

**UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
ESCUELA DE PREGRADO**

**MEMORIA DE TÍTULO**

**EFFECTO DE DIFERENTES RALEADORES APLICADOS EN FLOR SOBRE LA  
PRODUCCIÓN DE OLIVOS VARIEDAD ARBEQUINA**

**GIANLUCA SCHENONE CAMPOS**

**SANTIAGO, CHILE**

**2016**

**UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
ESCUELA DE PREGRADO**

**MEMORIA DE TÍTULO**

**EFEECTO DE DIFERENTES RALEADORES APLICADOS EN FLOR SOBRE LA  
PRODUCCIÓN DE OLIVOS VARIEDAD ARBEQUINA**

**EFFECT OF DIFFERENTS THINNERS APPLIED IN FLOWER ON THE  
PRODUCTION OF ARBEQUINA OLIVE**

**SANTIAGO, CHILE**

**2016**

**UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
ESCUELA DE PREGRADO**

**EFFECTO DE DIFERENTES RALEADORES APLICADOS EN FLOR SOBRE LA  
PRODUCCIÓN DE OLIVOS VARIEDAD ARBEQUINA**

Memoria para optar al título profesional de:  
Ingeniero Agrónomo

**GIANLUCA SCHENONE CAMPOS**

**PROFESOR GUÍA**

**CALIFICACIONES**

Sr. Thomas Fichet L.  
Ingeniero Agrónomo, Dr.

5,8

**PROFESORES EVALUADORES**

Sr. Rodrigo Callejas R.  
Ingeniero Agrónomo, Dr. sc. agr.

5,8

Sr. Claudio Pastenes V.  
Ingeniero Agrónomo, Ph. D.

6,5

SANTIAGO, CHILE  
2016

## ÍNDICE

RESUMEN.....	1
Palabras Claves.....	1
ABSTRACT .....	2
Keywords.....	2
INTRODUCCIÓN .....	3
HIPÓTESIS.....	5
OBJETIVO.....	5
MATERIALES Y MÉTODOS .....	6
Lugar de estudio.....	6
Materiales.....	6
Metodología.....	6
Tratamiento y unidad experimental.....	6
Procedimiento.....	7
Evaluaciones.....	7
Área de sección transversal de tronco (ASTT) .....	7
Radiación fotosintéticamente activa interceptada (PARI) .....	7
Volumen de copa.....	7
Crecimiento de brotes .....	7
Número de nudos .....	7
Número de frutos por rama .....	8
Producción .....	8
Peso de fruto.....	8
Número de frutos.....	8
Carga frutal.....	8
Productividad .....	8
Contenido de aceite en el fruto.....	8
Análisis estadístico .....	8
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	10
Crecimiento de brotes.....	10
Número de frutos por rama.....	12

Evaluaciones a cosecha.....	13
Peso de fruto .....	13
Carga frutal.....	14
Productividad.....	16
Contenido de aceite en el fruto.....	17
CONCLUSIONES .....	18
BIBLIOGRAFÍA.....	19

## RESUMEN

El raleo químico es una práctica utilizada para disminuir la carga frutal, ampliamente utilizada en frutales. El momento de la aplicación y la concentración de producto son determinante para el éxito de esta labor. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de etefón, ácido naftaleno acético (NAA) y urea, aplicados como raleadores químicos en floración, sobre la producción de olivos variedad Arbequina. Se utilizaron 4 tratamientos que correspondieron a un testigo (agua), etefón ( $50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ), NAA ( $50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ) y urea (3%). Se disminuyó la carga frutal y la productividad, en un 53% y 47% con respecto al testigo utilizando NAA. Para los demás tratamientos no hubo diferencias significativas con el testigo en cuanto a carga frutal y productividad. Por otro lado, no se presentaron diferencias significativas en el crecimiento vegetativo entre los tratamientos. No se observó daño visual en brotes producto de las aplicaciones.

**Palabras Claves:** Etefón, Floración, NAA, Raleo, Urea.

## ABSTRACT

Chemical thinning is a method used to diminish fruit load that is widely used in fruit trees. The moment of applying and concentration of product is crucial for the success of this labor. The aim of this study was to evaluate the effect of ethephon, naphthalene acetic acid and urea, applied as chemical thinners in flowering, on the production of Arbequina olive. In which four treatments were used that corresponded to a control (water), ethephon ( $50 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ), NAA ( $50 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) and urea (3%). Fruit load decreased by 48% regarding to the control using NAA. For other treatments there were no significant differences with the control. On the other hand, there were no significant differences between treatments on the vegetative growth. No visual damage was observed in shoots as a result of the application.

**Keywords:** Ethephon, Flowering, NAA, Thinning, Urea.

## INTRODUCCIÓN

El olivo, *Olea europaea* L., es una especie de hoja perenne que presenta alternancia productiva o añerismo (Fernández-Escobar y Marin, 1999; Callejas, 2001), es decir, tiene un año de alta producción seguido de uno de baja. Actualmente su fruto, la oliva, es considerado un alimento de alta calidad, utilizado como aceite para comidas y consumo directo (Connor, 2005). En Chile, la superficie plantada con olivos para producción de aceite ha tenido una fuerte expansión desde el año 2005, alcanzando en el año 2015 un total de 25.000 hectáreas (ChileOliva, 2015). Dentro de las variedades usadas para la elaboración de aceite, Arbequina es una de las más plantadas, con 70% de la superficie total en Chile (ChileOliva, 2015?). Esta variedad se caracteriza por su precocidad, elevada productividad, buen rendimiento graso y excelente calidad de aceite. Además, su vigor reducido permite su utilización en plantaciones intensivas y superintensivas (Barranco et al., 1999).

