

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

**Memoria de Título**

**Título**

**EFECTO DE LA INCISIÓN DE CORTEZA Y DE LA APLICACIÓN DE CPPU  
SOBRE LA FLORACIÓN Y PRODUCCIÓN DE OLIVOS (*Olea europaea* L.)  
VARIEDAD PICUAL**

**PATRICIA ALEJANDRA GUZMÁN PINOCHET**

**SANTIAGO-CHILE**

**2014**

## AGRADECIMIENTOS

A mi profesor Thomas Fichet por su tiempo y dedicación en la realización de este estudio. A la profesora Karen Sagredo por su tiempo, sus consejos y su eterna disposición. Al profesor Osvaldo Salazar por su infinita disposición para que esta memoria llegara a instancias finales en los plazos debidos.

Agradezco a Dios por darme la vida y la posibilidad de rodearme de tanta gente hermosa.

A Javier Guzmán, mi padre, por su enseñanza, por demostrarme que en la vida se puede superar todo. A Esmelinda Pinochet, mi madre, por su infinito amor, por las noches de cuidado y creer que siempre podría salir adelante. A Mauricio Bastías, mi marido, mi gran amor, mi amigo, mi fortaleza, mi respaldo, por estar SIEMPRE conmigo, en todos los momentos difíciles y también aquellos felices; por ser la mejor persona que he conocido y que me ha dado la oportunidad más bella de mi vida, el ser madre, pues nunca pensé que lo sería...

A ti... que creces dentro de mí, por soportar las terapias, los medicamentos, por ser MI GRAN MILAGRO DE AMOR.

A Cristián Guzmán, mi hermano, por tantos años de compañía. A Antonella Guzmán, mi querida y más hermosa sobrina, porque una sonrisa suya ilumina todo.

A mis amigas Susana Morales, Sandra Lelas y Gabriela Muñoz, por tantos años de compañía y caminar juntas. A Patricio Duque por aquellas conversaciones interminables.

A Mónica Quiroga, mi gran amiga, quien ha estado en todos mis procesos difíciles, por la compañía en la clínica y también tantos momentos felices.

A Cristián Kremer, por ser mi angelito, creer en mis capacidades, por sus consejos precisos, sus palabras exactas y por retarme a cerrar este ciclo.

A Giannina Sandoval, que en la etapa final de esta memoria me dio la fuerza y la FE necesarias para terminar.

A la Fundación Carlos Quintana, por el apoyo en aquellos días en que todo se veía negro.

A todos los enfermos... y aquellos que comparten conmigo el Mal de Crohn; FUERZA, que el estar bien en parte depende de nosotros. Que pronto encontremos financiamiento para poder llevar bien esta enfermedad tan costosa.

A Silvita, Pili, Nancita, Wanda, Angélica, todas maravillosas personas que han formado parte de este ciclo que por fin se cierra.

A todos ustedes, que quiero de corazón... GRACIAS.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	1
<b>ABSTRACT</b> .....	2
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	3
<b>HIPÓTESIS</b> .....	5
<b>OBJETIVO</b> .....	5
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	6
Ensayo 1 .....	6
Ensayo 2 .....	7
<b>EVALUACIONES</b> .....	7
Crecimiento de brote.....	7
Corte histológico de yemas.....	8
Fenología de yemas .....	8
Conteo de flores .....	9
Crecimiento de fruto .....	9
Índice de madurez.....	9
Producción .....	10
Acumulación de aceite.....	10
Contenido de humedad .....	10

<b>DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO</b> .....	11
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	12
Ensayo 1 (Incisión de corteza) .....	12
Crecimiento de brotes .....	12
Corte histológico de yemas.....	15
Conteo de flores .....	17
Crecimiento de frutos .....	18
Índice de madurez.....	20
Producción .....	21
Acumulación de aceite.....	22
Ensayo 2 (CPPU).....	25
Crecimiento de brotes .....	25
Corte histológico de yemas.....	28
Conteo de flores .....	29
Crecimiento de frutos .....	31
Índice de madurez.....	33
Producción .....	35
Acumulación de aceite.....	37
<b>CONCLUSIONES</b> .....	39
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	40

<b>ANEXOS Y APÉNDICES .....</b>	<b>44</b>
<b>APÉNDICE I .....</b>	<b>44</b>
<b>APÉNDICE II .....</b>	<b>45</b>
<b>APÉNDICE III .....</b>	<b>46</b>
<b>APÉNDICE IV .....</b>	<b>47</b>
<b>APÉNDICE V .....</b>	<b>48</b>

## RESUMEN

Se realizaron 2 ensayos en la comuna de Pelequén en olivos de 7 años de edad de la variedad Picual, en la temporada 2009/2010 en la comuna de Pelequén, Región de O'Higgins. El primero consistió en una incisión de corteza y el segundo de aplicaciones de CPPU, ambos durante el proceso de floración. El objetivo fue mejorar las estructuras florales y de esa forma lograr obtener mayor número de flores perfectas y con ello aumentar la producción de fruta.

Ensayo 1. Se seleccionaron 5 árboles por tratamiento, escogidos al azar para realizarles la incisión de corteza en diferentes estadios florales. Los tratamientos fueron cinco: testigo, yema hinchada, inflorescencia expuesta, inicio de flor y plena flor. Los tratamientos no presentaron diferencias significativas en cuanto a porcentaje de flores perfectas, carga frutal, eficiencia productiva y contenido de aceite de los frutos.

Ensayo 2. Se seleccionaron 5 árboles al azar por tratamiento. Las aplicaciones de CPPU se realizaron en tres concentraciones: 0, 5 y 15 mg L<sup>-1</sup>, en diferentes estadios florales. Los tratamientos fueron nueve: testigo, yema hinchada, inflorescencia expuesta, inicio de flor y plena flor. La aplicación de CPPU en olivos no afectó la madurez, el contenido de aceite y porcentaje de humedad en los frutos.

**Palabras claves:** anillado, citoquininas, aceite de oliva, regulador de crecimiento.

## ABSTRACT

Two experiments were carried out in a 7-year-old olive orchard (*Olea europaea* L. cv. Picual) during season 2009/2010, in Pelequén (O'Higgins Region, Chile). The objective of this study was to improve the flower structure by applying CPPU and girdling and therefore increase the number of perfect flowers, and fruit production.

Experiment 1. Girdling treatments were applied at five phenological stages on five randomly selected trees. Five treatments were: 1) No girdling, 2) Girdling at swollen bud, 3) Girdling at flower cluster totally expanded, 4) Girdling at the beginning of flowering, and 5) Girdling at full flowering. Treatments showed no differences in percent of perfect flowers, crop load, productive efficiency, and oil content.

Experiment 2. CPPU treatments were applied at five phenological stages on five randomly selected trees. CPPU was applied at three concentrations, 0, 5, and 15 mg L<sup>-1</sup>. Nine treatments were: 1) CPPU was not applied, 2) 5 mg L<sup>-1</sup> of CPPU was applied at swollen bud, 3) 15 mg L<sup>-1</sup> of CPPU was applied at swollen bud, 4) 5 mg L<sup>-1</sup> of CPPU was applied flower cluster totally expanded, 5) 15 mg L<sup>-1</sup> of CPPU was applied at flower cluster totally expanded, 6) 5 mg L<sup>-1</sup> of CPPU was applied at the beginning of flowering, 7) 15 mg L<sup>-1</sup> of CPPU was applied at the beginning of flowering, 8) 5 mg L<sup>-1</sup> of CPPU was applied at the full flowering, and 9) 15 mg L<sup>-1</sup> of CPPU was applied at the full flowering. The application of CPPU had no effect on oil content and percent of fruit humidity.

**Keywords:** girdling, cytokinins, olive oil plant, plant growth regulator.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente, el desarrollo económico de Chile tiene un pilar fundamental en la utilización de los recursos naturales. Un ejemplo de ello es el olivo, cuya importancia relativa ha aumentado exponencialmente desde una superficie de 4.839 hectáreas en el año 2004 (ODEPA, 2004), aproximadamente de 24.000 hectáreas en el año 2010 (ODEPA, 2010).

En el olivo, las inflorescencias se desarrollan en las yemas axilares del crecimiento vegetativo del año anterior. En estas inflorescencias se presentan flores de dos tipos: perfectas y estaminíferas. Las flores perfectas son hermafroditas o bisexuales, compuestas de estambres y pistilo bien desarrollados. Las estaminíferas o masculinas, también conocidas como imperfectas, tienen el ovario rudimentario o ausente, y parecen formarse debido a un fallo en el desarrollo del mismo. Como consecuencia de la falta de un ovario funcional, las flores estaminíferas no pueden dar lugar a la formación de un fruto (Barranco et al., 2004).

La diferenciación floral se ha estudiado durante mucho tiempo, con el objetivo de conocer y regular la producción, ya que, en esta especie de hoja perenne, la alta producción sólo tiene lugar en años alternos (añerismo). Al año siguiente, después de una de floración y fructificación abundante (año *on*), casi no se produce dado el escaso crecimiento vegetativo del año de alta producción, lo que lleva a la escasez de sitios de floración en las ramas que tendrían el potencial para producir la cosecha del año próximo (año *off*) (Andreini et al., 2008).

Ülger et al. (2004), proponen que los azúcares y los nutrientes minerales no están directamente involucrados en el control de la formación de flores. Sin embargo, resultados opuestos fueron reportados por Navarro et al. (1990).

En el caso del olivo, la primera manifestación de la diferenciación floral no aparece en California antes de mediados de marzo, después de los períodos normales de frío. De esto se deduce que la acción del frío es fundamental en toda transformación morfológica y se habla entonces del período de diferenciación floral. Millela (1961), sitúa a finales de noviembre un período de inducción reversible, más tarde en el transcurso de diciembre, enero y la mitad de febrero la diferenciación floral es irreversible.

La abscisión afecta, principalmente, a las flores en la que los pistilos son incapaces de alcanzar un determinado tamaño, lo que sugiere que la competencia para el suministro de nutrientes entre los frutos en desarrollo, o entre los frutos y otras regiones de crecimiento activo, desempeña un papel importante en la abscisión de flores perfectas (Perica et al., 2001).

En consecuencia, la diferenciación floral parece estar estrechamente relacionada con un número de factores internos y externos para el árbol, que en gran medida puede afectar a la regularidad y duración de ésta (Lavee, 1996).

El aborto de ovario es un caso frecuente de esterilidad en algunas variedades. Este aborto, está ligado a un carácter genético de la variedad. Rapoport et al. (2012), sostienen que depende también de factores tróficos, especialmente de un importante déficit hídrico. En ciertas variedades estos abortos de ovario pueden ser un serio problema para la fructificación. Existen ciertos olivos cuyo aborto ovárico se aproxima al 100%, conociéndose en España con el nombre de “olivos machos”, y naturalmente, apenas producen (Barranco et al., 2004).

Picual es la principal variedad de oliva del sur de España, y se ve favorecida por la producción temprana, su alta productividad y facilidad de cultivo. Variedad clásica con fuerte tendencia a la alternancia. Las variedades Verdial y Gordal tienen un 80% de abortos de ovario, mientras que en la variedad Empeltre solamente el 10% de sus ovarios abortan (Loussert y Brousse, 1978). La variedad Picual tiene una alta cantidad de flores masculinas (Moreno-Alias et al. 2013). En ensayos previos, realizados en el marco del Proyecto “Añerismo y Enfermedades Fungosas”, se determinó que se producen más de un 80% de flores masculinas. Ello deja sólo un 20% del total de flores, aptas para producir frutas. Si a ello se suma que sólo un 4 a 6% de las flores llegan a cosecha, los rendimientos de esta variedad no son buenos (Fichet, 2013).

Una técnica tradicionalmente utilizada es la incisión de corteza, que sólo busca provocar una interrupción momentánea del flujo floemático (Fichet, 2004), y cuya principal utilidad es favorecer el cuajado de las flores a caída de pétalos (González et al., 2003). No es necesario remover una lonja de corteza, como se hace con el anillado en la vid, dado que en olivos no se logra mayor beneficio, pudiendo incluso causar daño, la cicatrización puede tardar unas tres o cuatro semanas esperando inducir una redistribución de fotoasimilados dentro del olivo (Fichet, 2013). Esta práctica también incide en el aumento del diámetro medio de los frutos; ello, debido a los cambios que provoca en el balance endógeno de fitohormonas, carbohidratos y otras sustancias, ya que sus concentraciones aumentan en la zona del árbol situada por encima de la incisión, y favorece la acción sumidero del fruto, todo lo cual favorece su desarrollo (Agusti, 2000). El efecto de la incisión de corteza puede aprovecharse para aumentar, en olivos, la floración, mejorar la calidad de las flores y aumentar el cuajado o para incrementar el tamaño de los frutos (Barranco et al., 2004).

