fatto registrare un rapporto chioma/radice (2,38) meno accentuato rispetto al Testimone (2,71); questa differenza risulta più marcata per la cv Salella.

## Conclusioni

I risultati raccolti durante gli 8 mesi di sperimentazione sulle piantine, che hanno riguardo l'incremento in altezza, l'evoluzione della superficie fogliare e la quantità di sostanza secca prodotta, mostrano uno sviluppo chiaramente maggiore con il trattamento a base di Osmocote; mentre le piantine alle quali è stato inoculato il *Trichoderma* si comportano in modo molto simile al Testimone. Particolarmente interessanti risultano essere i dati relativi al rapporto chioma-radice: anche in questo caso l'Osmocote influisce positivamente, per entrambe le cultivar sullo sviluppo della chioma. Il *Trichoderma* ha prodotto minori effetti sulla chioma ed ha indotto in entrambe le cultivar un più evidente sviluppo dell'apparato radicale, particolarmente accentuato nella cv Rotondella. Questo è riconducibile alla natura stessa del fungo, che risulta essere altamente rhizosfera competente; di conseguenza, la colonizzazione delle radici da parte del *Trichoderma* è in grado di modificare positivamente lo sviluppo dell'apparato radicale delle giovani piante d'ulivo, migliorando il rendimento di alcune funzioni fondamentali svolte dalla radici, quali la sintesi ormonale e lo stoccaggio temporaneo di sostanze di riserva. L'inoculazione del *Trichoderma* in vivaio delle giovani piantine appare pertanto, una tecnica promettente, in grado di indurre precocemente positive modificazioni sullo sviluppo dell'apparato radicale, risultando particolarmente utile per il superamento della crisi da trapianto.

## Riassunto

L'obiettivo della presente ricerca è stato di verificare l'effetto dei concimi a lenta cessione del tipo Osmocote e di biostimolanti a base di *Trichoderma* spp, sull'accrescimento di piantine di ulivo in vivaio. La prova è stata condotta nell'aprile del 2008 ed ha

interessato 2 cultivar autoctone campane di ulivo: Rotondella e Salella. Per ciascuna cultivar 30 piantine di 1 anno, ottenute da talee semilegnose, uniformi per dimensioni ed attività vegetativa, sono state trapiantate in vasi di 3 l, contenenti un substrato di torba, sabbia e terreno (1/1/1). Da queste sono state ottenute 3 tesi di 10 piante ciascuna: tesi "Osmocote" (3 g/l) con titolo 15/9/12; tesi "Fitoenergy-FL" (50 ml/l); tesi "controllo" alla quale non è stato applicato alcun trattamento. Tutte le piantine sono state allevate sotto rete ombreggiante ed irrigate a goccia. Al fine di valutare l'accrescimento delle piante, nel corso del ciclo colturale fino al raggiungimento del riposo vegetativo, sono stati eseguiti i seguenti rilievi: altezza dell'asse centrale, numero e lunghezza dei rami laterali, numero delle foglie e diametro del fusto alla base. Successivamente, si è passati all'espianco delle piantine ed al rilevamento di ulteriori parametri: superficie fogliare, peso fresco e secco delle foglie, asse centrale e rami laterali, previo essiccamento in stufa. È stato, inoltre, calcolato il rapporto chioma-radice. L'Osmocote ha favorito lo sviluppo delle piantine, come dimostrano i dati relativi all'incremento dell'altezza, del diametro del tronco e quelli relativi all'evoluzione della superficie fogliare. Le piante trattate con il *Trichoderma* hanno mostrato, invece, un andamento molto simile al Testimone. Per quanto riguarda il rapporto chioma/radice, l'Osmocote ha influito positivamente sull'accrescimento della chioma, mentre il *Trichoderma* ha indotto uno sviluppo più marcato alle radici, in particolar modo per la cv Salella.

**Parole chiave:** Olivo, vivaio, germoplasma, Osmocote, *Trichoderma*.

## Bibliografia

- APONE F., AREIELLO S., COLUCCI G., FILIPPINI L., PORTOSO D., 2006. *Alle radici della biostimolazione: indagini scientifiche a supporto*. Fertiliis Agorum 1 (1): 55-63.
- BARKER R., 1988. *Trichoderma spp. as plant stimulants*. CRC Crit. Rev. Biotechnol. 7: 97-106.
- CHEN S.K., EDWARDS C.A., SUBLER S., 2003. *The influence of two agricultural biostimulants on nitrogen transformations, microbial activity and plant growth in soil microcosms*. Soil Biol. Biochem., 35: 9-19.
- POOLE R.T., CONOVER C.A., 1989 *Fertilization of four indoor foliage plants with Osmocote or Nutricote*. J. Env. Hort. 7(3): 102-108.
- VERNIERI P., FERRANTE A., BORGHESI E., TOGNONI F., SERRA G., PIAGGESI A., 2006. *Use of biostimulants for reducing nutrient solution concentration in floating system*. Acta Hort., 718: 477-784.

## Primi risultati del confronto tra oliveto intensivo e superintensivo in Umbria

Farinelli D.\*, Proietti P., Googlani A.J., Sisani G. e Tombesi S.

Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, Università di Perugia

### Comparison between intensive olive orchard (278 trees/ha) and high density olive orchard (1,667 trees/ha)

**Abstract.** Starting from 2006, a trial to evaluate the vegetative and productive behaviour of four Italian cultivars ('Frantoio', 'Leccino', 'Maurino' and 'Moraiolo') planted in a high density olive orchard (1667 trees per hectare) and in an intensive olive orchard (278 trees per hectare) was set up in Umbria region, in Central Italy, place characterized by cold winter and short dry summer, assuming as reference 'Arbequina' cultivar. 'Arbequina' and 'Maurino' showed the most precocious reproductive stage, while 'Leccino' and 'Frantoio' resulted to be the most vigorous, as in the high density as in intensive olive orchard. In the high density olive orchard mechanical harvesting was applied since 2009 by an over – row modified grape harvester and the harvesting efficiency was very good all over. Whereas in the intensive orchard the mechanical harvesting was only applied in the year 2010 by a trunk shaker and 'Arbequina' and 'Moraiolo' didn't achieved good results as small fruits as high value of detachment force. The oil quality very good all over, though 'Arbequina' showed the lowest polyphenols content. Up to now 'Maurino' seemed to be suitable for super intensive oliviculture in terms of vegetative growth and reproductive aptitude; while 'Frantoio', 'Leccino' and, partly, 'Moraiolo' for high vigour and late bearing are more suitable for intensive oliviculture.