El ciclo vegetativo del olivo, en particular el crecimiento de brotes, ocurre entre los meses de diciembre y enero. Sin embargo, este crecimiento comienza a salida de invierno, pero es más lento mientras existen los procesos de floración, cuaja y posterior caída postcuaja, debido a que los brotes son afectados por la carga frutal, no sólo en su largo final sino que también en su posibilidad de desarrollarse en un menor tiempo, produciéndose aproximadamente, un 80% del crecimiento total de la temporada entre brotación y floración en un año de alta carga (Beyá, 2014). Además, en los años de alta carga frutal, el período de crecimiento de brotes es de menor duración con respecto a los años de baja carga (Fichet et al., 2011). Según Barranco et al. (1999), el crecimiento vegetativo está determinado por la fotosíntesis y por la presencia de sumideros alternativos con mayor o menor capacidad competitiva, disminuyendo al aumentar el número de frutos en la planta, ya que éstos acaparan la mayor parte de los asimilados. La importancia del buen crecimiento del brote radica en que la ramilla, que se desarrolla entre los meses de primavera y verano, sustente la producción de la temporada siguiente (Fichet et al., 2011).

El crecimiento de brotes, que es afectado por la carga frutal como indica Beyá (2014), podría ser favorecido por la eliminación de carga frutal mediante técnicas de raleo, que influyen además en el tamaño de fruto, ya que disminuyen la competencia por asimilados en la planta. Esta técnica, que consiste en la eliminación del exceso de flores y/o de pequeños frutos (Benítez et al., 2005), es uno de los manejos en frutales que demanda mayor cantidad de mano de obra, si se realiza manualmente (Taheri et al., 2012).

El etefón (ácido 2-cloroetilfosfórico), ha sido ampliamente probado como raleador en distintos frutales como el duraznero (Taheri et al., 2012). Gathercole (1981); realizó aplicaciones de etefón en esta misma especie 39 a 53 Días después de plena flor (DDPF), con concentraciones de 40 a 100 mg·L<sup>-1</sup>, observando una disminución en el número final de frutos. En India, se estudiaron concentraciones de 250 mg·L<sup>-1</sup> con resultados de 75% de caída de frutos (Sharma y Gautam, 1981). También se ha utilizado en damascos (Taghipour et al., 2011), granados (Arancibia, 2011) y manzanos (Berlanga et al., 2008; Reginato, 2010). En

olivos ha sido estudiado su efecto en la abscisión de frutos, realizando aplicaciones para facilitar la cosecha (Ninot y Romero, 2012; Rugini et al., 1982)

Otro producto raleador, utilizado ampliamente en países olivícolas, es el ácido naftaleno acético (NAA), el cuál induce la síntesis de etileno en los tejidos (Callejas, 2001), por lo que según Rallo y Cuevas (2008, citado por Fichet et al., 2011) es ampliamente usado para disminuir el número de olivas por árbol con aplicaciones post floración (Barranco y Krueger, 1990). Sin embargo, en Chile no es utilizado en la floración de olivos.

En ciruelos se demostró que el NAA provoca una inducción de etileno después de 5 días de haberse aplicado en flores, en concentraciones de 30 a 40 mg·L<sup>-1</sup> (Gonkiewicz y Nozal, 2006). También en manzanos (Reginato et al., 2001) y damascos (Taghipour et al., 2011), Se ha observado la efectividad del NAA para disminuir la carga frutal.

La urea, es un fertilizante considerado como un raleador cáustico por su efecto sobre las flores y/o frutos al ser aplicado directamente sobre el árbol. Durante la floración provoca quemado de botones florales y flores (Fichet et al., 2011; Curetti, 2009) se le utiliza para el raleo en frutales tales como: damascos (Taghipour et al., 2011), pistachos (Rahemi y Ramezani, 2007) y también se ha utilizado en olivos (Barattà et al., 1990), demostrando un efecto de disminución en la cuaja de frutos.

Con las evidencias presentadas anteriormente, es importante investigar el raleo químico y determinar su efectividad cuando es aplicado de manera temprana en floración de olivos, para así reducir la carga frutal desde el inicio del crecimiento de los frutos, disminuyendo la competencia por asimilados con el brote.

## **HIPÓTESIS**

La carga frutal, en olivos, puede ser regulada mediante raleo en flor.

## **OBJETIVO**

Evaluar el efecto de etefón, ácido naftaleno acético y urea, aplicados como raleadores químicos en floración, sobre la producción de olivos variedad Arbequina

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Lugar de estudio

El ensayo se realizó durante la temporada 2013/2014 en un huerto comercial de la empresa Agroindustrial y Olivícola Ruta del Sol S.A., en la localidad de Leyda, comuna de San Antonio, Región de Valparaíso. Se utilizó un cuartel de olivos (*Olea europaea* L.) var. Arbequina, con siete años de edad, plantados a 6,0 x 2,0 m con orientación norte-sur y pendiente en sentido contrario.

### Materiales

Se trabajó con 16 árboles de olivo de 7 años, a los cuales se les aplicaron tres productos químicos durante floración, el 21/11/2013. Ácido naftaleno acético (NAA), urea y etefón, aplicados con bomba de espalda utilizando 3 L por árbol como mojamiento.

### Metodología

#### Tratamiento y unidad experimental

El diseño experimental incluyó 4 tratamientos con 4 repeticiones cada uno, distribuido en un diseño de bloques completos aleatorizado, siendo el árbol de olivo var. Arbequina, en año de alta carga, la unidad experimental. Los tratamientos fueron aplicados en floración (Cuadro 1).

Cuadro 1. Descripción de tratamientos aplicados en olivos var. Arbequina para ralea flores.

Tratamiento	Descripción
T0	Agua
T1	Urea al 3%
T2	Ácido naftaleno acético, 50 mg·L <sup>-1</sup>
T3	Etefón, 50 mg·L <sup>-1</sup>

## Procedimiento

Durante floración, el día 21 de noviembre de 2013, se marcaron 6 brotes del tercio medio de la copa, 3 por el lado oeste y 3 por el lado este, para realizar el seguimiento del crecimiento de brotes. También se marcaron 2 brotes, uno por cada cara de la hilera, a la misma altura mencionada, con 10 ramilletes florales cada uno para realizar un conteo de flores y posterior determinación de frutos cuajados. La aplicación de los tratamientos se realizó con una bomba de espalda, cuya capacidad fue de 12 litros, donde se elaboró la solución con las cantidades correspondientes a cada tratamiento, mojando 3 litros por árbol de manera uniforme en la totalidad del volumen de la copa.