El uso de reguladores de crecimiento en frutales se ha desarrollado desde finales de los años 50 del siglo pasado (Fichet, 2013). El uso de éstos ha sido para disminuir la inducción floral, mejorar estructuras florales, raleo de frutos entre otros usos.

Las citoquininas son un grupo de hormonas vegetales que promueven la división y diferenciación floral. Las citoquininas que se producen en los tejidos vegetales son a base de adeninas. También existen compuestos derivados de las fenilureas como Tidiazurón (TDZ) o Florclorfeburón (CPPU) que poseen actividad citoquinínica. Estudios previos han

indicado que el nivel de las citoquininas endógenas es uno de los factores limitantes en la producción y tamaño final del fruto (Stern et al., 2003).

A pesar de su potencialidad, el uso de reguladores de crecimiento y de otras prácticas como la incisión de corteza en olivicultura, no está muy extendido en Chile, debido posiblemente al poco conocimiento de su forma de actuar y a que esta acción depende de diferentes factores biológicos y ambientales que no siempre son controlables. De lo anterior se desprende la importancia del mejoramiento de las estructuras florales para mejorar la producción y mantención de la fruta, durante todo el proceso de crecimiento de ésta.

## **HIPÓTESIS**

La incisión de corteza o aplicación de CPPU mejoran la floración y producción de fruta en olivos de la variedad Picual.

## **OBJETIVO**

Evaluar el efecto de la incisión de corteza y de aplicaciones de CPPU, desde yema hinchada a flor abierta sobre la floración y producción de fruta en olivos de la variedad Picual.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El lugar de estudio fue el Laboratorio de Análisis Foliar de la Universidad de Chile y en el fundo de Valle Arriba, localizado en Santa Rosa de Pelequén, Región de O'Higgins.

Se trabajó en un huerto de olivo var. Picual, 7 años, plantado a 6 x 4 m, 416 plantas ha<sup>-1</sup>, con riego por goteo; donde se realizaron dos ensayos, Ensayo 1: incisión de corteza y Ensayo 2: aplicación de CPPU.

### Ensayo 1

Se realizó una incisión de corteza que correspondió a una hendedura en el tronco del árbol realizando un corte simple que circunda el tronco, mediante un cuchillo anillador.

La incisión de corteza se llevó a cabo en distintas épocas de desarrollo de la inflorescencia (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tratamientos de incisión de corteza sobre olivos var. Picual.

Tratamiento	Estado Fenológico	Fecha
T 1	Testigo, sin rayado	
T 2	Yema hinchada	24-09-2009
T 3	Inflorescencia expuesta	19-10-2009
T 4	Inicio de flor	09-11-2009
T 5	Plena flor	26-11-2009

## Ensayo 2

Se realizaron aplicaciones de CPPU a concentración de: 0; 5 ó 15 mg L<sup>-1</sup>, en distintas épocas de desarrollo de la inflorescencia (Cuadro 2).

Cuadro 2. Tratamientos de CPPU realizados sobre olivos var. Picual.

Tratamiento	Dosis de Aplicación	Estado Fenológico	Fecha
T1	Testigo, sin aplicación		
T2	5 mg L <sup>-1</sup> CPPU	Yema hinchada (5 YH)	24-09-2009
T3	15 mg L <sup>-1</sup> CPPU	Yema hinchada (5 YH)	24-09-2009
T4	5 mg L <sup>-1</sup> CPPU	Inflorescencia expuesta (5 IE)	19-10-2009
T5	15 mg L <sup>-1</sup> CPPU	Inflorescencia expuesta (15 IE)	19-10-2009
T6	5 mg L <sup>-1</sup> CPPU	Inicio de flor (5 IF)	09-11-2009
T7	15 mg L <sup>-1</sup> CPPU	Inicio de flor (15 IF)	09-11-2009
T8	5 mg L <sup>-1</sup> CPPU	Plena flor (5 PF)	26-11-2009
T9	15 mg L <sup>-1</sup> CPPU	Plena flor (15 PF)	26-11-2009

## EVALUACIONES

### Crecimiento de brote

Se escogieron 4 brotes por árbol, con yemas florales, similar posición y vigor, uno en cada punto cardinal y se midió largo de cada brote en forma quincenal.

### **Corte histológico de yemas**

En ambos ensayos para observar la diferenciación floral, en yema hinchada y ramillete expuesto, se obtuvieron 4 ramillas por árbol, una en cada punto cardinal, de las cuales se colectó cuatro yemas, obtenidas a partir de la tercera yema apical, con el fin de analizar en que estadio de desarrollo se encontraban las yemas al momento de iniciar los tratamientos con CPPU e incisión de corteza.

Inmediatamente después de ser colectadas, las yemas fueron fijadas y preservadas en FAA (formalina, alcohol 70 % y ácido acético glacial en proporción 5:90:5 v/v), para mantenerlas en almacenamiento, posteriormente se deshidrataron en una serie de alcoholes etílicos de 70, 80 y 90 % por 30 minutos cada uno, para luego embeberse en JB4 (PoliScience Inc.). Los cortes fueron realizados por un micrótomo de rotación marca Leitz modelo 1516, con cuchillas de vidrio. Luego los cortes fueron puestos en portaobjetos y teñidos usando reactivo Shiff y azul de toluidina para su observación.

### **Fenología de yemas**

Para la determinación del estado fenológico de las yemas observadas al momento de aplicación de los tratamientos, se utilizó la metodología propuesta por Castillo y Rapoport (2003), enfocándose en los estados de desarrollo del ápice de la yema del olivo hasta el inicio de la diferenciación (Cuadro 3).

Cuadro 3. Estados de desarrollo del ápice de la yema del olivo según Castillo y Rapoport (2003).

Estado	Descripción del ensayo
A	Ápice de tamaño reducido. Presencia de una túnica con dos filas. Los primordios foliares están inclinados hacia el ápice.
B	Ápice en forma de domo bien desarrollado debido a la presencia inicial de las células madres centrales. Presencia de una túnica con mayor número de células que "A".
C	Ápice elevado de forma trapezoidal.
D	Formación inicial del siguiente nudo debido a la presencia de dos pequeños primordios foliares, el nuevo ápice portador del meristemo apical, reduce su ancho.

### Conteo de flores

En estado de plena floración se escogieron dos ramillas por lado del árbol con veinte ramilletes florales y se procedió a contar el número de flores masculinas y femeninas.

### Crecimiento de fruto

Para analizar el crecimiento del fruto se eligieron 5 frutos por árbol, se les midió diámetro ecuatorial y polar en forma quincenal con un pie de metro.

### Índice de madurez

Se colectaron 100 frutos del sector medio del árbol para determinar grado de coloración al momento de cosecha, según Índice de Ferreira (Cuadro 3).

Cuadro 4. Índice de madurez según Ferreira.

Clase	Característica
0	Piel verde intenso.
1	Piel verde amarillento.
2	Piel verde con manchas rojizas en menos de la mitad del fruto. Inicio de envero.
3	Piel rojiza o morada en más de la mitad del fruto. Final de envero.
4	Piel negra y pulpa blanca.
5	Piel negra y pulpa morada sin llegar a la mitad de la pulpa.
6	Piel negra y pulpa morada sin llegar al hueso.
7	Piel negra y pulpa morada totalmente hasta el hueso

Se cosechó en clase 4 y 5, según Índice de Ferreira.

El índice de madurez (I.M.) se obtiene por la fórmula:

$$I.M.= (A*0 + B*1 + C*2 + D*3 + E*4 + F*5 + G*6 + H*7)/100$$

Siendo A, B, C, D, E, F, G, H, el número de frutos de las clases 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, respectivamente.

### **Producción**

Se cosechó y pesó el total de los frutos por árbol (kg fruta cosechada). La eficiencia productiva de fruta fue expresada en kg de fruta  $\text{cm}^{-2}$  de área de sección transversal de tronco (ASTT) y la carga frutal como número de frutos  $\text{cm}^{-2}$  de área de sección transversal de tronco (ASTT).

$$\text{Área de sección transversal de tronco (ASTT)} = \frac{\text{Perímetro de tronco (P)}^2}{12,56}$$

El perímetro de tronco (P) se midió a 20 cm sobre el suelo.

### **Acumulación de aceite**

Para conocer la evolución en la acumulación de aceites, se realizó periódicamente mediciones de concentración de aceite. La muestra de fruta fue molida mediante un molino de martillo, un agitador marca Autelec HR-32 y una analizadora marca Autelec MG-77. Las muestras se tomaron cada 15 días, desde pinta hasta cosecha. Se colectaron 30 frutos por árbol. El contenido fue expresado en porcentaje de aceite en base a peso fresco y seco.

### **Contenido de humedad**

A cada muestra de frutos para análisis de aceite, se les determinó el porcentaje de humedad, mediante una estufa de secado, hasta llegar a un peso constante.

## **DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

En el Ensayo 1 el diseño experimental fue completamente aleatorizado, con 5 tratamientos y cinco repeticiones por tratamiento.

Para el Ensayo 2 el diseño experimental fue completamente aleatorizado, con 9 tratamientos y cinco repeticiones por tratamiento.

La unidad experimental para ambos ensayos fue un árbol.

Los resultados fueron evaluados mediante análisis de varianza (ANDEVA). Si existieron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) se realizó la prueba de rango múltiple de Tukey ( $p < 0,05$ ). Para las variables medidas en porcentaje, los datos fueron transformados utilizando la fórmula de grados Bliss.

Para los datos obtenidos mediante el Índice de Ferreira, se utilizó el test de Kruskal y Wallis.

Para las observaciones histológicas se analizó de manera descriptiva.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Ensayo 1 (Incisión de corteza)**

#### **Crecimiento de brotes**

Los valores de crecimiento vegetativo, se obtuvieron quincenalmente desde yema hinchada (24/09/2009). El incremento expresado en porcentaje, fue calculado en relación al crecimiento total del brote al momento de la cosecha.

Es importante mencionar que el 27 de febrero de 2010, ocurrió un terremoto en Chile desde la región Metropolitana hasta la región del Bío-Bío, cuya intensidad de 8,3 impidió el acceso al huerto ubicado al interior de Pelequén, es por ello que la evaluación programada para el 1 de marzo de 2010 no se pudo realizar.

Cabe señalar que la tasa inicial del crecimiento vegetativo correspondió a la primera medición, por lo que su valor fue cero en todos los tratamientos. Según Lara (2010), quien realizó un ensayo de poda en olivos variedad Coratina, con el fin de evaluar el efecto de las distintas intensidades de poda, en Ovalle, los meses de mayor tasa crecimiento vegetativo fueron diciembre y enero. Muñoz (2008), realizó un ensayo con poda de invierno en olivos variedad Coratina y observó, al igual que Lara (2010), un mayor crecimiento vegetativo de los árboles a principios de diciembre. Sin embargo, en este ensayo, los olivos variedad Picual presentaron, en general, dos períodos de crecimiento. El primero a fines de noviembre y el segundo, menos intenso, a fines de enero. La tasa de crecimiento decreció en diciembre, contrario a lo mencionado por Lara (2010). El tratamiento T2 (incisión de corteza en yema hinchada) no presentó dichos máximos. Según Barranco et al. (2004), relacionan una reducción en el crecimiento vegetativo posterior a primavera con las altas temperaturas, contrario a lo obtenido en este trabajo, donde se observó un segundo máximo de crecimiento a fines de enero (Figura 1), esto pudiese deberse a la demanda por asimilados por parte del fruto en desarrollo que se ve favorecido frente al crecimiento vegetativo de los brotes.

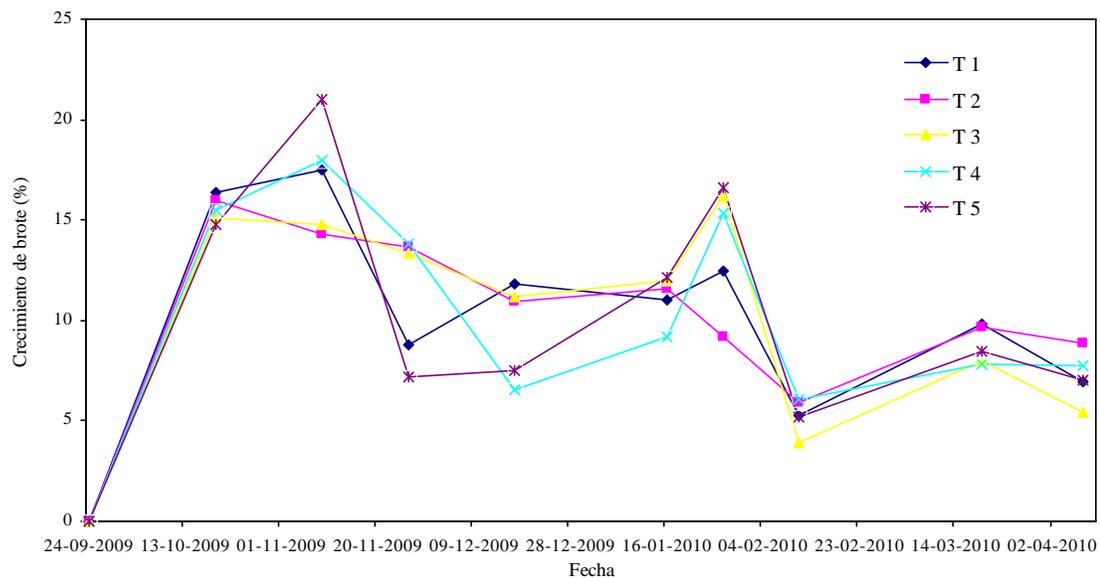


Figura 1. Tasa de crecimiento (%) de brotes de olivo var. Picual sometidos a incisión de corteza en diferentes estadios de flor.