**Key words:** *Olea europaea* L., intensive olive orchard, high density, Arbequina.

### Introduzione

Attualmente le soluzioni prospettate per il rinnovo dell'olivicultura italiana sono gli impianti intensivi (300-400 p/ha) e gli impianti superintensivi con 1.600

p/ha ed oltre. Per valutare le risposte produttive ed agronomiche delle due tipologie d'impianti, in Centro Italia, è stato condotto uno studio sull'efficienza produttiva di due oliveti coetanei, differenti solo per densità di impianto: uno intensivo, cioè con una densità di piantagione di 278 piante per ettaro; l'altro superintensivo, cioè con una densità di piantagione di 1.667 piante per ettaro.

### Materiali e metodi

Dal 2006, anno d'impianto, sono state poste a confronto piante della cv Arbequina (cultivar di riferimento) e delle cv Frantoio, Leccino, Moraiolo e Maurino coltivate in due oliveti contigui, condotti dal Dipartimento di Scienze Agrarie ed Ambientali dell'Università degli Studi di Perugia, situati nel Comune di Deruta (PG) (latitudine: 42°57'38,73"N, longitudine: 12°25'5,52"E, 350 m s.l.m.). Nell'oliveto superintensivo, le piante sono allevate ad asse centrale con distanza di piantagione di 1,5 x 4 m; in quello intensivo a vaso libero con distanza di piantagione di 6 x 6 m. L'irrigazione è, essenzialmente, di soccorso con volumi irrigui da 200 a 400 m<sup>3</sup> / ha secondo la stagione. Nel 2009 la raccolta dell'oliveto superintensivo è stata effettuata il 28 ottobre con macchina scavallatrice della New Holland -VM, in quello intensivo il 16 novembre manualmente. Nel 2010 la raccolta è avvenuta il 22 ottobre nell'oliveto superintensivo mediante macchina scavallatrice della New Holland -VM, e l'8 novembre in quello intensivo mediante scuotitore di tronco con intercettatore ad ombrello rovescio.

### Risultati e discussione

Le varietà Arbequina e Maurino hanno mostrato precocità di produzione, mentre le varietà Leccino e Frantoio il maggiore sviluppo (figg. 1 e 2, tab. 3). Ciò si è manifestato nelle due tipologie d'impianto, anche se con differenti valori, in quanto nell'impianto intensivo vi è stato un maggiore sviluppo vegetativo iniziale a scapito della produzione (tabb. 1 e 2).

\*daniela.farinelli@unipg.it

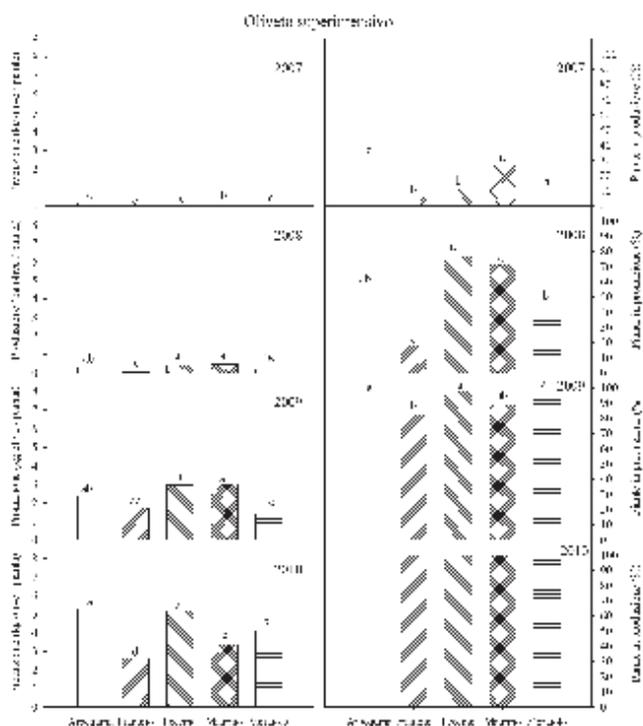


Fig. 1 - Comportamento produttivo delle cultivar nell’impianto superintensivo dal 2007 al 2010. Per ogni anno, le medie accompagnate da lettere diverse sono statisticamente differenti per P<0,05.

Fig. 1 - Productive behavior of 5 cultivars in the high density orchard from 2007 to 2010 year.

Successivamente le piante dell’oliveto intensivo hanno manifestato maggiori volumi e maggiori produzioni unitarie. Sono state ottenute elevate rese di raccolta meccanica nel superintensivo e per tutte le varietà, mentre, nell’intensivo, Arbequina e Moraiolo hanno avuto percentuali inferiori (fig. 3), rispettivamente, per le ridotte dimensioni dei frutti e per l’elevata resistenza al distacco (dati non mostrati). La

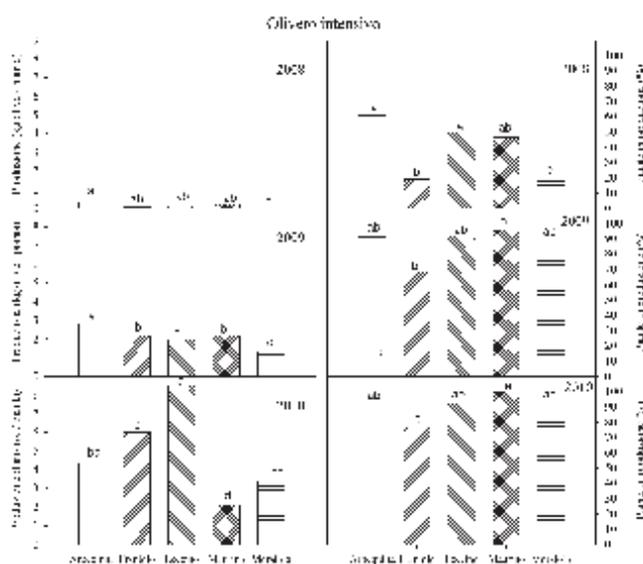


Fig. 2 - Comportamento produttivo delle cultivar nell’impianto intensivo dal 2007 al 2010. Per ogni anno, le medie accompagnate da lettere diverse sono statisticamente differenti per P<0,05.

Fig. 2 - Productive behavior of 5 cultivars in the intensive orchard from 2007 to 2010 year.

qualità degli oli, facendo riferimento alla composizione acidica e alla valutazione sensoriale, è stata elevata in tutte le varietà. Per quanto riguarda il contenuto in polifenoli, la cultivar Arbequina ha mostrato, nel 2009 e nel 2010, valori inferiori rispetto alle altre varietà (figg. 4 e 5).

### Conclusioni

In Centro Italia, dai dati finora acquisiti, la cultivar Maurino è quella che ha mostrato una migliore risposta, insieme alla cv Arbequina, alla coltivazione in oliveti ad elevata densità d’impianto; mentre le altre cul-

Tab. 1 - Confronto delle caratteristiche produttive delle piante dal 2007 al 2010 in impianto superintensivo e intensivo.

Tab. 1 – Evolution of tree productive characteristics from 2007 to 2010 in high density olive orchard and in intensive olive orchard.