## Evaluaciones

Desde el momento de la aplicación de los tratamientos hasta cosecha, se realizaron las siguientes evaluaciones:

**Área de sección transversal de tronco (ASTT):** Se midió el perímetro ( $p$ ) del tronco a 20 cm del suelo con una cinta de medir, en floración; con ese dato se calculó el ASTT ( $\text{cm}^2$ ). Se asumió que la sección transversal del tronco correspondía a una circunferencia, utilizando la siguiente fórmula:  $\text{ASTT} (\text{cm}^2) = p^2 \cdot (4\pi)^{-1}$ .

**Radiación fotosintéticamente activa interceptada (PARI):** Se determinó mediante un céptometro ACCUPAR LP-80, midiendo cinco líneas transversales (perpendiculares) a la hilera de plantación donde la medición central pasaba por el centro del árbol, los dos intermedios a un cuarto de la distancia del tronco y las dos extremas en la mitad de la distancia entre los árboles en la sobrehilera, es decir, entre el árbol medido y sus vecinos sobre la hilera. Se realizaron 20 mediciones por unidad experimental. Las mediciones se realizaron a mediodía solar, cuando el sol se encontraba en posición perpendicular al suelo, cercano a la cosecha.

**Volumen de copa:** Se estimó considerando el volumen de la copa como un prisma rectangular. Para esto se midió el largo, ancho y alto de los árboles utilizando la siguiente fórmula  $V(\text{m}^3) = \text{Largo}(\text{m}) \cdot \text{Ancho}(\text{m}) \cdot \text{Alto}(\text{m})$ .

**Crecimiento de brotes:** Se midieron 6 brotes marcados, 3 por cada lado de la hilera, a partir del quinto nudo contando desde el ápice, cada 15 días hasta el momento de cosecha.

**Número de nudos:** Se realizó un conteo de nudos, a partir del quinto nudo desde el ápice, marcado previamente en los mismos 6 brotes utilizados para evaluar crecimiento, 3 por cada lado de la hilera. Se midieron cada 15 días hasta el momento de cosecha.

**Número de frutos por rama:** Se seleccionaron 2 ramas del tercio medio del árbol, una por cada lado de la hilera, con 10 ramilletes florales, en las cuales se realizó un conteo de flores y frutos, según etapa de crecimiento, cada 15 días hasta que se estabilizó el número de frutos por rama, lo que ocurrió cercano al endurecimiento del endocarpo.

**Producción:** Se realizó una cosecha manual de la fruta de cada árbol en forma individual, el día 5 de mayo de 2014 y se tomó nota del peso de fruta cosechada en cada árbol. Se expresó en kg de fruto por árbol.

**Peso de fruto:** Al momento de cosecha, se tomó una muestra de 50 frutos por árbol, los cuales se pesaron y se estimó el peso promedio de fruto para cada árbol.

**Número de frutos:** Se determinó, dividiendo la producción de fruta de cada árbol por su peso promedio de fruto. Expresado en número de frutos por planta.

**Carga frutal:** Se calculó a partir del número total de frutos por planta y el ASTT de los árboles. Expresado en número de frutos·cm<sup>-2</sup> de ASTT, frutos ·PARI-1 y frutos·m<sup>-3</sup>.

**Productividad:** Se consideró la producción total del árbol (kg por planta), normalizado por las variables ASTT, PARI y m<sup>3</sup>.

**Contenido de aceite en el fruto:** Se tomó una muestra de 25 frutos por árbol, separando la pulpa del carozo, para pesar la pulpa (peso materia fresca), luego se secó en estufa hasta obtener un peso constante (peso materia seca) y realizar análisis de contenido de aceite, con 3 gramos de pulpa seca, a través del método de Soxhlet (A.O.A.C., 1984). Se expresó contenido de aceite en gramos de aceite por fruto.

### **Análisis estadístico**

La unidad experimental fue un árbol, se realizaron 4 tratamientos con 4 repeticiones cada uno. El diseño fue en bloques completos aleatorizados, siendo el factor de bloqueo la pendiente de la ladera.

La comparación entre tratamientos se realizó mediante modelos lineales, bajo el marco teórico de modelos lineales mixtos, a fin de contemplar las varianzas heterocedásticas y la correlación espacial. Los tratamientos se consideraron como factor fijo y el efecto bloque como factor aleatorio. La bondad de ajuste de los modelos seleccionados se valoró mediante los criterios de selección “Akaike Information Criterion” (AIC) (Akaike, 1974) y

“Bayesian Information Criterion” (BIC) (Schwarz, 1978). Las diferencias significativa detectadas fueron determinadas mediante la prueba de comparación LSD, con un  $\alpha < 0,05$ . En todos los casos se utilizó el programa estadístico InfoStat versión 2013 (Di Rienzo et al., 2013).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Crecimiento de brotes

La medición de largo de brotes se finalizó el 29 de marzo , previo a cosecha, cuando se ha alcanzado el máximo crecimiento vegetativo debido a que este se concentra entre septiembre y marzo, siendo los meses de mayor crecimiento diciembre y enero para la zona central del país (Sudzuki, 2006; Muñoz, 2008; Lara, 2010).

Según Cid (1999), la eliminación temprana de la carga frutal favorece el crecimiento vegetativo en la misma temporada. Sin embargo, para este ensayo, la remoción de fruta no favoreció significativamente el crecimiento vegetativo.

No se observó diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para el crecimiento de brotes y número de nudos (Figuras 1 y 2). Sin embargo, se observó mayor desarrollo en los árboles tratados con NAA, este pequeño aumento en el crecimiento podría ser explicado por el efecto raleador de esta auxina de síntesis, ya que se observaron diferencias significativas en la productividad y carga frutal entre el tratamiento con NAA y los otros tratamientos (Cuadro 3 y 4). Esto se explica por la fuerte relación que existe entre la carga frutal del olivo y su crecimiento vegetativo (Muñoz, 2008), a menor cantidad de fruta en el árbol, mayor crecimiento vegetativo durante la misma temporada.