Es de interés considerar que la literatura habla de dos periodos de crecimiento vegetativo en olivos, siendo el primero en primavera y el segundo en otoño, pero este último, de menor intensidad (Barranco et al., 2004). Por el contrario en este ensayo, el crecimiento entre los meses de marzo a mayo, en todos los tratamientos, presentó una disminución en la tasa, esto mismo lo señala Fichet y Prat (2013), quienes indican que este crecimiento es casi nulo o de magnitud muy limitada en Chile.

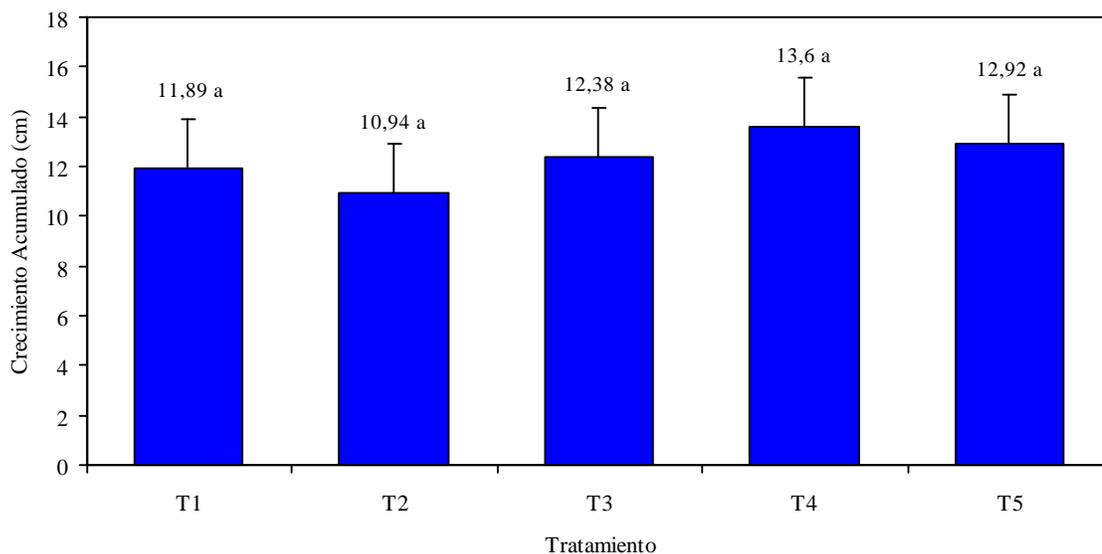


Figura 2. Crecimiento acumulado de brotes de olivo var. Picual sometidas a incisión de corteza en diferentes estadios de flor. Pelequén, Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Letras iguales no indican diferencias significativas entre Tratamientos ( $\alpha=0,05$ ).  $\pm$  DS.

El crecimiento acumulado no presentó diferencias significativas entre los tratamientos a pesar de obtener tasas de crecimiento diferentes entre ellos (Figura 2), lo que pudiese deberse a la variabilidad en los árboles muestreados como indica Lavee (2007). Además, Proebsting (1958), citado por Reginato y Camus (1993), correlacionó la producción por árbol con el largo de brotes, obteniendo una correlación negativa, es decir, que a mayor carga frutal, menor largo de brotes, en este ensayo no se pudieron observar diferencias entre los tratamientos en términos de eficiencia productiva y carga frutal, como más adelante se menciona (Cuadro 6), lo que confirma lo señalado por Rallo y Cuevas (2008).

### Corte histológico de yemas

Los primeros indicios de diferenciación floral en el meristemo, se comienzan a ver entre abril y mayo en el Hemisferio Norte, lo que se conoce como diferenciación floral (Rallo et al., 1994). Esto se observa con un ensanchamiento del ápice meristemático. Antes de ello, las yemas se mantienen vegetativas y no hay cambios aparentes en el meristema apical.

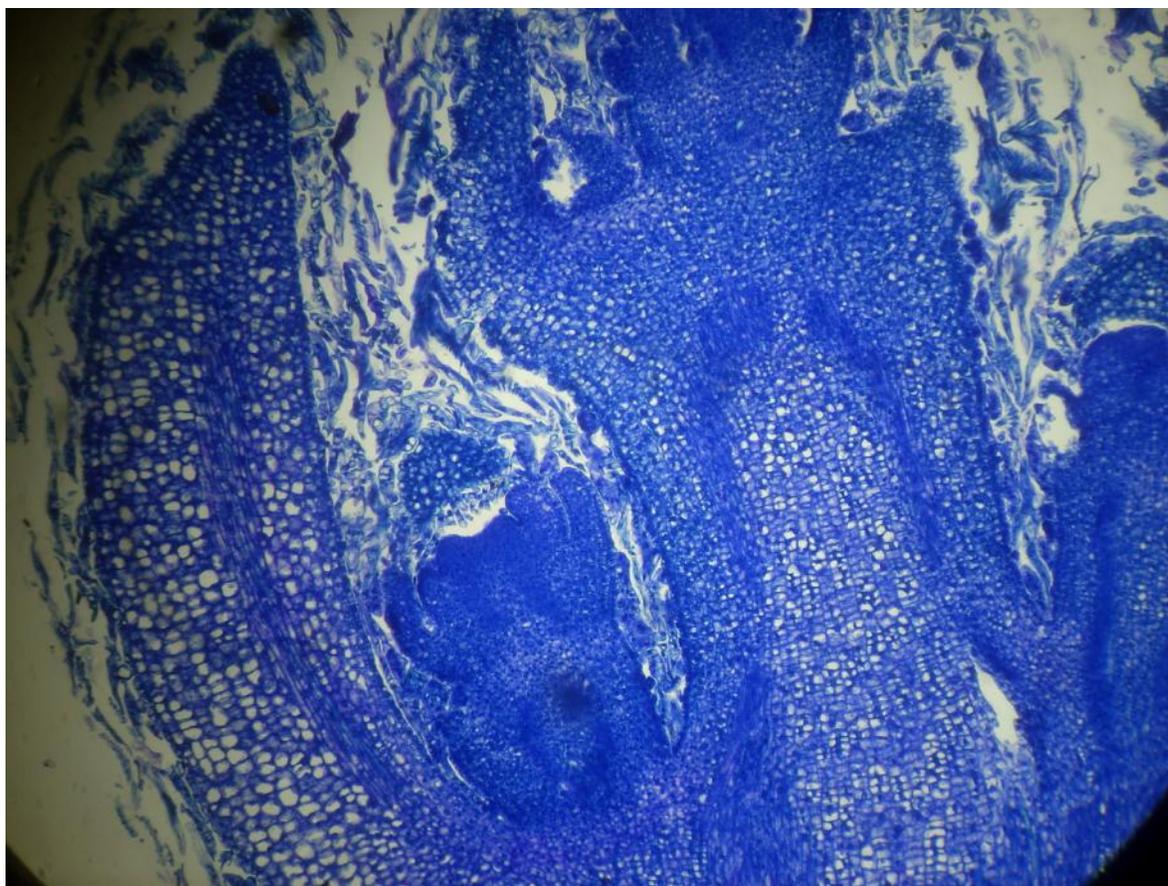


Figura 3. Yema de olivo, obtenida el 12 de septiembre de 2009 de una ramilla de exposición oeste del árbol para el tratamiento de incisión de corteza realizada en yema hinchada

Los primeros signos de diferenciación de la flor se apreciarían a partir del mes de febrero en el hemisferio norte, agosto en el hemisferio sur, Kitsaki et al. (2010), cuando secciones longitudinales del ápice meristemático muestran un ensanchamiento de éste, a una masa más o menos cónica. Hay que considerar que el olivo desarrolla inflorescencias con 10 a 40 flores cada una (Reale et al., 2009), por lo que es normal que el meristema apical tenga meristemas axilares que también estén desarrollando flores.

En la Figura 3 se puede observar una yema floral diferenciada en categoría D con surgimiento de estructuras reproductivas destinadas a la formación de ramillete floral, similar a lo observado por Kitsaki et al. (2010), la inflorescencia, tipo racimo, presentó un eje central del cual salen ramificaciones, por lo que paralelamente, con el crecimiento de la inflorescencia se van diferenciando las otras flores que se desprenden del mismo nudo floral (Fichet y Prat, 2013).

Según Fichet y Prat (2013), en la zona central de Chile tanto en Melipilla como en Talca, es posible observar todos los nudos que formarán las ramificaciones de la inflorescencia floral el 22 de septiembre, similar a lo observado en este trabajo (Figura 3).

En la Figura 4 se observa una yema floral diferenciada en categoría D, donde se ven las anteras con el polen ya formado.

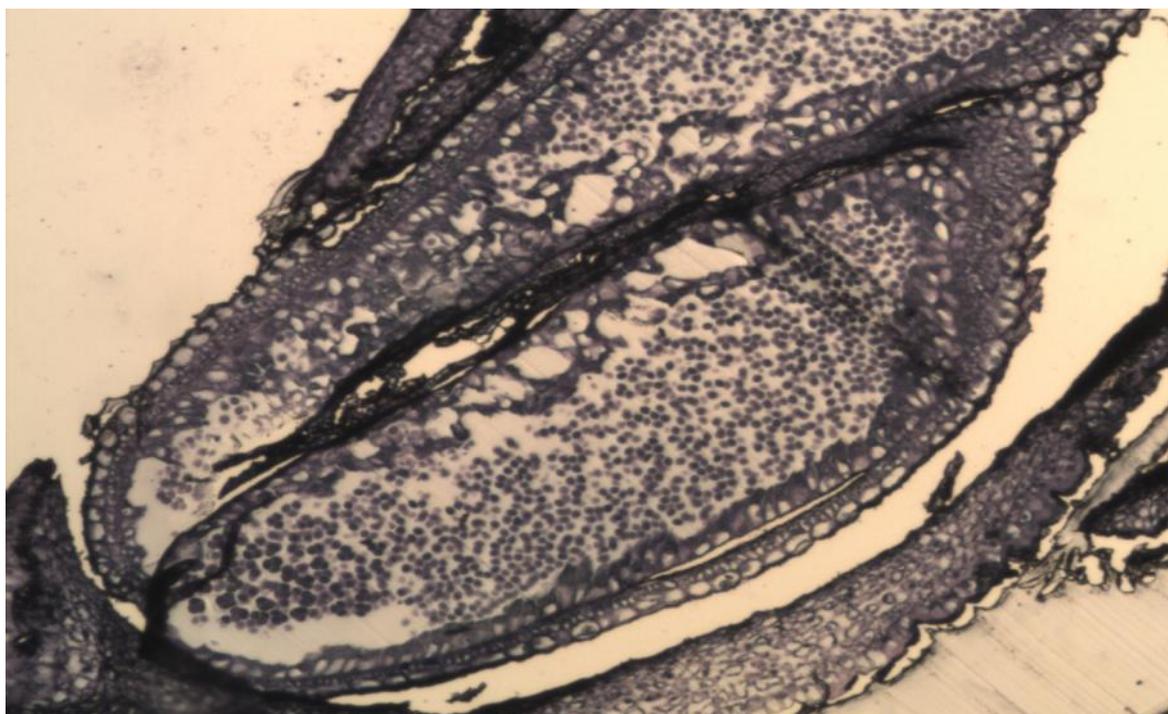


Figura 4. Yema de olivo, obtenida el 19 de octubre de 2009 de una ramilla de exposición oeste del árbol para el tratamiento de incisión de corteza realizada en ramillete expuesto.

### Conteo de flores

Fichet y Prat (2013), señalan que entre las regiones de Coquimbo y del Maule, la activación de la yema floral, y posterior crecimiento de la inflorescencia ocurre, generalmente, la última semana de agosto o la primera semana de septiembre, lo que se observa en la Figura 3. La plena floración en este ensayo se produjo a inicios de diciembre de 2009 (Cuadro 5), contrario a lo señalado por la literatura para la región, que debiese ser a mediados de noviembre (Hurtado et al., 2009), pero similar a lo señalado por Fichet y Prat (2013), que indicaron que la primavera del 2009 fue bastante fría, lo que retrasó la floración en más de 3 semanas.