Impianto / vegetazione	Produzione (kg olive / pianta)	Piante produttive (%)	Produzione di olive (kg /ha)	Efficienza prod. (kg olive / m <sup>3</sup> chioma)	Resa di raccolta meccanica (%)
2007					
Intensivo	0,00 a	0,00 b	0 b	0	“
Superintensivo	0,06 a	18,3 a	25 a	0	“
2008					
Intensivo	0,15 b	40,6 b	41 b	0,14 a	“
Superintensivo	0,27 a	53,1 a	447 a	0,17 a	“
2009					
Intensivo	2,09 a	87,3 a	581 b	0,52 b	“
Superintensivo	2,30 a	92,6 a	3.827 a	1,17 a	97
2010					
Intensivo	4,89 a	90,8 b	1.358 b	1,08 b	87,3 a
Superintensivo	4,12 b	100,0 a	6.870 a	1,48 a	100,0 a

Per ogni anno e in ogni colonna, le medie accompagnate da lettere diverse sono statisticamente differenti per P<0,05.

Tab. 2 - Evoluzione dei caratteri vegetativi delle piante dal 2008 al 2010 in impianto superintensivo e intensivo.  
 Tab. 2 - Evolution of tree vegetative characteristics from 2007 to 2010 in high density olive orchard and in intensive olive orchard.

Impianto / vegetazione	Produzione (kg olive / pianta)	Piante produttive (%)	Produzione di olive (kg /ha)	Efficienza produttiva (kg olive / m <sup>3</sup> chioma)	Resa di raccolta meccanica (%)
2007					
Intensivo	0,00 a	0,00 b	0 b		“
Superintensivo	0,06 a	18,3 a	25 a		“
2008					
Intensivo	0,15 b	40,6 b	41 b	0,14 a	“
Superintensivo	0,27 a	53,1 a	447 a	0,17 a	“
2009					
Intensivo	2,09 a	87,3 a	581 b	0,52 b	“
Superintensivo	2,30 a	92,6 a	3.827 a	1,17 a	97
2010					
Intensivo	4,89 a	90,8 b	1.358 b	1,08 b	87,3 a
Superintensivo	4,12 b	100,0 a	6.870 a	1,48 a	100,0 a

Per ogni anno e in ogni colonna, le medie accompagnate da lettere diverse sono statisticamente differenti per P<0,05.

Tab. 3 - Caratteristiche delle piante delle diverse cultivar dell'oliveto superintensivo e dell'oliveto intensivo nel 2010.

Tab. 3 - Comparison of tree characteristics in high density olive orchard and in intensive olive orchard in 2010.

Cultivars	Oliveto superintensivo		Oliveto intensivo	
	Altezza pianta (m)	Vol. chioma (m <sup>3</sup> / pianta)	Altezza pianta (m)	Vol. chioma (m <sup>3</sup> / pianta)
Arbequina	2,09 b	2,06 c	1,91 c	3,54 bc
Frantoio	2,75 a	4,15 a	2,63 a	5,59 a
Leccino	2,55 a	3,33 b	2,59 a	6,21 a
Maurino	2,61 a	2,69 bc	2,26 b	4,92 ab
Moraiolo	2,66 a	2,21 c	2,61 a	2,15 c

Per tipologia di oliveto e in ogni colonna, le medie accompagnate da lettere diverse sono statisticamente differenti per P<0,05.

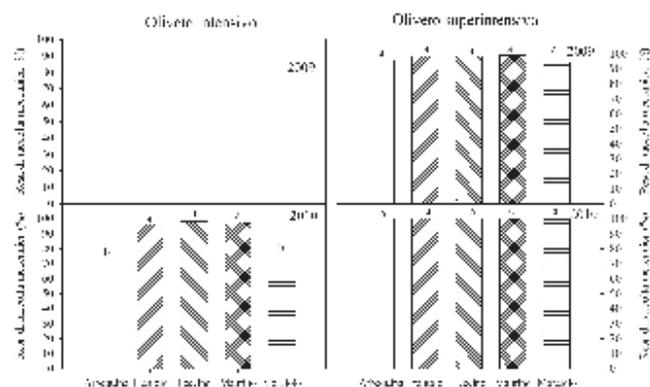


Fig. 3 - Risposta alla raccolta meccanica delle cultivar nell'impianto intensivo e nell'impianto superintensivo nel 2009 e 2010. Per ogni anno, le medie accompagnate da lettere diverse sono statisticamente differenti per P<0,05.

Fig. 3 - Mechanical harvesting percentage in the 5 cultivars in intensive orchard and in the high density orchard in the year 2009 and 2010.

tivar osservate, cioè Frantoio, Leccino e, parzialmente, Moraiolo, per elevato vigore oppure per tardiva fruttificazione, hanno presentato una migliore adattabilità per gli oliveti a media densità (300-400 p/ha).

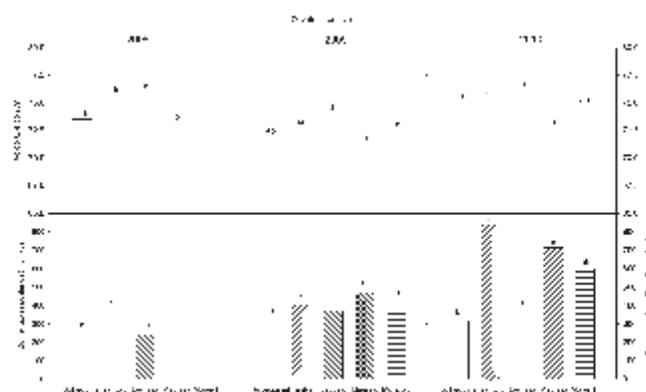


Fig. 4 - Qualità degli oli dell'impianto intensivo. Per ogni anno, le medie accompagnate da lettere diverse sono statisticamente differenti per P<0,05.

Fig. 4 - Oil quality in the intensive olive orchard.

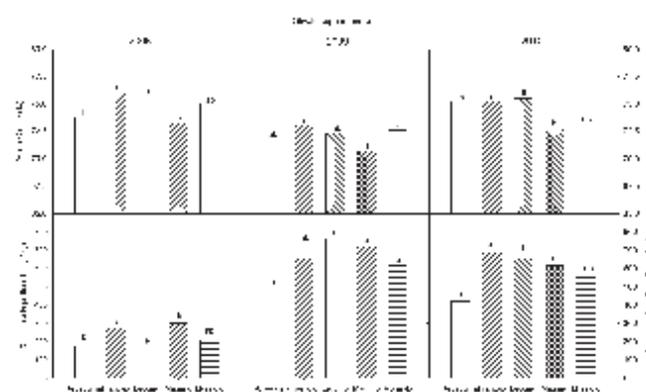


Fig. 5 - Qualità degli oli dell'impianto superintensivo. Per ogni anno, le medie accompagnate da lettere diverse sono statisticamente differenti per P<0,05.