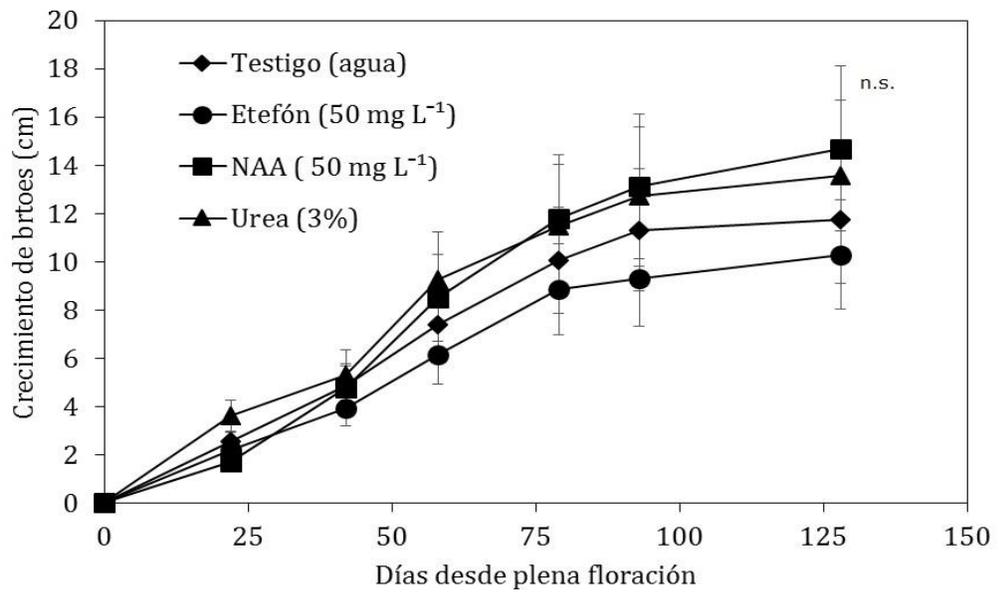


Figura 1. Largo de brotes expresado en centímetros durante la temporada en olivos var. Arbequina raleados en flor con diferentes productos (media  $\pm$  E.S.) Leyda, Región de Valparaíso 2013-2014.

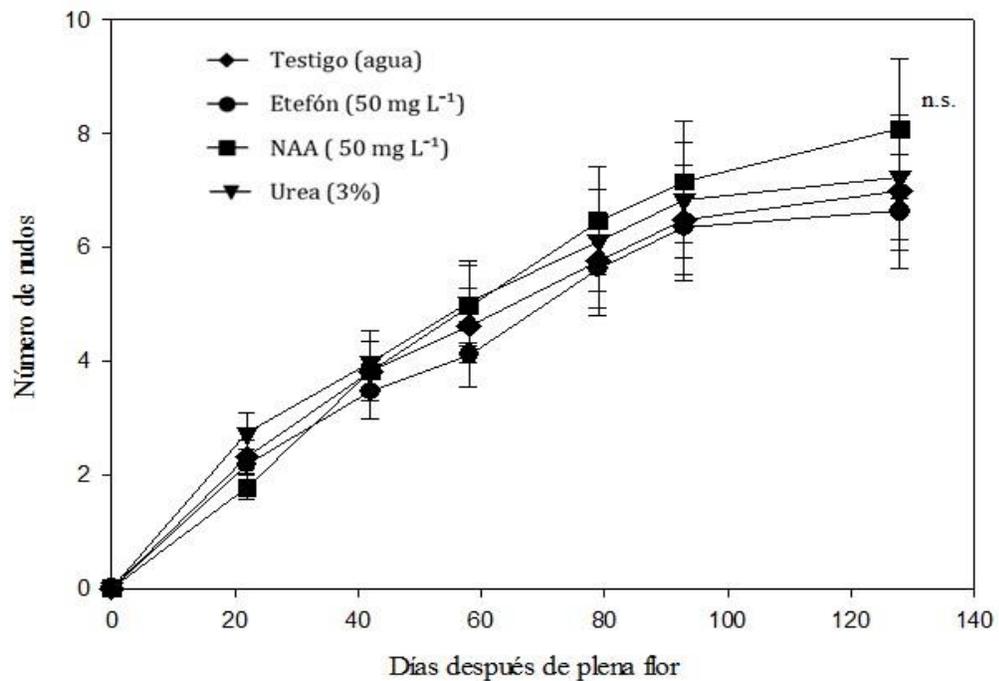


Figura 2. Número de nudos originado en el crecimiento de la temporada en olivos var. Arbequina raleados en flor con diferentes productos (media  $\pm$  E.S.). Leyda, Región de Valparaíso 2013-2014.

### **Número de frutos por rama**

Posterior a la aplicación de los tratamientos, se observó una disminución en el número de frutos por rama en todos los tratamientos (Figura 3). Esta respuesta se debe a la caída natural, que en la zona central ocurre entre mediado de noviembre hasta fines de diciembre, donde caen flores mal formadas o que no han sido polinizadas, flores no fecundadas, frutitos en desarrollo. Sin embargo, se observaron diferencias en la intensidad de la caída, las cuales variaron según tratamiento.

En un comienzo, se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, siendo más efectivo el etefón en las mediciones de 22 y 42 días después de plena flor. Sin embargo, al llegar a cosecha no existieron diferencias significativas con respecto a los demás tratamientos.

Según Rallo y Barranco (1986), remociones de tempranas de frutos, cercano a plena flor, pueden ser compensadas por una menor caída natural de frutos, sin observarse un efecto en el número de frutos en la cosecha. Es posible que haya ocurrido una compensación por parte de las plantas al haber disminuido el número de frutos inicialmente, por lo que la caída natural fue menos intensa. Lo cual podría explicar el comportamiento de la caída de frutos. En la Figura 3, se aprecia que en el caso de los árboles tratados con etefón, los cuales tenían una mejor respuesta inicial, hubo una caída de frutos menos intensa en comparación a los demás tratamientos entre los 42 y 58 DDPF.