Cuadro 5. Flores perfectas e imperfectas en olivo var. Picual sometidos a incisión de corteza en diferentes estadíos en la flor. Pelequén, Región del Libertador General Bernardo O'Higgins (5-12-2009).

Tratamiento	% flores perfectas	% flores imperfectas
T1	25,33	74,67
T2	30,58	69,42
T3	32,67	67,33
T4	24,17	75,83
T5	22,93	67,07
	N.S.	N.S.

NS: sin diferencias estadísticamente significativas.

Las fechas de incisión de corteza se realizaron entre septiembre y noviembre. Fichet y González (2011), han obtenido resultados contradictorios sin dejar claro la efectividad de la incisión de corteza sobre este proceso fisiológico en olivos.

Moreno-Alias et al. (2013), quienes realizaron un estudio para determinar la calidad de las flores en olivos variedad Picual, obtuvieron un 51,7% de flores perfectas, valor muy superior a lo observado en este ensayo y contrario a lo señalado por Rallo et al., (1994) quien indica que la variedad Picual presenta un 80 % de flores imperfectas, similar a lo obtenido en este trabajo en el que las flores perfectas bordearon el 20% (Cuadro 5). Lo cual pudiese deberse al estado nutricional de los olivos al momento de realizar el ensayo, puesto que si la incisión de corteza se realiza en árboles con déficit nutricional puede afectar negativamente la floración (Razeto, 2006).

Fichet y Gonzalez (2011), indican que para mejorar la diferenciación floral los mejores resultados, en la zona de Copiapó, se han obtenido realizando incisión de corteza entre los meses de agosto y principio de septiembre, a inicio de la elongación de la inflorescencia. En este trabajo ello ocurriría entre yema hinchada e inflorescencia expuesta, lo cual es contrario a lo observado (Cuadro 5), puesto que no se observaron diferencias entre los tratamientos, lo que indica que la incisión de corteza no mejoró las estructuras florales.

### Crecimiento de frutos

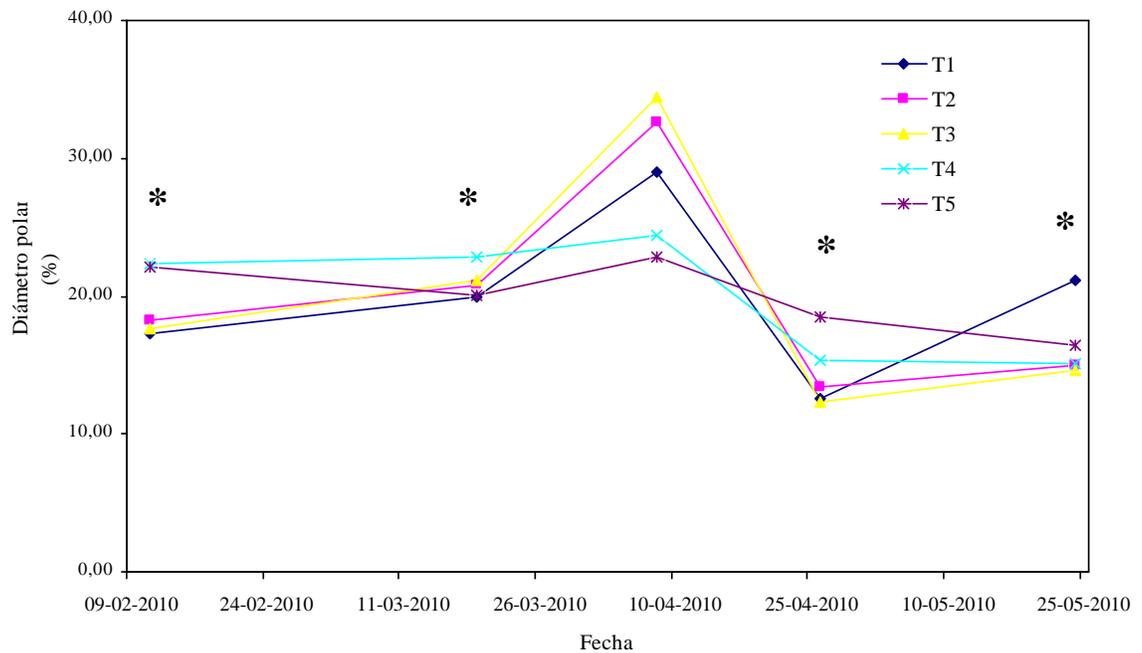


Figura 5. Tasa de crecimiento de frutos (%), expresado como diámetro polar, en olivo var. Picual sometidos a incisión de corteza en diferentes estadios de flor. (\*) indica que no existen diferencias significativas entre tratamientos para la prueba de Tukey  $\alpha=0,05$ .

En las figuras 5 y 6, se puede observar que la tasa de crecimiento del diámetro polar y ecuatorial, en todos los tratamientos, presentó un máximo a inicios de abril. Navarro (2009), en un ensayo sobre la ubicación del polinizante en olivos variedad Arbequina, observó que el fuerte crecimiento ecuatorial del fruto fue durante la primera quincena de enero, por otro lado entre los meses de febrero a marzo, el crecimiento quincenal fue cercano al 10%. Contrario a lo observado en el presente trabajo, donde la tasa de crecimiento ecuatorial del fruto se produjo a principios de abril (Figura 6), cuando el

crecimiento vegetativo ya es de menor intensidad, lo que corrobora la competencia de asimilados por parte del fruto como lo indican Rallo y Cuevas (2008).

En la Figura 5 es posible observar que sólo la medición a inicios de abril registró diferencias entre los tratamientos, donde T4 y T5 (incisión de corteza realizada a inicios de flor y plana flor respectivamente) presentaron el menor incremento en el diámetro polar (Cuadro 13, Apéndice I).

El tamaño del fruto es un factor crítico para la calidad de la aceituna de mesa, lo cual es distinto en la aceituna para aceite, donde lo que realmente interesa es el contenido de aceite del fruto. Según lo señalado por el Consejo Oleícola Internacional (1996), un factor clave para el tamaño definitivo de la oliva, es el número de frutos existentes en las primeras etapas de crecimiento, ya que en éstas se definirá el tamaño máximo potencial que pueden alcanzar. Así una alta carga frutal en el árbol, generará frutos de menor tamaño, mientras que una reducida carga, permitirá obtener frutos de un tamaño mayor. En este ensayo no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto a la carga frutal y eficiencia productiva (Cuadro 6), lo que indicaría que no existió efecto alguno de la incisión de corteza sobre la producción de fruta.

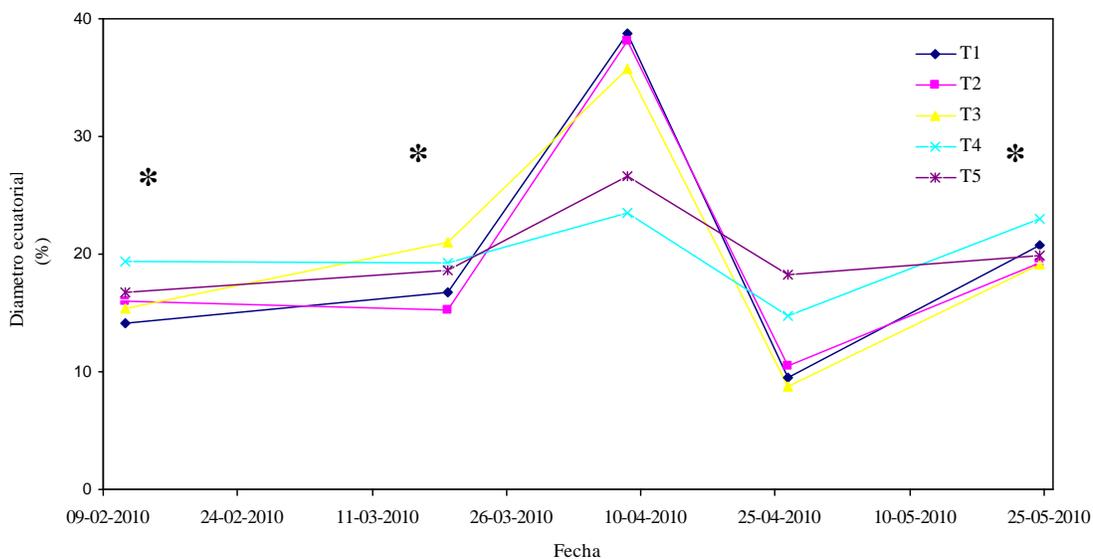


Figura 6. Tasa de crecimiento de frutos (%), expresado como diámetro ecuatorial, de olivo var Picual sometidos a incisión de corteza en diferentes estadios de flor. (\*) indica que no existen diferencias significativas entre tratamientos.

En la Figura 6 es posible observar que sólo las mediciones del mes de abril presentaron diferencias entre los tratamientos, T1 y T2 (testigo e incisión de corteza en yema hinchada respectivamente) registraron la mayor tasa de crecimiento ecuatorial del fruto a inicios de abril y la menor a fines de abril, T5 (incisión de corteza en plena flor) registró el incremento mayor en el crecimiento del diámetro ecuatorial del fruto a fines de abril (Cuadro 14, Apéndice II), esto pudiese deberse a la variabilidad en los árboles muestreados como indica Lavee (2007), o a un déficit nutricional en los árboles al momento de la incisión que afecta negativamente la floración como lo señala Razeto (2006).

### Índice de madurez

Un parámetro que puede, en general, indicar la evolución de la maduración del fruto es la variación el color del mismo (Barranco et al., 2004). Al momento de cosecha, el 24 de mayo de 2010, se analizó el grado de madurez de la fruta de acuerdo al índice de Ferreira (Beltrán et al., 2004) encontrándose diferencias entre la incisión de corteza realizada en Yema Hinchada (T2), que presentó el menor valor indicando que los frutos se encontraban más inmaduros que el tratamiento, (T4) realizado en Inicio de Flor que presentó un valor de índice de madurez cercano a lo óptimo (Figura 7). Como indicador de cosecha de manera visual el tratamiento de incisión de corteza, realizada en yema hinchada, visualmente aún se encontraría en estado de inmadurez.

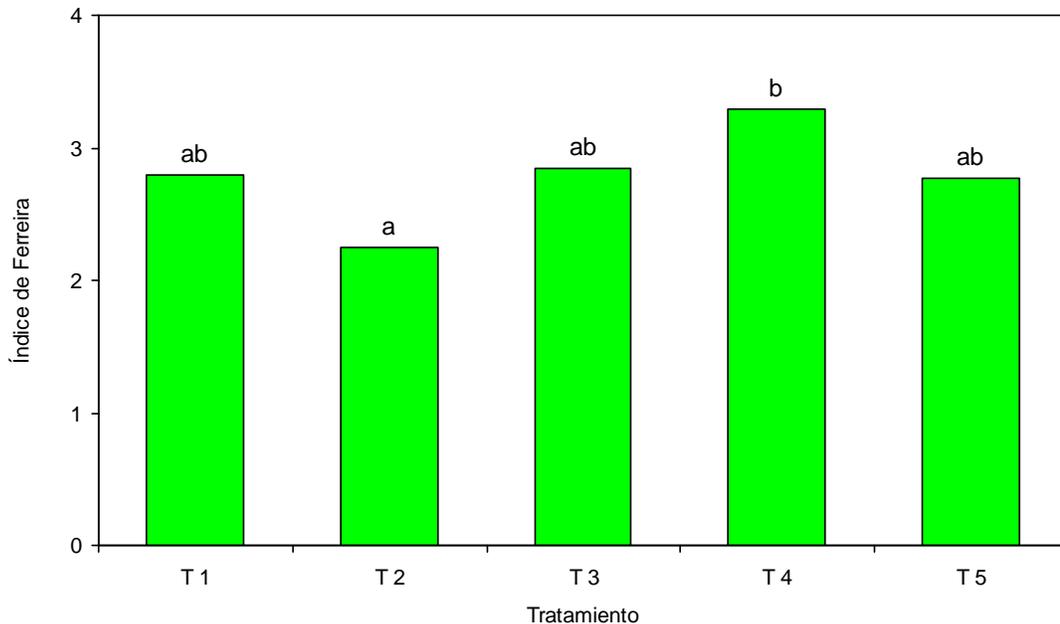


Figura 7. Índice de Ferreira al momento de cosecha (24 de mayo de 2010) de olivos var. Picual sometidos a incisión de corteza en diferentes estadios de flor. Letras distintas indican diferencias entre tratamientos ( $\alpha = 0,05$ ).