Fig. 5 - Oil quality in the high density olive orchard.

### Riassunto

Per valutare le risposte produttive ed agronomiche di due moderne tipologie d'impianto olivicolo, nel

2006, sono state poste a confronto piante della cv Arbequina (cultivar di riferimento) e delle cv Frantoio, Leccino, Moraiolo e Maurino coltivate in due oliveti, differenti solo per densità di impianto, uno intensivo (ca. 300 piante per ettaro) e l'altro superintensivo (1.667 p/ha). Le varietà Arbequina e Maurino hanno mostrato precocità di produzione, mentre le varietà Leccino e Frantoio il maggiore sviluppo, in entrambe le tipologie d'impianto. La raccolta meccanica è stata applicata nel superintensivo nel 2009 e nel 2010 con scavallatrice, e nel 2010 nell'intensivo, con vibratore di tronco ed intercettatore, con elevate rese di raccolta nel superintensivo e per tutte le varietà, mentre, nell'intensivo, Arbequina e Moraiolo hanno avuto percentuali inferiori, per le ridotte dimensioni dei frutti e per l'elevata resistenza al distacco. La qualità degli oli è stata elevata in tutte le varietà. In Centro Italia, dai dati finora acquisiti, la cultivar Maurino è quella che ha mostrato una miglio-

re risposta, insieme alla cv Arbequina, alla coltivazione in oliveti ad elevata densità d'impianto; mentre le altre cultivar osservate, cioè Frantoio, Leccino e, parzialmente, Moraiolo, per elevato vigore oppure per tardiva fruttificazione, hanno presentato una migliore adattabilità per gli oliveti a media densità.

**Parole chiave:** *Olea europea* L., intensivi, superintensivi, Arbequina.

### **Bibliografia**

- CAMPOSEO S., BELLOMO F., D'ANTONIO P., GODINI A., 2011. *Aspetti quantitativi e qualitativi della raccolta meccanica in un giovane oliveto superintensivo*. Acta Italus Hortus 1: 47-50.
- TOMBESI A., PROIETTI P., IACOVELLI G., TOMBESI S., FARINELLI D., 2011. *Vegetative and productive behavior of four olive Italian cultivars and Arbequina according to super intensive olive training system in Central Italy*. Proc. 28<sup>th</sup> IHC, 22-27 August 2010 Lisboa Portugal, submitted.

## Risposta vegeto-riproduttiva dell'olivo alla potatura tardiva

Lodolini E.M.<sup>1</sup>, Santinelli A.<sup>2</sup>, Cioccolanti T.<sup>1</sup>, Endeshaw T.S.<sup>1</sup>, Gangatharan R.<sup>1</sup>, Mancinelli M.<sup>1</sup> e Neri D.<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali, Università Politecnica delle Marche

<sup>2</sup>ASSAM (Agenzia Servizi Settore Agroalimentare delle Marche), Ancona

### Vegetative and reproductive response of olive to late pruning

**Abstract.** In central Italy, olive pruning is usually performed after the end of winter to avoid late frost damages. The objective of this work was to investigate the influence of late pruning on vegetative and reproductive growth of six Italian cultivars (Leccino, Maurino, Raggia, Capolga, Piantone di Mogliano, Rosciola Colli Esini) in Marche Region (central Italy). Pruning was performed in 2010 on 4-6 years old olives. The treatments applied were April heavy pruning, April minimal pruning and June pruning. No pruning was used as control. Results showed that no pruning increased fruit production per tree, but does not allow to control the size of the canopy, leading it to an early ageing in the central portion. April heavy pruning reduced fruit production per tree and caused strong watersprouts growth. April minimal pruning and June pruning stimulated a good 1-year-old shoot vegetative growth, a limited watersprouts emission and no significant differences with no pruned trees regarding the fruit production. Pruning time and intensity must be adapted to the natural growing habit of each cultivar. This study suggests that olive pruning in central Italy can be also performed after full bloom to increase the fruit set, control the vegetative growth of the canopy and exploit the whole plant pollination potential.

**Key words:** full bloom, fruit set, pruning time, watersprout, 1-year-old mixed shoot.

### Introduzione

La potatura dell'olivo viene eseguita dopo la raccolta negli ambienti con inverno mite e tra la fine dell'inverno e la fioritura dove c'è il rischio di gelate tardive (Pastor *et al.*, 2000). Nell'Italia centrale si attende la fine dell'inverno e l'inizio della primavera per

evitare i danni dovuti a repentini abbassamenti di temperatura (Pannelli *et al.*, 2001), ma si interviene prima della ripresa vegetativa, in modo che i nutrienti siano mobilitati verso le strutture non eliminate con la potatura. L'asportazione di chioma induce però una forte risposta vegetativa con emissione di numerosi succhioni. Regolare l'intensità e l'epoca di potatura può mitigare questo effetto, consentendo di meglio controllare le dimensioni della chioma e mantenere l'equilibrio vegeto-riproduttivo della pianta. Potare dopo la piena fioritura consente anche di sfruttare il pieno potenziale di impollinazione della pianta. L'obiettivo della presente sperimentazione è studiare gli effetti dell'intensità e dell'epoca di potatura sull'equilibrio vegeto-riproduttivo di sei varietà di olivo.

### Materiale e metodi

La sperimentazione è stata eseguita nell'anno 2010 in due oliveti situati in provincia di Ancona rispettivamente a Monsano (191 m s.l.m.) e a Castelbellino (261 m s.l.m.).

I due oliveti presentavano rispettivamente le seguenti caratteristiche: sesto d'impianto 6,5 x 6,5 m e 5 x 4 m, età delle piante 6 e 4 anni, forma di allevamento a vaso policonico liberi e a cespuglio. Le cultivar in prova erano rispettivamente Raggia, Maurino e Leccino nel primo oliveto e Rosciola Colli Esini, Piantone di Mogliano e Capolga nel secondo.

Piante omogenee sono state selezionate in parcelle ripetute tre volte e sottoposte a tre diversi trattamenti di potatura: i) potatura intensa ad Aprile (massa vegetale asportata: 11,1 kg ± 0,91 errore standard ES), ii) potatura leggera ad Aprile (4,3 kg ± 0,41 ES) e potatura a giugno (dopo la piena fioritura, 6,9 kg ± 0,41 ES). Piante non potate in numero equivalente sono state utilizzate come controllo.