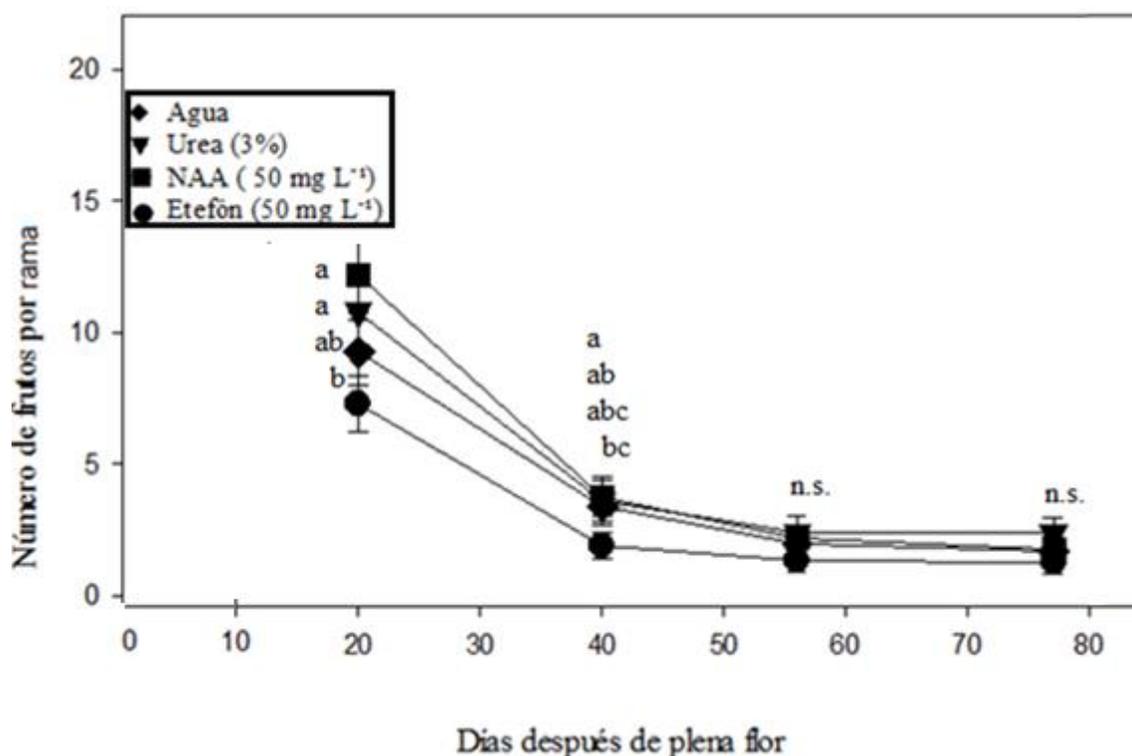


Figura 3. Número de frutos por rama en plantas de olivo var. Arbequina raleados en flor con distintos productos (media  $\pm$  E.S). Leyda, Región de Valparaíso 2013-2014. Letras distintas para una misma fecha indican diferencias significativas entre condición de carga frutal según la prueba LSD Fisher ( $\alpha < 0,05$ ). n.s: no existen diferencias estadísticamente significativas.

Como se dijo anteriormente, respecto al conteo de frutos no se detectaron a la cosecha diferencias significativas en el número de frutos por rama (Figura 3).

## Evaluaciones a cosecha

### Peso de fruto

El peso promedio de frutos, se relaciona de manera inversa con el número de frutos cuajados, obteniendo así frutos de mayor tamaño y peso con carga frutal baja y viceversa (Rosatti et al, 2010). En España, el peso de fruto en Arbequina es alrededor de 1,6 g a 1,9 g (Barranco y Rallo, 2000; Tous et al., 1998). En este ensayo, el peso de promedio de fruto varió entre 1,27g a 1,44g, menor de lo que se encuentra en la literatura. Esto se debe a que el peso promedio de frutos también se ve afectado por otras variables, como temperatura, relación fuente-sumidero (Famiani et al., 2000; Proietti et al., 2006) y disponibilidad de agua (Inglese et al., 1996; Proietti and Antognozzi, 1996). Además, no se observaron diferencias significativas en el peso promedio de fruto entre los tratamientos (Cuadro 2), a pesar de existir diferencias

en la carga frutal (Cuadro 3). Es posible que los resultados, sean una expresión de la interacción de una o más de las variables mencionadas, lo que impidió un mayor aumento en el peso de frutos al disminuir la carga frutal.

Cuadro 2. Peso promedio de frutos a cosecha de plantas de olivo var. Arbequina raleados en flor con distintos productos. Leyda, Región de Valparaíso 2013-2014.

Tratamiento	Peso promedio de frutos			
	G	g·ASTT <sup>-1</sup>	g·PARI <sup>-1</sup>	g·m <sup>-3</sup>
Testigo (agua)	1,35	0,30	0,24	0,29
Urea 3%	1,27	0,24	0,25	0,24
NAA (50 mg L <sup>-1</sup> )	1,44	0,24	0,25	0,24
Etefón (50 mg L <sup>-1</sup> )	1,36	0,28	0,24	0,28
Significancia	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n.s.: no existen diferencias estadísticamente significativas.

### Carga frutal

Los resultados indican diferencias significativas para carga frutal normalizada por ASTT y volumen de copa, principalmente en el tratamiento con NAA. Se observa una disminución de la carga frutal en un 53% con respecto al testigo (Cuadro 3). Ello, confirma su efectividad como raleador, al disminuir la carga frutal. Sin embargo, los tratamientos con urea y etefón no presentaron diferencias significativas con los árboles testigos (Cuadro 3). A diferencia de lo observado en la Figura 3, donde no hay diferencias significativas para el número de frutos por rama. Esto probablemente esté relacionado al tamaño de la muestra por árbol (cantidad de ramillas marcadas), lo que no logra representar lo que ocurre a nivel de unidad experimental.

Sin embargo, utilizando PARI como herramienta para determinar el tamaño de los árboles, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, pero la tendencia de los resultados indica una disminución en el número de frutos por PARI en el caso de los árboles tratados con NAA. Esto se puede explicar por la variabilidad existente en los datos, además de considerar que la posición de los árboles en la hilera genera un traslape de la unidad experimental con el árbol adyacente, lo que podría influenciar el valor de PARI obtenido, sin ser este un reflejo fidedigno del tamaño del árbol.