La incisión de corteza realizada a inicios de flor es el único, que al momento de cosecha, alcanzó un índice de Ferreira óptimo, cercano a 3,5 valor recomendado para los olivos aceiteros (Beltrán et al., 2004).

Fichet y Prat (2013), indican que una mayor producción frutal induce un menor calibre promedio de la fruta y un retraso en su coloración medido como índice de Ferreira. Lo mismo se observó en el presente trabajo donde T1 y T5 (testigo e incisión de corteza realizada en plena flor) presentaron el valor más alto en número de furos a pesar de no observarse diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos.

### **Producción**

Juan y Primo-Millo (1989), señalan que la incisión de corteza de troncos y ramas aumenta el cuajado, debido a la acumulación de carbohidratos y fitohormonas por encima de la incisión. Esto debido a que se interrumpe el transporte floemático hacia las raíces según señala Agusti et al. (2003). Estos mismos autores indican que la ejecución de la incisión de corteza desde anthesis hasta el final de la caída fisiológica, provoca un estímulo del crecimiento inicial del fruto, dando lugar a un retraso en la abscisión de frutitos en desarrollo y un aumento del número de los que persisten en el árbol. Contrario a lo observado en este trabajo, donde la incisión de corteza no afectó la producción puesto que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos.

Un factor de gran importancia, en la determinación del rendimiento productivo y del tamaño final alcanzado por la fruta, es la competencia entre órganos en desarrollo. Cuanto mayor es el número de frutos, mayor es la competencia entre ellos, tanto por elementos minerales como por productos de la fotosíntesis, lo que limita sus posibilidades de crecimiento, y por consiguiente, su tamaño final (Agustí et al., 2003).

Cuadro 6. Eficiencia productiva y carga frutal en olivos var. Picual sometidos a incisión de corteza en diferentes estadios de flor (24-05-2010).

Tratamiento	Kg de fruta por árbol	Eficiencia productiva (Kg de fruta cm <sup>-2</sup> ASTT)	Nº de frutos por árbol	Carga frutal (Nº frutos cm <sup>-2</sup> ASTT)
T1	12,75	0,08	4370	31,78
T2	11,43	0,09	3900	24,19
T3	11,29	0,10	3490	17,68
T4	7,99	0,06	2440	26,08
T5	13,60	0,11	4770	19,95
	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

NS: sin diferencias estadísticamente significativas.

Fichet (2013), realizó un estudio para evaluar el efecto de la incisión de corteza en tres estados diferentes del ramillete floral en olivos variedad Picual, donde el mayor efecto sobre la producción fue cuando se realizó la incisión de corteza en plena flor. Contrario a lo observado en este ensayo donde no hubo diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 6). Además, el número máximo de frutos que se registraron fue 5000 aproximadamente, valor muy inferior a los 7.000 frutos obtenidos por Fichet (2013) en su estudio, lo que significaría que los olivos se encuentran en año de baja (*off*).

Según Barranco et al. (2004), el número de frutos por ramilla es el resultado de los procesos vegetativos y reproductivos que acontecen a lo largo de un ciclo bienal. Dos características destacan en el olivo: a) el añerismo, es decir, la alternancia de años con mucha y con poca fruta y b) la masiva caída de flores y frutos en las 6 a 8 semanas que siguen a la floración. Razeto y Díaz de Valdés (2001), indican que al acumularse en la parte superior del anillo la savia elaborada, se incrementa la diferenciación de yemas, acelera la floración y aumenta la fructificación del sector donde la incisión se realizó, a diferencia de lo observado en el presente ensayo (Cuadro 6) los tratamientos con incisión de corteza y el testigo sin incisión no mostraron diferencias significativas entre sí, que pudiese hacer pensar que la incisión de corteza mejora la estructura floral y producción de fruta en olivos.

### Acumulación de aceite

En los cuadros 7 y 8, se muestra el contenido de aceite en base a peso fresco y seco en dos fechas, para los distintos tratamientos. No se observaron diferencias estadísticas significativas en ninguna de las fechas evaluadas. Beltrán et al. (2004), consideran que el

análisis de aceite, en base a materia seca, es el parámetro más eficiente para medir el contenido de aceite, dado que es el único que muestra una alta estabilidad después de un cierto periodo de tiempo, independiente del índice de madurez y las condiciones climáticas que imperen en un determinado lugar. En el presente trabajo, se pudo observar que ambos parámetros no mostraron diferencias entre los tratamientos, independiente al índice de madurez (Figura 6).

Cuadro 7. Porcentaje de humedad de pulpa y contenido de aceite en base a peso fresco y seco en frutos de olivo var. Picual el 10 de mayo de 2010 previo a cosecha sometidos a incisión de corteza en diferentes estadíos de flor.

Tratamiento	Humedad (%)	Contenido de aceite en base a peso fresco (%)	Contenido de aceite en base a peso seco (%)
T1	51,42 a	13,54	30,76
T2	56,02 ab	14,10	32,57
T3	70,74 b	13,88	31,66
T4	59,79 ab	14,47	30,21
T5	63,76 ab	13,82	32,57
		N.S.	N.S.

NS: sin diferencias estadísticamente significativas.

El contenido de humedad, en el tratamiento de incisión de corteza en inflorescencia expuesta (T3), fue el que presentó el valor más alto a diferencia del testigo (T1), sin incisión de corteza, que presentó el menor valor. En ambas fechas de evaluación se observó que el tratamiento con mayor contenido de humedad, en los frutos, coincidió con el menor contenido de aceite en base a peso fresco.

Cuadro 8. Porcentaje de humedad de pulpa y contenido de aceite en base a peso fresco y seco en frutos de olivo var. Picual, sometidos a incisión de corteza en diferentes estadíos de flor, cosechados el 24 de mayo de 2010

Tratamiento	Humedad (%)	Contenido de aceite en base a peso fresco (%)	Contenido de aceite en base a peso seco (%)
T1	47,64 a	17,98	40,21
T2	56,72 ab	16,96	41,44
T3	67,89 b	15,99	38,69
T4	57,14 ab	16,77	39,41
T5	62,42 b	16,73	40,72
		N.S.	N.S.

NS: sin diferencias estadísticamente significativas.

Con la incisión de corteza se busca mejorar la inducción floral, la diferenciación floral o la cuaja. Para promover la inducción floral, el período para realizarlo sería entre enero y abril, momento en que ocurre la inducción floral en olivos. Sin embargo, los resultados en esta especie frutal han sido contradictorios (Fichet, 2013). Para mejorar la diferenciación floral, en la zona de Pelequén, la incisión de corteza debe realizarse entre septiembre y octubre (Fichet, 2013).

Según lo anteriormente expuesto y bajo las condiciones de este trabajo, en el caso de los olivos variedad Picual, la incisión de corteza no tendría efecto significativo en el mejoramiento de la estructura floral y la producción de la fruta.

## Ensayo 2 (CPPU)

### Crecimiento de brotes

Los valores de crecimiento vegetativo, se obtuvieron quincenalmente desde el momento de yema hinchada. El incremento expresado en porcentaje, fue calculado en relación al crecimiento total del brote al momento de la cosecha.

Es importante mencionar que el 27 de febrero de 2010, ocurrió un terremoto en Chile desde la región Metropolitana hasta la región del Bío-Bío, cuya intensidad de 8,3 impidió el acceso al huerto ubicado al interior de Pelequén, es por ello que la evaluación programada para el 1 de marzo de 2010 no se pudo realizar.

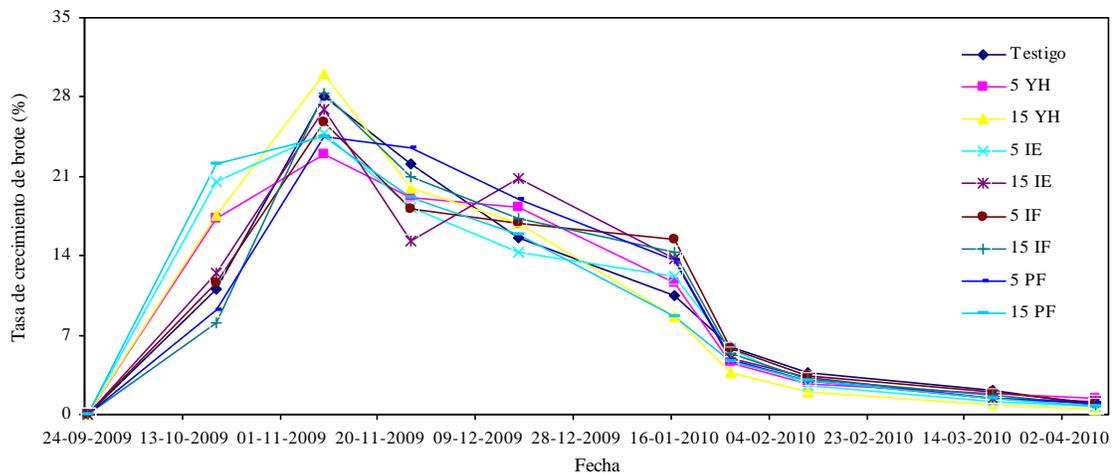


Figura 8. Tasa de crecimiento de brotes de olivo var. Picual con aplicaciones de CPPU en diferentes concentraciones y estadios en flor.

Cabe señalar que la tasa inicial del crecimiento vegetativo correspondió a la primera medición por lo que su valor fue cero en todos los tratamientos. Fichet y González (2011), señalan que en general, en las zonas Centro-Norte, Central y Centro-Sur de Chile, el período de mayor crecimiento de los brotes es entre los meses de diciembre y enero, contrario a lo observado en este ensayo (Figura 8). El crecimiento de otoño o post-estival, que ocurre en otros países oliveros como España (Pastor et al., 2001), prácticamente es nulo en Chile o de magnitud muy limitada y ocurre entre marzo y abril (Fichet y González, 2011), similar a lo observado en el presente trabajo (Figura 8).

En la Figura 8, se puede observar que la tasa de crecimiento de los brotes tuvo un alza significativa en el mes de noviembre, posterior al inicio de plena flor (9-11-2009), para luego disminuir paulatinamente hasta marzo, momento en el que el crecimiento de frutos presentó un máximo de crecimiento tanto polar como ecuatorial (figuras 12 y 13). Esto puede deberse a la competencia de asimilados y la demanda por parte de los frutos, ejerciendo éstos un efecto inhibitorio en el desarrollo de los brotes. Rallo y Cuevas (2008), señalan que la inhibición del crecimiento vegetativo se debe a la mayor capacidad que tienen los frutos en desarrollo para captar los asimilados de la planta. Otros autores han descrito esta interacción negativa entre el número de frutos y el desarrollo vegetativo (Reginato y Camus, 1993; Azcón-Bieto y Talón, 2000).

En el (Cuadro 15, Apéndice III) se observa que, entre el 19 de octubre de 2009 y el 26 de noviembre de 2010, hubo diferencias en el crecimiento vegetativo entre los tratamientos. El 19 de octubre el tratamiento 5 IE presentó la tasa de crecimiento más alta a diferencia de los tratamientos 5 PF y 15 PF que mostraron la tasa más baja, que no se explica por la competencia de asimilados durante el período de floración, dado que 15 PF presentó el menor número de flores perfectas (Cuadro 9) . El 9 de noviembre el tratamiento 15 IE presentó la tasa de crecimiento más alta y el 26 de noviembre el tratamiento que presentó la tasa más alta fue 15 IF, todo lo anterior se debe al desarrollo y crecimiento de los frutos, puesto que con posterioridad, la tasa de crecimiento disminuyó. Además, se observó que los tratamientos Testigo, 15 YH y 5 IF presentaron los crecimientos de brotes más bajos durante todo el período y también una baja eficiencia productiva (Cuadro 10) contrario a lo esperado, vale decir, si el crecimiento vegetativo es menor, la cantidad de fruta es mayor, así lo describe (Lara, 2010), en olivos variedad Coratina.

En la Figura 9 se observa que, el tratamiento 15 IF es el que presentó mayor crecimiento acumulado en el período, existiendo una marcada diferencia con el Testigo (sin aplicación).