Su 3 piante omogenee per ciascun trattamento (una per ripetizione) e per ogni varietà sono stati selezionati 4 rami misti di un anno di età nella parte esterna chioma, ad un'altezza compresa tra 150 e 180 cm dal suolo su cui è stato misurato l'accrescimento vegetati-

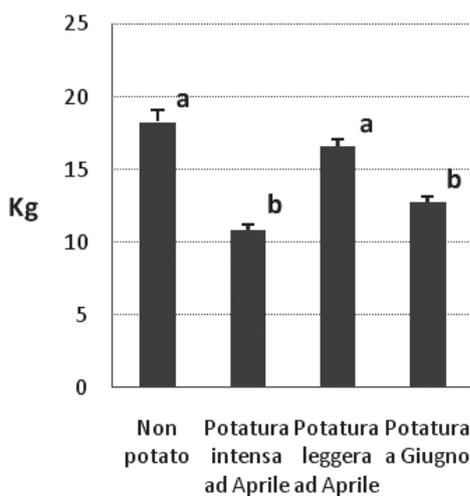
\* neri@mta01.univpm.it

vo. Sulle stesse piante è stato effettuato anche il conteggio del numero di nuovi succhioni emessi sulle branche primarie fino alla raccolta. La produzione di frutti per pianta è stata registrata alla raccolta.

**Risultati e discussione**

Gli alberi sottoposti alla potatura intensa ad aprile e a quella di giugno hanno mostrato una produzione media significativamente inferiore alle piante non potate (-40,5% nel trattamento di potatura intensa ad aprile rispetto alla non potatura) (fig. 1). La potatura leggera ad aprile invece ha indotto una produzione media non significativamente inferiore rispetto alla non potatura.

Fa eccezione la cultivar Piantone di Mogliano, che ha mostrato una produzione di frutti alla raccolta significativamente superiore in alberi potati a giugno rispetto a piante non potate (+57,9%) (fig. 1).



L'emissione di nuovi succhioni sulle branche primarie è risultata quasi assente nelle piante non potate, mentre i trattamenti di potatura leggera ad aprile e di potatura a giugno hanno indotto un'emissione di succhioni non significativamente superiore rispetto alla non potatura (in media 3 o 4 succhioni per branca) (fig. 2). Al contrario, la potatura intensa ad aprile ha indotto una forte emissione di nuovi succhioni sulle branche primarie con valori significativamente superiori rispetto alla non potatura (in media 18,6 succhioni per branca) (fig. 2).

Le cultivar Raggia, Capolga e Piantone di Mogliano hanno mostrato una particolare sensibilità al trattamento di potatura intensa ad aprile, con emissione di nuovi succhioni significativamente superiore alle altre cultivar in prova. Inoltre, Capolga ha mostrato emissione di succhioni sulle branche primarie significativamente superiore rispetto alle altre cultivar con il trattamento potatura di giugno (fig. 2).

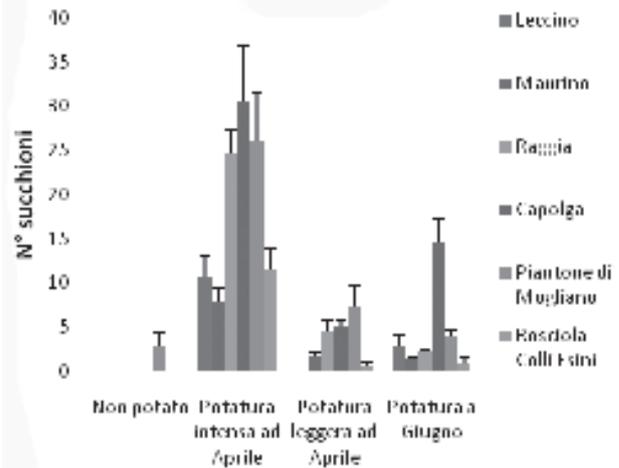
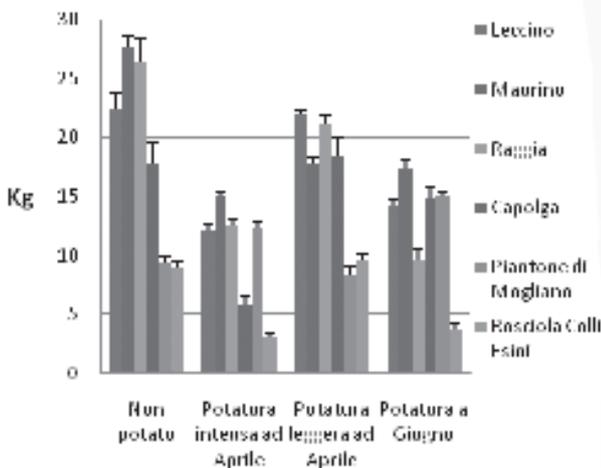
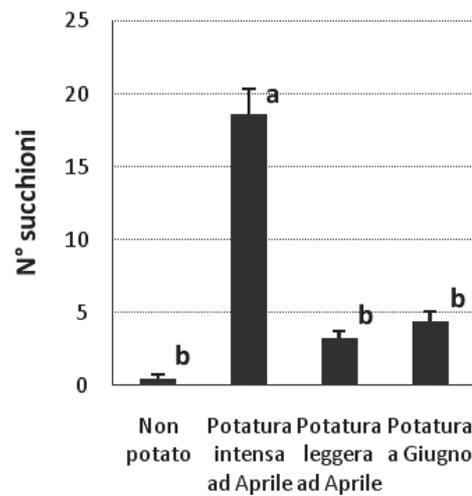


Fig. 1 - Produzione media ad albero alla raccolta. Le colonne rappresentano la media + errore standard. Lettere diverse indicano differenze significative. (test di Tukey, p<0,05).

Fig. 1 - Average fruit production per tree at harvest. Columns represent means + SE. Different letters represent significant differences. (Tukey test, p<0.05).

Fig. 2 - Numero di nuovi succhioni sulle branche primarie. Le colonne rappresentano la media + errore standard. Lettere diverse indicano differenze significative. (test di Tukey, p<0,05)

Fig. 2 - Number of new watersprouts on primary branches. Columns represent means per each cultivar + SE. Different letters represent significant differences. (Tukey test, p<0.05)

L'accrescimento vegetativo di rami misti di un anno di età è risultato significativamente inferiore nelle piante non potate, mentre la potatura intensa di aprile ha stimolato la maggiore crescita vegetativa. Nessuna differenza significativa è stata registrata tra la potatura leggera di aprile e quella di giugno (+38,5% di accrescimento rispetto alla non potatura) (fig. 3).

In particolare, nella cultivar Raggia l'accrescimento vegetativo dei rami misti di un anno di età nelle piante con potatura leggera ad aprile è risultato uguale a quello della potatura intensa ad aprile (circa 28 cm) (fig. 3) che però ha indotto una significativa maggiore emissione di succhioni sulle branche primarie.

In generale, l'accrescimento vegetativo è risultato maggiore nelle piante sottoposte a trattamenti di potatura rispetto a quelle non potate, ma solo nel caso della potatura intensa ad aprile la risposta vegetativa si è tradotta anche in una forte emissione di numerosi succhioni sulle branche primarie.