Cuadro 3. Carga frutal en olivos var. Arbequina tratados con distintos raleadores químicos. Leyda, Región de Valparaíso 2013- 2014.

Tratamientos	Carga frutal		
	frutos·ASTT <sup>-1</sup> a	frutos·PARI <sup>-1</sup> a	frutos·m <sup>-3</sup> a
Testigo	199,84 a	1356,25 a	2229,73 a
Urea 3%	183,96 ab	2348,18 a	1920,87 ab
NAA (50 mg·L <sup>-1</sup> )	93,77 b	663,75 a	845,19 b
Etefón (50 mg·L <sup>-1</sup> )	199,24 a	2155,19 a	2091,73 ab

<sup>a</sup> Letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas entre condición de carga frutal según la prueba LSD Fisher ( $\alpha < 0,05$ ).

Cid (1999), obtuvo resultados satisfactorios utilizando 150 mg·L<sup>-1</sup> de NAA, 15 DDPF reduciendo en un 90% la carga frutal en olivos. Fichet y González (2011), estudiaron el efecto del NAA para promover la caída de frutos en olivos utilizando concentraciones de 0; 150 y 250 mg·L<sup>-1</sup> aplicados en la etapa final de caída post floración, con frutos de 5 a 6 mm de diámetro ecuatorial, obteniendo resultados satisfactorios.

Respecto de la urea, fertilizante nitrogenado, también ha sido utilizado para el raleo de distintas especies frutales (Taghipour et al., 2011; Rahemi y Ramezani, 2007). En Italia, Barattà et al. (1990), utilizaron concentraciones de 2%, 4% y 6% en plena flor, 10 DDPF y 20 DDPF en olivos variedad Nocellara del Belice, obteniendo una disminución en el número de frutos cuajados de un 50% con respecto al testigo, sólo en el tratamiento de 6% de urea aplicado 20 DDPF. Se observó daño en brotes producto de la aplicación.

En Chile, se utilizaron concentraciones de urea desde 0 a 3% en un olivar adulto variedad Kalamata en plena floración, donde se obtuvieron resultados satisfactorios quemando hasta un 36,8% de botones florales y un 3% de flores con 3% de urea (Fichet y González, 2011)

Martin et al. (1990), describieron como raleador químico en flor y frutos de olivo al NAA, siendo más efectivo en floración y sin acción después de 28 DDPF. Además, establecieron como la concentración óptima, la aplicación de 10 mg·L<sup>-1</sup> por número de días después de plena flor, por ejemplo 90 mg·L<sup>-1</sup> al aplicar 9 DDPF; 100 mg·L<sup>-1</sup> a 10 DDPF.

Existen diversos estudios donde se comprueba la capacidad del etefón para favorecer la abscisión de frutos aplicado previo a cosecha, cercano a endurecimiento de carozo, con concentraciones más elevadas que las utilizadas en este ensayo (Ninot y Romero, 2012; Rugini et al., 1982). Resultados que no concuerdan con los obtenidos, ya que no hubo diferencias significativas para el tratamiento con etefón, esta discrepancia es esperable, ya que la época de aplicación y la concentración son diferentes. Por ello, es posible que la concentración utilizada no fuera suficiente para reducir la carga frutal, ni la productividad en olivos var. Arbequina en floración.

Troncoso et al. (1978), utilizaron una concentración de 480 50 mg·L<sup>-1</sup> de etefón, donde no disminuyó la carga frutal y si se observó un aumento en la caída de hojas provocado por el

producto. A diferencia de estos resultados, en este estudio, no se observó a simple vista un aumento en la caída de hojas.

## Productividad

La productividad tuvo un comportamiento similar al de la carga frutal, sólo existió una disminución en el tratamiento con NAA en las variables normalizadas por ASTT y volumen de copa, sin observar diferencias entre el testigo y los tratamientos con urea y etefón. En los árboles tratados con NAA disminuyó en un 47,8% con respecto al testigo (Cuadro 4), siendo esto atribuible a la disminución de la carga frutal. Distintos autores han obtenido variados resultados en cuanto a la disminución de la productividad al efectuar una reducción de la carga frutal en olivos. Rallo y Barranco (1986), obtuvieron una disminución en la productividad como consecuencia del raleo químico con NAA, tal como ocurrió en este ensayo. Sin embargo, Troncoso et al. (1978), no observaron una disminución en la producción, a pesar de haber disminuido la carga frutal, atribuyéndolo a una compensación al aumentar el peso del fruto en la variedad Manzanillo. Lo que no ocurrió en este caso donde no aumentó el peso con una menor carga frutal (Cuadro 2).

Cuadro 4. Productividad de olivo var. Arbequina tratados con distintos raleadores químicos. Leyda, Región de Valparaíso 2013- 2014.

Tratamiento	Productividad		
	kg·ASTT <sup>-1</sup> <sup>a</sup>	kg·PARI <sup>-1</sup> <sup>a</sup>	kg·m <sup>-3</sup> <sup>a</sup>
Testigo	0,23 a	1,72 a	2,51 a
Urea	0,21 ab	2,78 a	2,35 ab
NAA	0,12 b	1,17 a	1,13 b
Etefón	0,22 a	2,48 a	2,48 a

<sup>a</sup> Letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas entre condición de productividad según la prueba LSD Fisher ( $\alpha < 0,05$ )

La efectividad de un raleador químico, está determinada por factores como la concentración del producto, época de aplicación, estado de la planta y factores ambientales (Troncoso et al., 1978). En cuanto a la época de aplicación, regularmente se realiza previo a la esclerificación del endocarpio, cuando ya se determinó la población final de frutos (Rallo et al., 1981; Rapoport y Rallo, 1991). Para los resultados obtenidos en este ensayo, donde no se aprecian diferencias entre los tratamientos urea, etefón y testigo, puede deberse a los factores mencionados anteriormente, ya que se utilizaron bajas concentraciones de producto, debido a que se consideró a la floración como un periodo más sensible. Por lo que pudo haberse subestimado la concentración de producto necesaria para causar la caída de flores, con el fin de no eliminar la totalidad de los frutos del árbol.

Por otro lado, es posible que los árboles hayan compensado la temprana remoción de flores disminuyendo la caída natural de frutos, como indica Rallo y Barranco (1986), siendo influenciada por una carga frutal inicial baja.