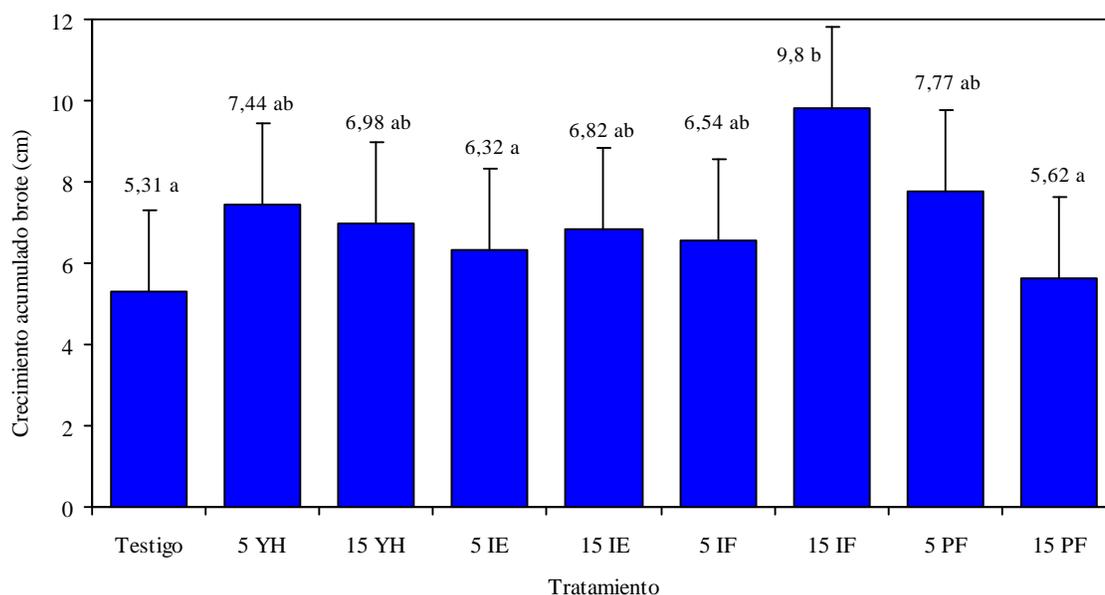


Figura 9. Crecimiento acumulado de brotes en olivo var. Picual con aplicaciones de CPPU en diferentes concentraciones y estadios en flor.  $\pm$  E. S. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos ( $\alpha = 0,05$ ).

Antognozzi y Proietti (1998), realizaron un ensayo con el fin de determinar el efecto de CPPU con tres concentraciones (20, 60 y 120 mg L<sup>-1</sup>) en olivos variedad Ascolana Tenera, quienes observaron que el crecimiento de brotes fue mayor en los tratamientos de 20 mg L<sup>-1</sup> CPPU. Similar a lo observado en el presente ensayo, donde 15 IF (15 mg L<sup>-1</sup>), obtuvo el crecimiento de brotes acumulado más alto. Muñoz (2008), señala que existe una interacción entre la carga frutal en el olivo y el crecimiento vegetativo, a mayor cantidad de fruta en el árbol, menor crecimiento vegetativo durante esa misma temporada. Sin embargo, en este estudio el tratamiento que presentó menos carga frutal fue el tratamiento 15 PF y no el tratamiento 15 IF que presentó mayor crecimiento acumulado (Figura 9).

### Corte histológico de yemas

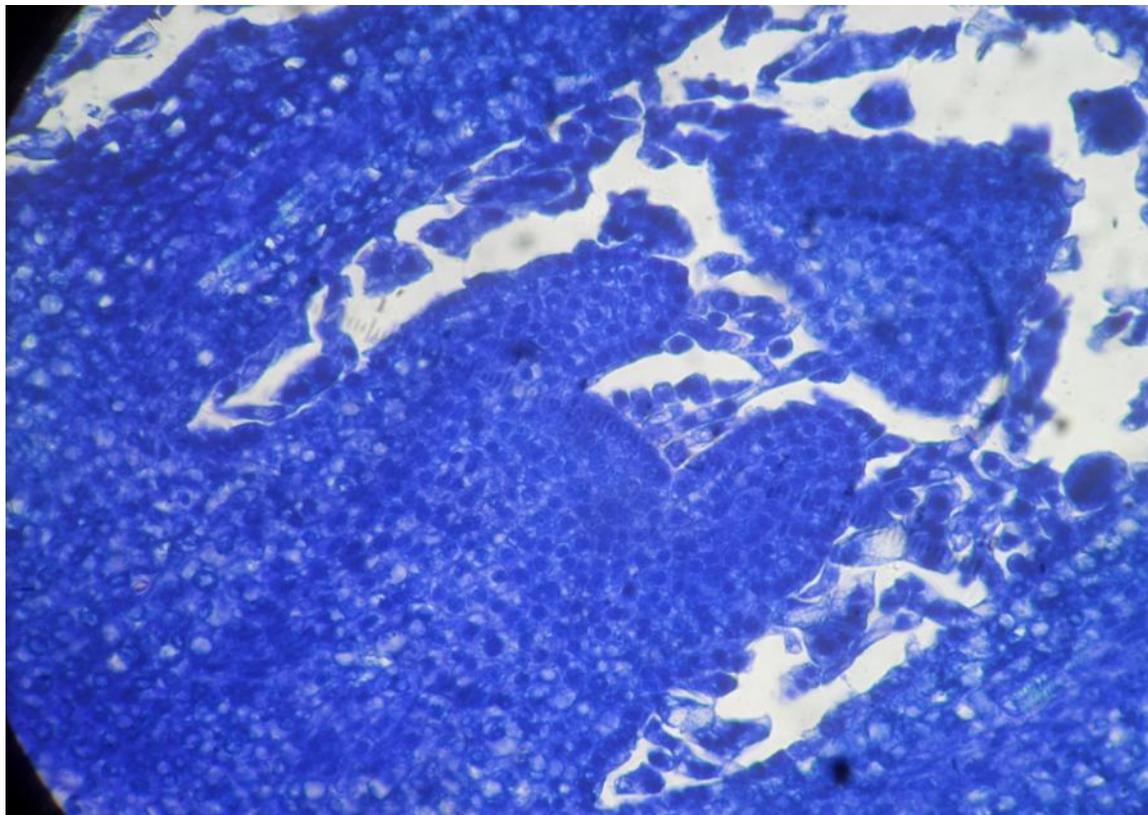


Figura 10. Yema de olivo, obtenida el 12 de septiembre de 2009 de una ramilla de exposición este del árbol para el tratamiento 5 YH, con signos de diferenciación.

Según Kitsaki et al. (2010), los primeros signos de diferenciación se apreciarían a partir del mes de febrero (agosto en el hemisferio sur). La diferenciación de las yemas florales se ha estudiado particularmente los aspectos morfológicos (Fabri y Alerci, 1999, citado por Andreini et al., 2008). Según Andreini et al. (2008), en marzo (septiembre en el hemisferio sur) un rápido aumento de la cúpula meristemática se hizo evidente y la emisión de la inflorescencia ocurrió un poco después. Esto mismo se puede observar en la Figura 10, donde hay desarrollo de futuras estructuras florales en la yema colectada el 12 de septiembre, encontrándose la yema en estado D según Castillo y Rapoport (2003), donde se observa la estructura del ápice floral. Dicho retraso en el desarrollo de la estructura pudiese deberse a las faltas de horas frío necesarias para la diferenciación como lo señala Kitsaki et al. (2010), la temperatura es de especial interés para la diferenciación de yemas florales de olivo y la formación de la inflorescencia o que la diferenciación floral varía de localidad en localidad, y de región en región, por lo que el comienzo de la diferenciación no tendría una fecha exacta (Cuevas et al., 1999).

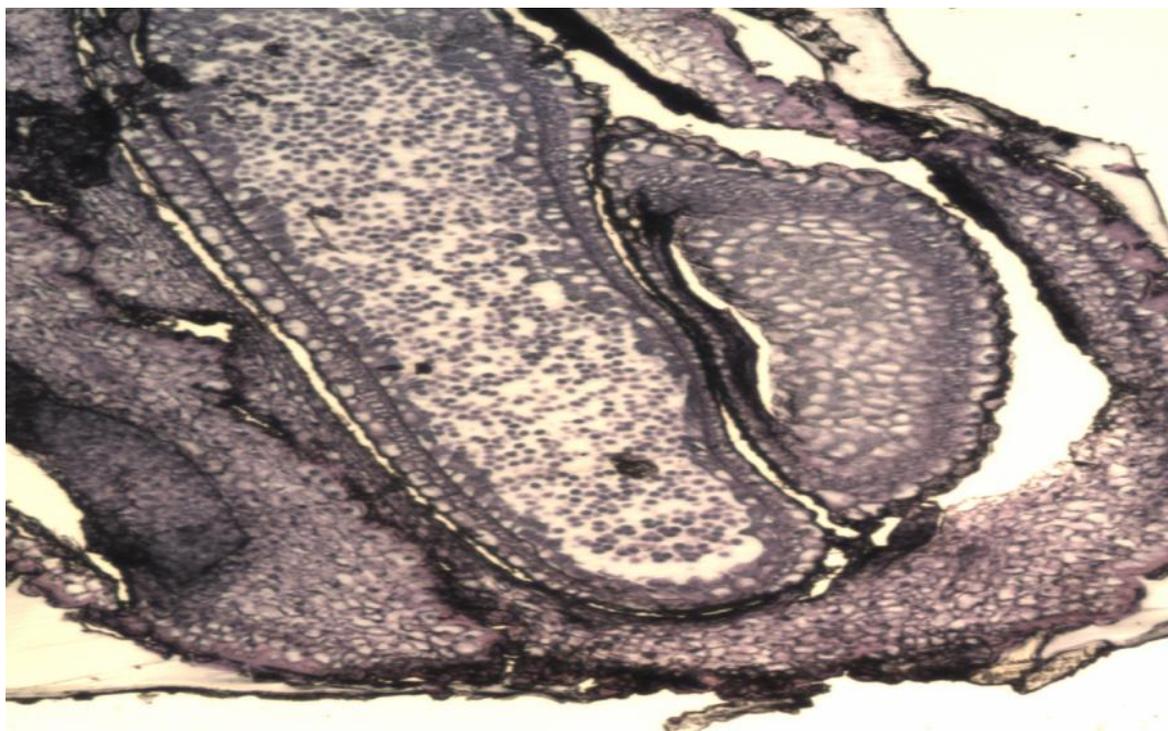


Figura 11. Yema de olivo, obtenida el 19 de octubre de 2009 de una ramilla de exposición este del árbol para el tratamiento 5 YH en ramillete expuesto.

En la Figura 11 se observa una yema floral diferenciada en categoría D, donde se ven las anteras ya formadas.

### Conteo de flores

La inflorescencia del olivo tiene entre 4 y 30 flores, de las cuales hay flores perfectas y flores masculinas, en estas últimas existe un aborto pistilar quedando funcionales sólo los estambres (Fichet, 2013). Generalmente, las flores hermafroditas son las primeras en abrir en una inflorescencia, posteriormente lo hacen las flores estaminíferas (Seifi et al., 2008). La proporción de flores perfectas y estaminíferas depende de la genética, las condiciones climáticas y del nivel de producción de frutos el año anterior (Lavee, 2007).

Los resultados del porcentaje de flores perfectas versus imperfectas muestran que la aplicación de 15 IE, presentó un 9% más que el testigo sin aplicación y un 12% superior a la aplicación de 15 PF y que la aplicación de 15 IE presentó un 63% de flores masculinas (Cuadro 9), porcentaje muy por debajo de lo que la literatura señala, donde el número de flores imperfectas en Picual es altísimo, sobre 80% (Rapoport y Rallo, 1991). Pero en este caso fue año de baja, por eso menos flores imperfectas. Según Andreini et al., (2008), la primera fase de la diferenciación floral, caracterizado por el ARN y la acumulación de

citoquinina, se produciría en el verano (julio en el hemisferio norte, enero en el hemisferio sur) y la segunda en diciembre (junio en el hemisferio sur), lo que parece estar conectado con la regularidad de la diferenciación floral mejorando estructuras florales, lo que se puede observar en el Cuadro 9, donde el tratamiento 15 IE registró la mayor cantidad de flores perfectas.

Cuadro 9. Flores perfectas e imperfectas en olivo var. Picual tratadas con CPPU en diferentes concentraciones y estadios en flor (05-12-2009).

Tratamiento	flores perfectas (%)	flores imperfectas (%)
Testigo	28,35 ab	71,65 ab
5 YH	29,91 ab	70,09 ab
15 YH	26,54 ab	73,46 ab
5 IE	31,61 ab	68,39 ab
15 IE	37,49 b	62,51 a
5 IF	31,96 ab	68,04 ab
15 IF	30,58 ab	69,42 ab
5 PF	23,27 ab	76,73 b
15 PF	25,45 a	74,55 ab

Letras distintas por columna indican diferencias significativas entre tratamientos ( $\alpha=0,05$ ).

En general, el porcentaje de flores estaminíferas o masculinas es bajo en olivos, en torno a un 4 a 6% (Fichet y González, 2011). Moreno-Alfás et al. (2013), en un estudio en olivos variedad Picual reportaron un 51,7 % de flores perfectas, valor muy superior a lo registrado en el presente trabajo y contrario a lo señalado por Rapoport y Rallo, (1991), lo que pudiera deberse a que los árboles se encontraban con algún tipo de estrés como un déficit nutricional (Razeto, 2006).