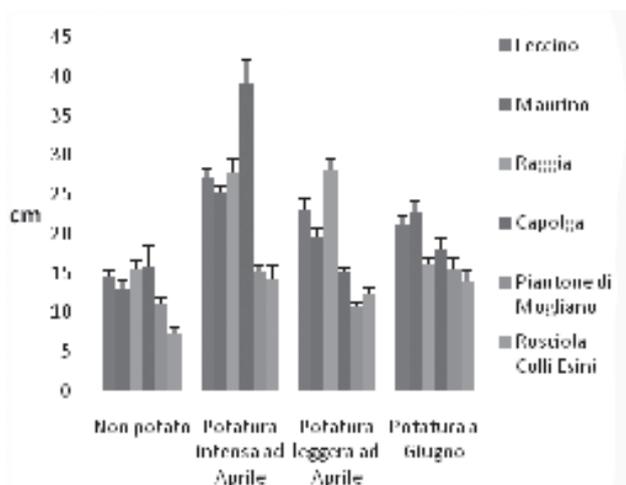
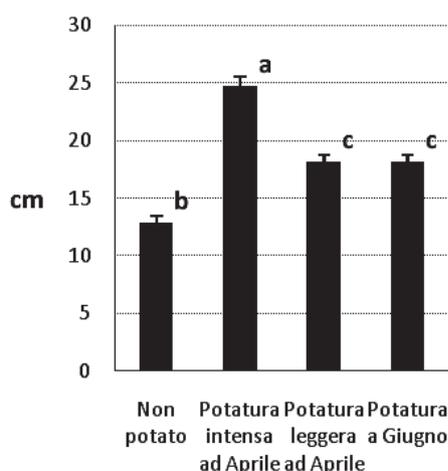


Fig. 3 - Accrescimento vegetativo del ramo misto di un anno. Le colonne rappresentano la media + errore standard. Lettere diverse indicano differenze significative. (test di Tukey,  $p < 0,05$ ).

Fig. 3 - 1-year-old shoots vegetative growth. Columns represent means per each cultivar + SE. Different letters represent significant differences. (Tukey test,  $p < 0.05$ ).

## Conclusioni

Nell'Italia centrale la potatura dell'olivo è solitamente eseguita tra la fine dell'inverno e l'inizio della fioritura, allo scopo di evitare danni da ritorni di freddo. Nei primi anni dall'impianto, la non potatura garantisce una precoce entrata in produzione e livelli produttivi elevati in confronto a piante potate. L'assenza di potatura non consente però il controllo delle dimensioni della pianta e induce un rapido invecchiamento della porzione centrale della chioma. Risulta perciò utile ricercare un migliore equilibrio vegeto-riproduttivo fin dai primi anni dall'impianto attraverso interventi di potatura di ridotta intensità da effettuare anche in epoca tardiva (dopo la fioritura). La presente sperimentazione ha confermato che la potatura leggera ad Aprile e la potatura a Giugno non inducono produzioni significativamente inferiori rispetto alla non potatura.

Al contrario, la tradizionale tecnica di potatura dell'olivo (intensa ad Aprile) adottata nell'Italia centrale induce una forte riduzione della produzione di frutti e un eccessivo riscoppio di succhioni determinando un'alterazione dell'equilibrio vegeto-riproduttivo a favore dell'attività vegetativa e con possibili ripercussioni negative sull'alternanza produttiva negli anni.

I risultati mostrano una certa variabilità nella risposta delle singole cultivar agli interventi di potatura applicati. Intensità ed epoca di potatura vanno perciò regolate in base al naturale habitus di crescita di ciascuna varietà. Questo studio suggerisce inoltre che la potatura dell'olivo nell'Italia centrale può essere effettuata anche dopo la piena fioritura per mantenere un'elevata allegazione e produzione di frutti alla raccolta, controllare l'accrescimento vegetativo della chioma (contenimento delle dimensioni e del succhionamento) e mantenere un buon equilibrio vegeto-riproduttivo della pianta.

In conclusione questo studio suggerisce che per controllare l'accrescimento vegetativo della chioma e garantire l'equilibrio vegeto-riproduttivo della pianta sfruttandone il pieno potenziale di impollinazione e mantenendo un'elevata produzione di frutti alla raccolta, la potatura dell'olivo può essere effettuata anche dopo la piena fioritura. Intensità ed epoca di potatura vanno regolate secondo il naturale habitus di crescita di ciascuna varietà.

## Riassunto

La potatura di sei cultivar locali di olivo è stata eseguita, applicando quattro trattamenti: potatura intensa e leggera ad Aprile; potatura a Giugno; con-

trollo non potato. La non potatura garantisce elevati livelli produttivi, ma non consente il controllo delle dimensioni della pianta e induce un rapido invecchiamento della porzione centrale della chioma. La potatura intensa ad Aprile ha ridotto notevolmente la produzione di frutti e stimolato l'emissione di numerosi succhioni. La potatura leggera ad Aprile e a Giugno hanno garantito un buon accrescimento vegetativo dei rami misti, con limitata emissione di succhioni e produzioni comparabili alla non potatura.

**Parole chiave:** piena fioritura, allegagione, epoca potatura, succhione, ramo misto.

### **Bibliografia**

- NERI D., LODOLINI E. M., PROIETTI P., FAMIANI F., 2009. "Gestione della chioma" in "L'ulivo e l'olio, coltura e cultura". Milano. 390-411.
- PANNELLI G., ALFEI B., SANTINELLI A., 2001. "Varietà di ulivo nelle Marche". Urbania (PU). 189 pag.
- PASTOR M., HUMANES J., 2000. "Poda del olivo". Ed agricola española. 228 pag.

## Effetto del deficit idrico controllato sullo sviluppo vegeto-riproduttivo dell'olivo nelle Marche

Lodolini E.M., Morini F., Polverigiani S. e Neri D.\*

Dipartimento Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali, Università Politecnica delle Marche

### Effect of regulated deficit irrigation on vegetative and reproductive activity of olive in Marche region

**Abstract.** The influence of two different Regulated Deficit Irrigation (RDI) on root, fruit production per tree and fruit growth was studied in two Italian olive cultivars (Frantoio and Leccino). Trees were exposed to irrigation with 35% and 70% of the total evapotranspiration (ETc) whereas rainfed plants were used as control. RDI reduced summer drop of pioneer and especially of fibrous root growth compared to control. Higher amount of water induced a higher fibrous root growth, but no differences were observed for pioneer roots. Total yield per plant didn't show any significant difference among the treatments, but single fruit fresh and dry weight and pulp-to-pit ratio showed an increase on irrigated trees mainly due to mesocarp. Such increases were significant for irrigated treatments compared to control but no differences were found within the two RDI treatments. Results showed that 35% ETc supply was sufficient to overcome a limited period of water shortage improving fruit and root system development. On the other hand, additional water supply up to 70% Etc didn't show visible advantages on the short time period and therefore does not seem to be recommendable in .