La productividad (expresada como  $\text{kg} \cdot \text{PARI}^{-1}$ ), al igual que en la carga frutal, no presentó diferencias significativas entre los tratamientos. Como ya se mencionó, el PARI en este caso podría no reflejar con exactitud el tamaño de los árboles.

### Contenido de aceite en el fruto

Un estudio realizado sobre olivos var. Arbequina, señala que la carga frutal no afecta la concentración de aceite en el fruto, más bien afecta el peso del fruto y así también el rendimiento de aceite (Trentracoste et al., 2010).

El contenido de aceite, en gramos por fruto, esta inversamente relacionado con la carga frutal (Beyá, 2014) los resultados obtenidos no concuerdan, ya que el tratamiento con menor carga frutal fue NAA, sin ser este el tratamiento con mayor contenido de aceite (Cuadro 5). Seguramente, esto se deba a que la diferencia en la carga frutal, no fue suficiente para aumentar el contenido de aceite en el fruto y la variación en el contenido de aceite fue mínima.

Cuadro 5. Contenido de aceite en frutos en base a materia seca para olivos y rendimiento de aceite por árbol de olivo ‘Arbequina’ asperjados, en plena floración de noviembre de 2013, con diferentes productos de raleo.

Tratamiento	Contenido de aceite $\text{g} \cdot \text{fruto}^{-1}$ <sup>a</sup>	Rendimiento de aceite por
		árbol $\text{g} \cdot \text{árbol}^{-1}$ <sup>a</sup>
Testigo	0,16	1635,80
Urea	0,12	1305,32
NAA	0,15	1334,11
Etefón	0,15	1203,35
Significancia	n.s.	n.s.

<sup>a</sup> Letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas entre concentración de aceite según la prueba LSD Fisher ( $\alpha < 0,05$ ).

El rendimiento de aceite por árbol, se asocia positivamente tanto con el número de frutos como el peso del fruto fresco, pero no con el contenido de aceite en la fruta (Trentracoste et al., 2010). Para este ensayo, no se afectó el contenido de aceite en el fruto, ya que se observa que el tratamiento que disminuyó la carga frutal y la productividad, no fue el que logro el mayor contenido de aceite con respecto al resto. Lo cual se explica debido a que la disminución de la carga frutal, no fue suficiente para afectar la síntesis de lípidos que dan origen al aceite en el fruto. A pesar, de no existir diferencias significativas en el rendimiento de aceite por árbol, se observa una leve disminución en el rendimiento de aceite en los árboles tratados con respecto al testigo (Cuadro 5).

## CONCLUSIONES

Los resultados en esta investigación permiten concluir, para las condiciones presentes en el lugar de este ensayo, lo siguiente:

Solamente la aplicación de  $50 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de NAA en plena floración, tiene un efecto raleador sobre los frutos de la variedad Arbequina, evaluados como carga frutal o productividad

La aplicación de  $50 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de etefón en plena floración, no es suficiente para provocar un efecto raleador sobre frutos de la variedad Arbequina

La aplicación de urea al 3% en plena floración, no es suficiente para provocar un efecto raleador en frutos de la variedad Arbequina.

Ningún tratamiento ocasionó daño visual en el follaje o los brotes.

## BIBLIOGRAFÍA

Akaike, H. 1974. A new look at the statistical identification model. *IEEE Trans. Auto. Control*, 19: 716-723.

Arancibia, D. 2011. Prospección de raleadores químicos de flores y frutos tardíos en granados var. Wonderful. Memoria Ingeniero Agrónomo. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 31p.

Association of Official Analytical Chemist (A.O.A.C.). 1984. Official methods on analysis of the association of official analytical chemist. 14th ed. Virginia, U.S.A. 1241 p.

Barranco, D.; R. Fernández-Escobar y L. Rallo. 1999. El cultivo del olivo. 3ª ed. Mundi-Prensa, Madrid, España. 701p.

Barranco, D. and W, Krueger. 1990. Timing of NAA application in olive thinning. *Acta horticulturae*, 286:167-169.

Barranco, D and L. Rallo. 2000. Olive cultivar in Spain. *Hortotechnology*, 10(1):107-110.

Barattà B; T. Caruso; P. Crescimanno and P. Inglese 1990. Using urea as thinning agent in olive: the influence of concentration and time of application. *Acta Horticulturae* (ISHS),286: 163-166.

Benítez C.; H. Castro; A. Ricca y S. Vaudagna. 2005. Peras y manzanas: factores que afectan la calidad de los frutos. Ediciones INTA. Buenos Aires, Argentina. 396 p.

Berlanga, D.; A. Roma; A. Martínez and V. Guerrero. 2008. Apple fruit chemical thinning in Chihuahua, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 31 (3): 243 – 250.

Beyá, V. 2014. Efecto de la alternancia productiva en la fenología y algunas variables productivas en olivo (*Olea europaea* L.) ‘Frantoio’ en la Región Metropolitana. Tesis Magister en Ciencias Agropecuarias. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.55p.

Callejas, R. 2001. Formación de la yema floral en el olivo y sus consecuencias sobre el añerismo. *Aconex (Chile)*, 71: 16-23

Cid, I. 1999. Efecto del raleo de frutos sobre la floración del olivo. Memoria Ingeniero agrónomo. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 87p.

ChileOliva. 2015. [En línea]. Boletín comercial 1º Semestre 2015. Disponible en:< [http://www.chileoliva.cl/files/BS\\_1\\_2015](http://www.chileoliva.cl/files/BS_1_2015)> Citado 15 julio de 2016.

ChileOliva. 2015?. Variedades. [En línea]. Santiago, Chile. Recuperado en <<http://www.chileoliva.cl/index.php/aceite/variedades>>. Consultado el: 15 Julio 2016.

Connor, D. 2005. Adaptation of olive (*Olea europaea L.*) to water-limited environments. *Australian Journal of Agricultural Research*, 56: 1181–1189.

Curetti, M. 2009. Efecto y modo de acción de la aplicación foliar de urea sobre perales cv. Williams Bon Chretien en floración. Tesis. Master of Scientia en Fruticultura de clima templado-frío. Università degli studi di bologna. 96p.