Un árbol de olivo adulto produce 500.000 flores, 1% a 2% que se transforman en fruta. (Lavee et al., 1996, citado por Seifi et al., 2008). Esto es seguido por una rápida caída de los frutos que sigue a una tasa decreciente hasta 6 a 7 semanas después de plena flor. La abscisión de flores y frutas es responsable por el pequeño porcentaje de frutos retenidos entre 1 a 2% (Rallo et al., 1994). La abscisión afecta principalmente a las flores en las que los pistilos son incapaces de alcanzar un determinado tamaño, lo que sugiere que la competencia para el suministro de nutrientes entre los frutos en desarrollo, entre los frutos y

otras regiones de crecimiento activo, desempeña un papel importante en la abscisión de flores perfectas (Cuevas et al., 1999). En el Cuadro 9 se observó que el tratamiento 15 IE presentó el más alto porcentaje de flores perfectas, lo que no se vio reflejado en los números de fruto, ni kilogramos de fruta (Cuadro 10), al momento de cosecha, lo cual se explicaría por una caída considerable en las flores perfectas de este tratamiento que estaban mal formadas o que no habían sido polinizadas.

### **Crecimiento de frutos**

El crecimiento de la oliva es muy prolongado, extendiéndose durante 6 a 7 meses (Sudzuki, 2006). Se realizó un seguimiento del diámetro polar y ecuatorial (figuras 12 y 13), de manera quincenal, a partir del 9-02-2009, una vez ocurrido el estado fenológico de endurecimiento de carozo, según Sudzuki (2006). Esta etapa marca el inicio de la fase tres en la curva de crecimiento del fruto, caracterizado por un rápido incremento de tamaño de la oliva debido al aumento de volumen de las células de la pulpa (Hermoso et al., 2001).

Las figuras 12 y 13 muestran el incremento en el diámetro polar y ecuatorial del fruto, respectivamente, expresado en porcentaje. En ambos parámetros, la máxima tasa de crecimiento se alcanzó a mediados de marzo, similar a lo observado por Lara (2010), pero no así en anillados.

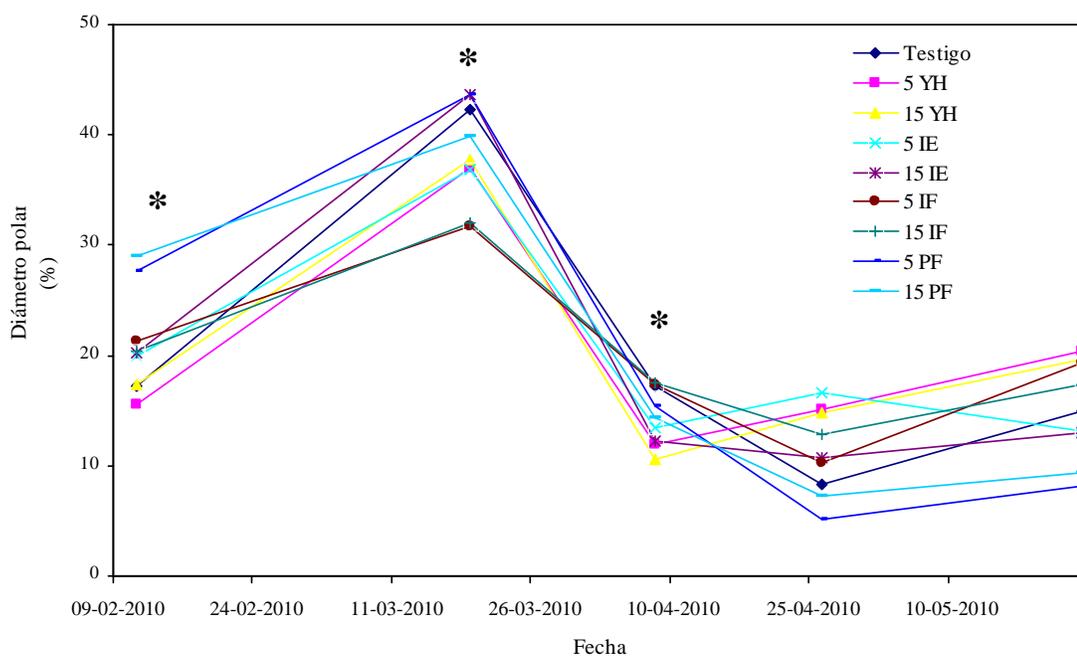


Figura 12. Tasa de crecimiento de frutos (%) medido como, diámetro polar, en olivo var. Picual con aplicaciones de CPPU en diferentes concentraciones y estadios en flor. (\*) indica que no existen diferencias significativas entre tratamientos.

Todos los tratamientos presentaron la máxima tasa de crecimiento polar y ecuatorial, del fruto, durante el mes de marzo, momento en el cual el crecimiento de brotes fue muy bajo (Figura 8), lo que demuestra que en la competencia por asimilados, es el fruto el que se ve favorecido. Además, en cuanto al diámetro polar, se apreció que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos (Figura 12), en las mediciones realizadas desde febrero hasta mediados de marzo (Cuadro 16, Apéndice IV), donde se mostró que los tratamientos 5 PF y 15 PF, en los meses de abril y mayo, presentaron la menor tasa de crecimiento de fruto, lo que se ve reflejado al momento de cosecha donde ambos tratamientos obtuvieron el menor número de frutos y kilogramos de fruta entre todos los tratamientos, lo que pudiese deberse a que ya ha comenzado la apertura de las flores, por lo que no se puede mejorar estructura floral cuando la floración está iniciando o en plena floración (Cuadro 10).

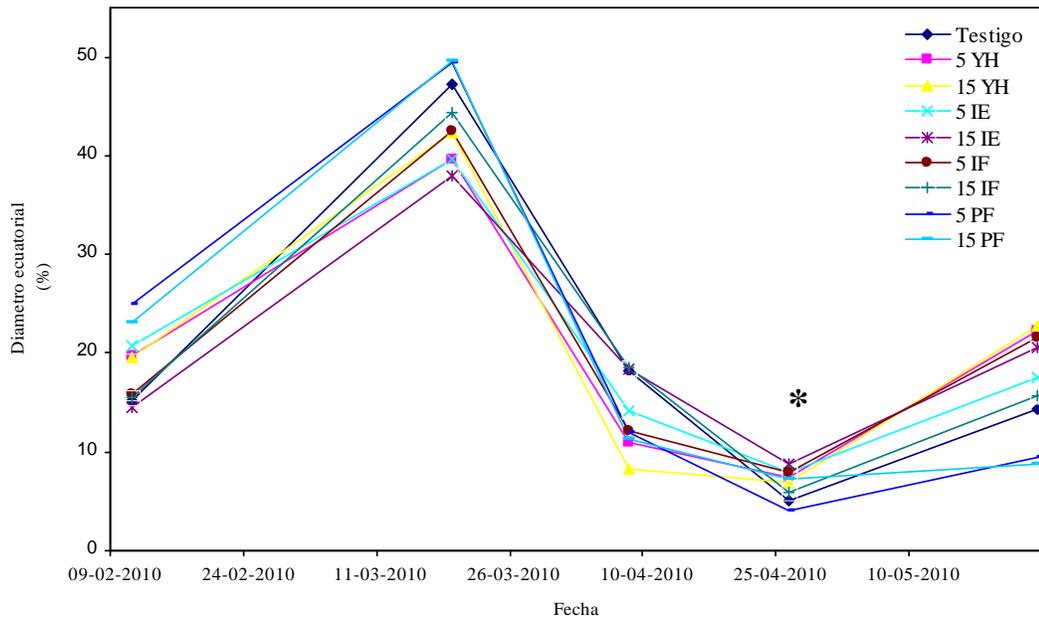


Figura 13. Tasa de crecimiento de frutos (%) medido como, diámetro ecuatorial, de olivo var. Picual con aplicaciones de CPPU en diferentes concentraciones y estadios en flor. (\*) indica que no existen diferencias significativas entre tratamientos.

Tratamientos foliares de CPPU en olivos de mesa, causó un aumento significativo en el tamaño y peso promedio del fruto sin modificar las características cualitativas de las drupas (Antognozzi y Poietti, 1998). Rosati et al. (2010), indican que la competencia entre los frutos se produce al principio, posiblemente ya en floración.

Al igual que en la tasa de crecimiento polar, el crecimiento ecuatorial (Figura 13) presentó la mínima tasa de crecimiento con un máximo a fines de abril, donde no hubo diferencias entre los tratamientos. Sin embargo, el tratamiento 5 PF (Cuadro 17, Apéndice V), mostró la tasa de crecimiento ecuatorial mayor en marzo, pero en mayo fue el tratamiento que obtuvo el valor más bajo.

### Índice de madurez

Los frutos de olivo son de color verde. Su coloración se debe a la presencia de clorofila en la fruta. Al comenzar la madurez, la actividad fotosintética del fruto disminuye y la clorofila tiende a desaparecer. Un parámetro que puede indicar evolución de la maduración del fruto es la variación de color en él. La aceituna, que al principio tiene color verde, vira a un color violáceo intenso (Barranco et al., 2004).

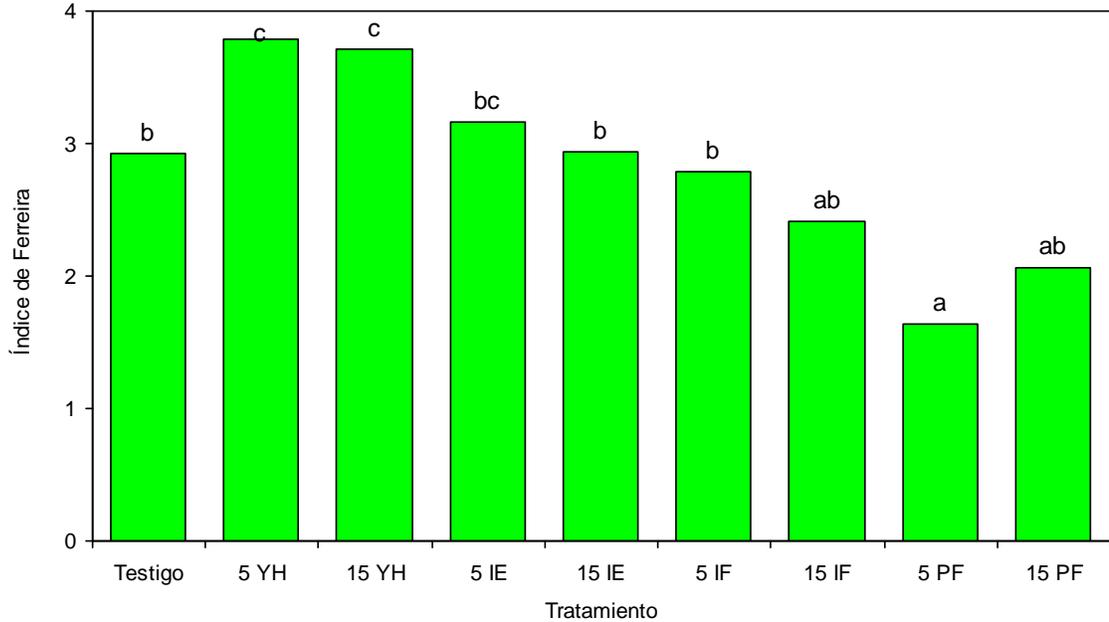


Figura 14. Índice de Ferreira al momento de cosecha (24 de mayo de 2010) de olivos var. Picual, tratados con aplicaciones de CPPU en diferentes concentraciones y estadíos en flor. Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

Al momento de cosecha, llevada a cabo el 24 de mayo de 2010, se analizó el grado de madurez de la fruta de acuerdo al índice de Ferreira, encontrándose diferencias entre el tratamiento 5 PF, con un índice de madurez cercano a 2, lo que indica que los frutos estaban inmaduros (Barranco et al., 2004) y de color verde en comparación al tratamiento 5 YH y 15 YH, que presentaron un índice de madurez cercano a 4 lo que indicaría que los frutos estaban sobremaduros (Barranco et al., 2004), para el nivel requerido por los oliveros productores de aceite que cosechan con un índice de madurez de 3,5 (Consejo Oleícola Internacional, 1996). El nivel de carga de los árboles retrasa la maduración (Barranco et al., 2004). Lo anterior es contrario a lo apreciado en la Figura 14, donde el tratamiento 5 PF que obtuvo un índice más bajo, cercano a 2, obtuvo la eficiencia productiva y carga frutal más baja entre los tratamientos (Cuadro 10).

## **Producción**

Es pertinente mejorar la diferenciación floral, altamente demandante de fotoasimilados, mediante el uso de citoquininas que aumentan el poder sumidero del órgano donde han sido aplicadas (Yuan y Greene, 2000; Li et al., 2010, citados por Fichet, 2013).