**Key words:** RDI, pulp-to-pit ratio, pioneer and fibrous roots.

### Introduzione

In condizioni di scarsa disponibilità idrica ricorrente, l'olivo accentua la sua tendenza all'alternanza riproduttiva e lo stesso sviluppo vegetativo aereo e radicale può risultare penalizzato (Tognetti *et al.* 2006). L'irrigazione appare come un valido strumento al fine di stabilizzare le produzioni e garantire nel lungo periodo un equilibrato sviluppo vegeto-riproduttivo. Un calcolo razionale degli apporti irrigui è

indispensabile per ottimizzare gli interventi e non può prescindere da una comprensione di dettaglio dell'influenza dell'irrigazione su fruttificazione e crescita.

Gucci *et al.* (2007) riportano di effetti positivi dell'irrigazione sulla produzione di frutti per pianta senza registrare differenze significative tra un regime di deficit idrico controllato (42% Etc) e la restituzione dell'intera acqua evapotraspirata in Toscana.

La porzione aerea a quella radicale mostrano sensibilità differenti alla disponibilità idrica (Westgate e Boyer, 1985; Breda *et al.*, 1993) ed interagiscono in maniera complessa (Comas, 2005). Una combinazione di fattori può ridurre la produzione di radici in mancanza di irrigazione (Richards, 1983).

Il presente studio mira a quantificare l'influenza dello stress idrico controllato con un approccio complessivo che tenga conto degli effetti diretti sulla produzione ed indiretti di lungo periodo sugli accrescimenti radicali. Lo studio ipotizza che la produzione, così come lo sviluppo radicale, possa beneficiare di apporti idrici minimi nel periodo di massima aridità nell'ambiente marchigiano, mentre livelli ulteriori di irrigazione producano benefici men che proporzionali.

### Materiale e metodi

L'esperimento è stato condotto in un oliveto di 8 anni di età (cv Frantoio e Leccino), con sesto 6x3m, sito a Maiolati Spontini (Marche, altitudine s.l.m.). A partire dal 1° luglio e fino al 31 agosto sono stati applicati due livelli di irrigazione in regime di deficit idrico controllato (RDI) con restituzioni pari a: T1=35% e T2=70% dell'ETc, alberi in asciutto sono stati usati come controllo. L'Etc è stato calcolato in riferimento ai dati raccolti dal 2001 al 2007. I trattamenti sono stati replicati 3 volte su blocchi di 4 piante.

Cinque frutti per pianta sono stati campionati alla raccolta, ripartiti in mesocarpo ed endocarpo e pesati come peso fresco e secco dopo 48 ore in stufa a . La produzione totale di frutti per pianta è stata pesata alla raccolta ed espressa in relazione all'area della sezione trasversale del tronco (TCSA).

\* neri@mta01.univpm.it

Rizotroni a finestra (1,30 x 0,80 m) sono stati installati 10 mesi prima dell'inizio del trattamento irriguo su entrambe le cultivar per monitorare lo sviluppo radicale. Gli accrescimenti sono stati registrati una volta al mese. Le radici osservate sono state distinte tra pioniere ed assorbenti in riferimento al loro diametro rispettivamente maggiore e minore di 0,5 mm.

## Risultati e discussione

La produzione/TCSA è risultata essere minore per la cultivar Leccino rispetto a Frantoio (fig. 1), ma non si sono riscontrate differenze significative legate al trattamento in nessuna delle due cultivar (fig. 1).

L'irrigazione ha aumentato il peso fresco e secco del frutto fino ad un 25% rispetto al controllo non irrigato. Gli incrementi maggiori sono stati registrati per il mesocarpo, con un conseguente maggior rapporto polpa-nocciolo nel confronto tra tesi irrigate e controllo. Per nessuna delle due cultivar si è registrata

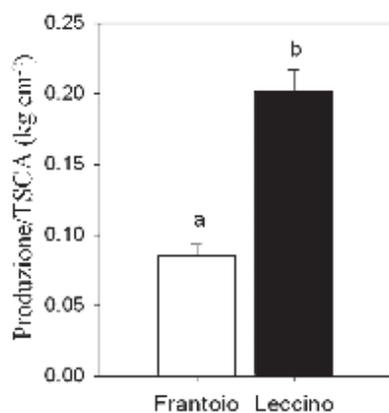


Fig. 1 - Produzione/TCSA nelle due cultivar (A) e per ciascun trattamento (B).

Fig. 1 - Fruit production /TCSA for the two varieties (A) and for the three irrigation treatments (B).

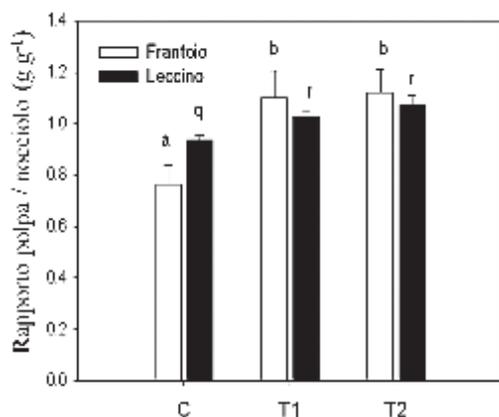


Fig. 2 - Rapporto polpa-nocciolo (peso secco) in ciascuna delle due cultivar e per ciascuno dei tre trattamenti.

Fig. 2 - Pulp-to-pit ratio (dry weight) for the three irrigation treatments and for both varieties.

una differenza significativa nel confronto interno ai due livelli di deficit idrico controllato (fig. 2).

Le piante non irrigate hanno mostrato una riduzione degli accrescimenti radicali durante il periodo estivo oggetto di osservazione, mentre l'irrigazione è stata in grado di mantenere livelli di crescita maggiori. Una ridotta disponibilità idrica, e come conseguenze indirette elevate temperature, ed un aumento della resistenza meccanica, possono causare una diminuzione della crescita. Le strutture assorbenti, prive di ispessimento secondario, risultano più vulnerabili e sono particolarmente influenzate dalle condizioni dell'ambiente di crescita. Per questa ragione le differenze indotte dall'irrigazione hanno riguardato principalmente la frazione assorbente, mentre le radici pioniere sono risultate meno sensibili. Le radici assorbenti sono la frazione più dinamica dell'apparato radicale e sono demandate allo sfruttamento capillare delle risorse. In caso di aridità, un investimento di fotosintetati nella costituzione di strutture assorbenti non sembra tuttavia funzionale dato lo scarso potenziale per l'assorbimento che l'ambiente circostante presenta, ed è stato infatti temporaneamente evitato da parte della pianta.

Riscontrato un effetto generalmente positivo legato agli apporti idrici, non sono state però registrate differenze significative nel confronto tra i due livelli di deficit idrico controllato, né a livello di intero sistema radicale né per i singoli ordini considerati (fig. 3) ad indicare come apporti idrici ulteriori non abbiano sortito effetti proporzionali.