Di Rienzo, J.A.; F. Casanoves; M.G. Balzarini; L. González; M. Tablada y C.W. Robledo. InfoStat versión 2013. Grupo InfoStat. Córdoba, Argentina: Universidad Nacional de Córdoba.

Fernández-Escobar, R. and L. Marín. 1999. Nitrogen fertilization in olive orchards. *Acta Horticulturae*, 474: 333-335.

Fichet, T y C. González. 2011. Cap 1: Comportamiento fenológico del olivar en la región de Atacama. En Fichet, T.; B. Razeto y T. Curkovic. 2011. El olivo: Estudio agronómico en la región de Atacama. Santiago, Chile. Universidad de Chile. Serie Ciencias Agronómicas N°16. pp 23-51.

Fichet, T.; B. Razeto y T. Curkovic. 2011. El olivo: Estudio agronómico en la región de Atacama. Santiago, Chile. Universidad de Chile. Serie Ciencias Agronómicas N°16. 171p.

Famiani, F.; P. Proietti; A. Palliotti; F. Ferranti and E. Antognozzi. 2000. Effects of leaf to fruit ratios on fruit growth in chestnut. *Scientia Horticulturae*, 85:145–152.

Gathercole, F. 1981. Thinning of Cling Peaches with Ethephon in the Riverland area of South Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, Vol. 21, 1981, pp. 354-356.

Gonkiewicz A. and K. Nozal. 2006. NAA-induced ethylene evolution by plum flowers and fruitlets. *Folia horticulturae*, 18(1):63-72

Inglese, P; E. Barone and G. Gullo. 1996. The effect of complementary irrigation on fruit growth, ripening pattern and oil characteristics of olive (*Olea europaea L.*) cv. 'Carolea'. *Journal of Horticulturae Science*, 71:257–263.

Lara, P. 2010. Regulación de la carga frutal en olivos variedad Coratina mediante poda a inicio de floración. Memoria Ingeniero Agrónomo. Santiago, Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 44 p.

Martin, G.; C. Nishijima and H. Rapoport. 1990. Abscission response of olive flower and fruit populations to NAA. *23rd International Horticultural Congress, Abstracts of Contributed Papers Vol 1*. 1990, p. 407.

- Muñoz, C. 2008. Control de carga frutal en olivos variedad Coratina mediante poda de invierno. Memoria Ingeniero Agrónomo. Santiago, Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 42 p.
- Ninot, A and A. Romero. 2012. Effect of loosening agents spray on the efficiency of the mechanical harvesting of 'Arbequina' olives. *HortScience*,47(10):1419–1423.
- Proietti, P. and E. Antognozzi 1996. Effect of irrigation on fruit quality of table olives (*Olea europea* L.), cultivar 'Ascolana tenera'. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 24: 175–181.
- Proietti, P; F. Famiani and L. Nasini. 2006. Effect of different leaf-to-fruit ratios on photosynthesis and fruit growth in olive (*Olea europaea* L.). *Photosynthetica*,44: 275–285.
- Rallo, L. and D. Barranco. 1986. Influence of the time of application on the response of olive to chemical thinning. *Acta horticultrae*, 179: 709-710.
- Rallo, L; G. Martin and S. Lavee. 1981. Relationship between abnormal embryo sac development and fruitfulness in olive. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 106: 813-817.
- Rahemi M. and A. Ramezani. 2007. Potential of ethephon, NAA, NAD and urea for thinning pistachio fruitlets. *Scientia Horticulturae*, 111: 160-163.
- Rapoport, H.F. and L. Rallo. 1991. Post-anthesis flower and fruit abscission in 'Manzanillo' olive. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 116 (4): 720-723.
- Reginato, G; F. Esguep y R. Callejas. 2001, Noviembre. Evaluación de raleadores químicos en manzanos var. Braeburn. *Agricultura Técnica*, 61(4): 401-412. Recuperado en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0365-28072001000400002&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-28072001000400002&lng=en&tlng=es). 10.4067/S0365-28072001000400002> Consultado el: 18 de noviembre 2013.
- Reginato, G. 2010. Raleo de manzanos. Talca, Chile. Pomáceas, Boletín Técnico, Volumen 10, N°5. 4p.
- Rosatti A; M. Zipancic, S. Caporali and A. Paoletti. 2010. Fruit set is inversely related to flower and fruit weight in olive (*Olea europaea* L.). *Scientia Horticulturae*, 126: 200–204.
- Rugini, E; G. Bongi and G. Fontanazza. 1982. Effects of ethephon on olive ripening. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 107:835–838.
- Schwarz, G. 1978. Estimating the dimension of a model. *The annals of statistics*, 6(2): 461-464.

- Sharma, M. and Gautam. 1981. D, Note on ethephon for thinning peach fruit. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, Vol. 51, 1981, pp. 362-364.
- Sudzuki, K. 2006. Fenología de cuatro variedades de olivo para aceite en la comuna de melipilla, region Metropolitana. Memoria Ingeniero Agrónomo. Santiago, Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 28 p.
- Taghipour L; M. Rahemi. and P. Assar. 2011. Thinning with NAA, NAD, ethephon, urea and by hand to improve fruit quality of ‘Gerdi’ apricot. *Brazilian Society of Plant Physiology*. 23(4):279-284.
- Taheri, A.; J. Cline; S. Jayasankar and P. Pauls. 2012. Ethephon induced abscission of “Redhaven” peach. *American Journal of Plant Sciences*, 3: 295-301.
- Tous, J; A. Romero And J. Plana. 1998. Comportamiento de cinco variedades de olivo en Tarragona. *Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg.* 13 (1-2): 97-109.
- Trentacoste E; C. Puertas and V. Sadras. 2010. Effect of fruit load on oil yield components and dynamics of fruit growth and oil accumulation in olive (*Olea europaea* L.) *European Journal of Agronomy*,32: 249-254.
- Troncoso, A.; J. Prieto y J. Liñan. 1978. Aclareo químico de frutos en el olivar Manzanillo de Sevilla. *Anales de Edafología y Agrobiología*. 37: 882-893.