## Conclusioni

In un ambiente come quello mediterraneo, caratterizzato da prolungati periodi di scarsa disponibilità idrica, la scelta della tecnica irrigua gioca un ruolo fondamentale sullo sviluppo vegeto-riproduttivo delle colture arboree nell'immediato e sulla sostenibilità e la costanza delle produzioni nel lungo periodo. L'olivo è caratterizzato da un'elevata resilienza in condizioni di stress idrico e si può ipotizzare che apporti idrici anche limitati siano funzionali nel sostenere alti livelli produttivi nel centro Italia, garantendo un uso più efficiente delle risorse. Diversi studi (Gucci 2003; Gucci *et al.* 2007) indicano come, per l'olivo, un deficit idrico controllato possa essere funzionale a migliorare gli equilibri fisiologici con il ricorso ad un ridotto uso di input esterni. La presente prova ha confermato che, per le condizioni pedo-climatiche marchigiane, una restituzione pari al 35% dell'Etc è sufficiente a incrementare l'accrescimento del frutto, senza però influire sulla produzione per pianta, e a sostenere lo sviluppo di radici assorbenti

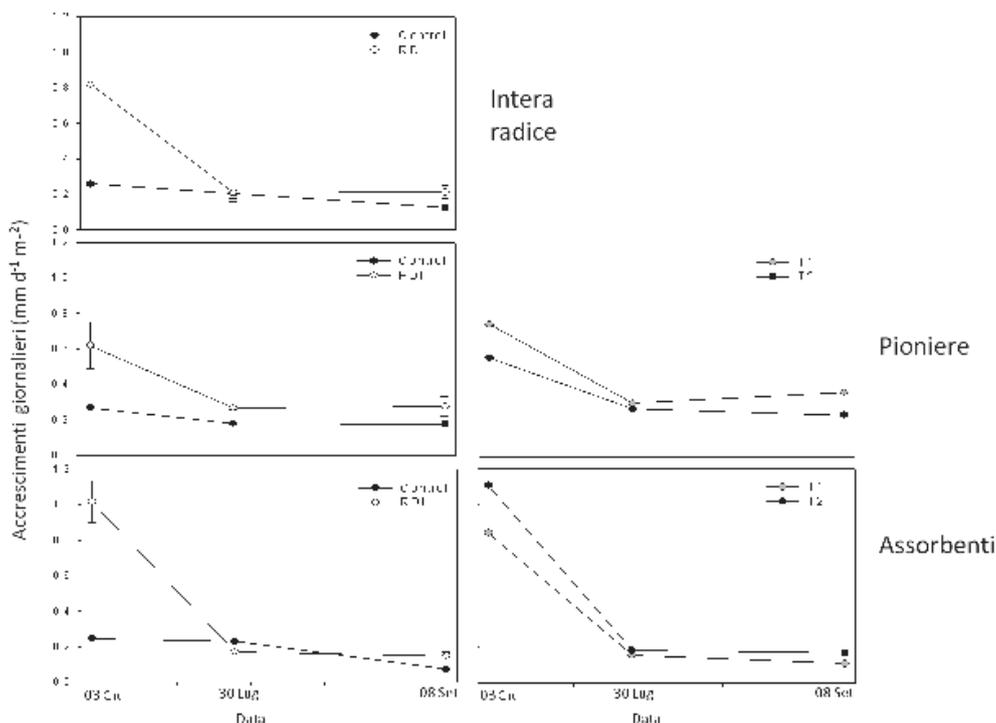


Fig. 3 - Andamento dell'accrescimento medio giornaliero per l'intero apparato radicale e per radici pioniere ed assorbenti durante la stagione irrigua come registrato nei rizotroni a finestra.

Fig. 3 - Daily growth rate during irrigation period as for the whole root and individual pioneer and fibrous roots.

durante il periodo di stress idrico estivo. Differenze legate alla tipologia radicale riguardano un effetto sulle radici pioniere più persistente nella stagione. Ulteriori apporti idrici, fino al 70% dell'Etc, hanno portato a variazioni non significative dei parametri vegeto-riproduttivi monitorati. Lo studio ha confermato come per l'olivo, in ambiente marchigiano, la strategia più sostenibile consista nell'apporto di dosi irrigue ridotte per sostenere la crescita del frutto e delle radici. Come ipotizzato, apporti idrici limitati (35% Etc) sono stati funzionali nel superare il periodo di aridità ed hanno migliorato lo sviluppo sia del frutto che della radice. Ogni apporto aggiuntivo (70% Etc) non ha, al contrario, indotto alcun ulteriore beneficio nel breve periodo e non sembra pertanto raccomandabile per l'ambiente marchigiano.

## Riassunto

Due livelli di deficit idrico controllato (RDI) con restituzione del 35% e 70% dell'Etc sono stati confrontati con alberi in asciutto di Leccino e Frantoio. RDI ha prolungato la produzione di radici durante la fase iniziale del periodo di aridità estivo, mentre non si sono avuti effetti nella stagione avanzata. La produzione totale di frutti per albero non è stata influenzata dall'irrigazione. Al contrario il rapporto polpa/nocciolo è risultato maggiore in un regime di restituzione

parziale. Non sono state riscontrate differenze significative tra i due trattamenti in RDI.

**Parole chiave:** RDI, rapporto polpa-nocciolo, radici esploratrici e assorbenti.

L'esperimento è stato parzialmente finanziato dalla Regione Marche: legge 37 - Progetto n° 18

## Bibliografia

- BREDA N., COCHARD H., DREYER E., GRANIER A., 1993. *Water transfer in a mature oak stand (Quercus petraea): seasonal evolution and effects of a severe drought*. Can. J. Forest Res. 23: 1136-1143
- COMAS L.H., ANDERSON L.J., DUNST R.M., LAKSO A.N., EISENSTAT D.M., 2005. *Canopy and environmental control of root dynamics in a long-term study of Concord grape*. New Phytol. 167: 829-840
- GRANIER A., 1987. *Evaluation of transpiration in a Douglas-fir stand by means of sap flow measurements*. Tree Physiol. 3: 309-320.
- GUCCI R., LODOLINI E.M., RAPOPORT H.F., 2007. *Productivity of olive trees with different water status and crop load*. J. Hortic. Sci. Biotechnol. 82: 648-656.
- GUCCI R., 2003. *L'irrigazione in olivicoltura*. ARSIA, pp 71.
- RICHARDS D., 1983. *The grape root system*. Hort. Rev. 5: 127-168.
- TOGNETTI R., D'ANDRIA R., LAVINI A., MORELLI G., 2006. *The effect of deficit irrigation on crop yield and vegetative development of Olea europaea L. (cvs. Frantoio and Leccino)*. Eur J Agron 25: 356-364.
- WESTGATE M.E., BOYER J.S., 1985. *Carbohydrate reserves and reproductive development at low leaf water potentials in maize*. Crop Science 25: 762-769.