La eficiencia productiva, permite medir la producción de un árbol, eliminando la influencia del tamaño de éste. El diámetro del árbol llevado a una medida de superficie, permite calcular la producción de fruta en términos de  $\text{kg cm}^{-2}$  área de sección transversal de tronco (Westwood, 1982). De este modo, la eficiencia productiva puede ser utilizada para comparar distintos tratamientos.

Un índice para la carga frutal, muy utilizado actualmente, es la cantidad de fruta en relación al área de sección transversal del tronco. Esta medida se sustenta en el hecho que la sección transversal del tronco es un excelente indicador del tamaño del árbol y posee una alta relación con el área foliar correspondiente a este tronco (Razeto, 2006).

En términos productivos, como eficiencia productiva y la carga frutal, la aplicación de 5 YH fue el tratamiento que indujo mayor eficiencia productiva y carga frutal (Cuadro 10). En cambio los tratamientos 15 YH, 15 IF, 5 PF y 15 PF mostraron una eficiencia productiva baja e igual al testigo sin aplicación. En cuanto a la carga frutal, los tratamientos 5 PF y 15 PF presentaron el valor más bajo, sobretodo en el tratamiento 15 PF que su carga frutal fue muy por debajo del valor obtenido en el testigo. Contrario a lo que señalan Antognozzi y Prioetti (1998), que el CPPU fue muy eficaz en mejorar el tamaño del fruto, los mejores resultados se obtuvieron con  $20 \text{ mg L}^{-1}$ , aunque en concentraciones de 60 y  $120 \text{ mg L}^{-1}$ , causó una ligera reducción en el rendimiento por árbol, lo que pudiese deberse a una intoxicación de las flores con CPPU por la concentración aplicada.

Cuadro 10. Eficiencia productiva y carga frutal en olivos var. Picual con aplicaciones de CPPU en diferentes concentraciones y estadios florales (24-05-2010).

Tratamiento	Kg de fruta	Eficiencia productiva	Nº frutos	Carga frutal
[CPPU mg·L <sup>-1</sup> y estadio floral]	por árbol	(Kg de fruta cm <sup>-2</sup> ASTT)	por árbol	(Nº frutos cm <sup>-2</sup> ASTT)
Testigo	7,35 ab	0,06 a	2140 ab	16,33 ab
5 YH	16,04 b	0,13 b	5050 b	41,01 b
15 YH	7,57 ab	0,06 a	2361 ab	19,21 ab
5 IE	10,02 ab	0,07 ab	3093 ab	22,00 ab
15 IE	10,23 ab	0,08 ab	3719 ab	31,67 ab
5 IF	9,29 ab	0,07 ab	3222 ab	23,62 ab
15 IF	7,50 ab	0,05 a	2705 ab	20,18 ab
5 PF	6,08 a	0,04 a	1762 ab	10,11 a
15 PF	3,87 a	0,02 a	1001 a	5,92 a

Letras distintas por columna indican diferencias significativas entre tratamientos (  $\alpha = 0,05$ ).

En el Cuadro 10 se puede observar que el tratamiento 5 YH, fue el que presentó mayor número de frutos y más alta cantidad de kilogramos en comparación al tratamiento 15 PF donde se observaron resultados muy por debajo del testigo.

Por lo tanto, el efecto de CPPU es mayor en la citocinesis en lugar de la ampliación de células. Fichet (2013), realizó un ensayo con tres tratamientos de 40 mg L<sup>-1</sup> de benciladenina (citoquinina) en distintos momentos: inflorescencia expuesta, entre inflorescencia expuesta e inicio de cuaja, inicio de cuaja; con el fin de determinar el efecto sobre el número de frutos a cosecha en olivos variedad Leccino en la región de Valparaíso. Observó que la aplicación de citoquininas en inflorescencia expuesta y repetido a inicio de cuaja presentó el mayor número de frutos y kilogramos de fruta por árbol, lo cual es contradictorio con lo observado en el presente trabajo, donde los tratamientos 5 PF y 15 PF fueron los tratamientos que mostraron los valores más bajos de número de frutos y kilogramos de fruta por árbol para una sola aplicación.

### Acumulación de aceite

Los principales componentes de la aceituna madura son el agua y el aceite. En la pulpa se encuentra más del 95% del total del aceite contenido en la aceituna (Barranco et al., 2004).

Cuadro 11. Porcentaje de humedad en la pulpa y contenido de aceite en base a peso fresco y seco en frutos de olivo var. Picual tratados con aplicaciones de CPPU en diferentes concentraciones y estadios florales (10 de mayo de 2010).

Tratamiento [CPPU mg·L <sup>-1</sup> ] y estadio floral	Humedad (%)	Contenido de aceite en base a peso fresco (%)	Contenido de aceite en base a peso seco (%)
Testigo	61,93	17,65	45,61
5 YH	60,56	18,12	45,89
15 YH	59,20	18,53	45,63
5 IE	61,93	17,37	45,67
15 IE	60,93	18,37	47,05
5 IF	61,20	19,12	49,09
15 IF	62,91	16,75	44,31
5 PF	60,11	18,42	49,86
15 PF	62,99	16,91	43,11
	N.S.	N.S.	N.S.

NS: sin diferencias estadísticamente significativas.

En cuanto al contenido de aceite no se apreciaron diferencias significativas entre los tratamientos en ambas fechas de muestreo de frutos (cuadros 11 y 12). Esto fue similar con respecto al contenido de humedad donde no se observaron diferencias entre los tratamientos. Esto indica que bajo estas condiciones las aplicaciones de CPPU no afectaron los niveles de humedad y aceite del fruto, independiente de su fecha de aplicación, ni la fecha de cosecha de los frutos. Sin embargo, el contenido de aceite aumentó en todos los tratamientos al momento de cosecha como se aprecia en los cuadros 11 y 12.

Al momento de cosecha, las aceitunas que se les aplicó CPPU tuvieron una humedad casi 7% más alto que el tratamiento testigo (Antognozzi y Prioetti, 1995), contrario a lo obtenido en este ensayo donde el contenido de humedad no presentó diferencias entre los tratamientos.

Cuadro 12. Porcentaje de humedad en la pulpa y contenido de aceite en base a peso fresco y seco en frutos de olivo var. Picual con aplicaciones de CPPU en diferentes concentraciones y estadíos florales (24 de mayo de 2010).

Tratamiento [CPPU mg·L <sup>-1</sup> ] y estadío floral	Humedad (%)	Contenido de aceite en base a peso fresco (%)	Contenido de aceite en base a peso seco (%)
T1	58,97	19,87	48,40
T2	58,57	21,50	51,66
T3	56,33	20,60	48,09
T4	57,77	18,87	48,40
T5	60,21	20,67	52,89
T6	59,51	19,63	47,43
T7	59,83	21,22	51,68
T8	60,74	20,17	46,06
T9	61,19	18,43	48,05
	N.S.	N.S.	N.S.

NS: sin diferencias estadísticamente significativas.

García y Mancha (1992), demostraron que en la variedad Picual, se inicia un aumento exponencial de la síntesis de lípidos en la sexta semana del crecimiento del fruto y la actividad biosintética fue significativamente superior a la variedad Gordal. Según Barranco et al. (2004), la variedad Picual presenta contenidos de aceite, en base a peso fresco cercanos a 22,1%. Esto coincide con lo registrado en el momento de cosecha donde los valores se acercaron mucho a lo señalado por estos autores.

## CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en ambos ensayos y a las condiciones en que se realizó este estudio, considerando las características de cada uno de los tratamientos, se puede concluir que:

- La incisión de corteza en diferentes estadios de la floración no mejoran la estructura floral, maduración y producción de fruta.
- El CPPU no afecta la madurez de los frutos.
- Las concentraciones ensayadas de CPPU, en general, no mejoran la estructura floral, maduración y producción de fruta.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Agusti, M. 2000. Citricultura. Mundi-Prensa. Madrid, España. 416p.
- Agusti, M.; A Martínez-Fuentes; C. Mesejo; M. Juan y V. Almela. 2003. Cuajado y desarrollo de los frutos cítricos. Valencia. Generalitat Valenciana, Serie Divulgación Técnica
- Andreini, L.; A. Bartolino; D. Guivarc'h, and C. Vitagliano. 2008. Histological and immunohistochemical Studies on flower induction in the olive tree (*Olea europaea* L.). *Plant Biology*, 10: 588-595.
- Antognozzi, E. and P. Prioetti. 1998. Effects of CPPU (Cytokinin) on table olive trees (cv. Ascolana Tenera) under nonirrigated and irrigated conditions. *Acta Horticulturae*, 379: 159-166.
- Azcón-Bieto y M. Talón. 2000. Fundamentos de fisiología vegetal. Ed. Ediciones Universitarias, Barcelona, España. 522 p.
- Barranco, D.; R. Fernández-Escobar, y L. Rallo. 2004. El cultivo del olivo, Quinta edición. Editorial Mundiprensa. Madrid, España. 800 p.
- Beltrán, G.; C. Del Río; S. Sánchez and L. Martínez. 2004. Influence of Harvest date and crop yield on the fatty acid composition of virgin olive oils from cv. Picual. *J. Agric. Food Chem*, 52: 3434-3440.
- Castillo, F. y H. Rapoport. 2003. Caracterización morfológica de estados de desarrollo en la yema del olivo (*Olea europaea* L.). *Actas de Horticultura*, 39: 262-263.
- Colbrant, P. et P. Fabre. 1975. Stades repères de l'oliver. In: L' Olivier. Ed. R. Maillard. Invuflec, Paris. 24-25.
- Consejo Oleícola Internacional. (C.O.I.), 1996. Enciclopedia mundial del olivo. Serveis Editorials Estudi Balms, S.L. Barcelona, España. 479 p.
- Cuevas, J.; K. Piney and V. Polito. 1999. Flower differentiation, pistilo development and pistilo abortion in olive (*Olea europaea* L. "Manzanillo"). *Acta Horticulturae*, 474: 293-296.
- Fichet, T. 2004. Proceso fisiológico de la cuaja en cítricos. *Rev. Aconex* (Chile) 82: 5-10.

- Fichet, T. y C. González. 2011. Manejo de la carga frutal en olivos. (cap. 2, pp. 23-51). En: Fichet, T; B. Razeto y T. Curkovic (ed.). El Olivo: Estudio agronómico en la Región de Atacama. Santiago, Chile: (Series Ciencias Agronómicas N° 16). 171 p.
- Fichet, T. y L. Prat. 2013. Comportamiento fenológico del olivo en Chile. (cap. 1, pp.15-38). En: Fichet, T y J. L. Henríquez (ed.). Aportes al conocimiento del cultivo del olivo en Chile. Santiago, Chile: (Series Ciencias Agronómicas N° 21). 264 p.
- Fichet, T. 2013. Manejo de la carga frutal y su relación con el añerismo. (cap 2, pp 41-70). En: Fichet, T y J. L. Henríquez (ed.). Aportes al conocimiento del cultivo del olivo en Chile. Santiago, Chile: (Series Ciencias Agronómicas N° 21). 264 p.
- García., J. M. y M. Mancha. 1992. Evolución de la biosíntesis de lípidos durante la maduración de las variedades de aceituna “Picual” y “Gordal”. *Consejo Superior de Investigaciones Científicas*, 43(5): 277-280.
- Gonzalez, D.; J. Melgares De Aguilar; C. Chocano y R. Urena. 2003. Influencia del rayado de ramas en el aumento de calibre de clementina variedad Marisol en cultivo ecológico. Actas de Horticultura del X Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas. España. 31-32.
- Hermoso, M.; M. Uceda; L. Frías y G. Beltrán. 2001. Maduración. (cap.6 , pp. 153-159). En: Barranco, D., R. Fernández-Escobar y L. Rallo (ed.). El cultivo del olivo. 4ta edición. Madrid, España. 724 p.
- Hurtado, M.; L., K. Estay y T. Fichet. 2009. Descripción de algunos estados fenológicos y caracterización del aceite de 5 variedades de olivo de la VI región de Chile. (cap 9, pp 189-214). En: Vilar, H. (ed.). Algunas contribuciones sobre olivicultura y elaiotecnia desde la perspectiva de la experiencia. Jaén, España. GEA Westfalia Separator.
- Juan, M. y E. Primo-Lillo. 1993. El cuajado del fruto en las nuevas variedades. *Levante Agrícola*, 322: 4-8.
- Kitsaki, C.; E. Andreadis and D. Bouranis. 2010. Developmental events in differentiating floral buds of four olive (*Olea europaea* L.) cultivars during late winter to early spring. *Flora*, 205: 599-607.
- 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. 43 p.
- Lavee, S. 1996. Biology and fisiology of the olive. World Olive Enciclopedia. International Olive Oil Council, Madrid, Spain. 256 p.
- Lavee, S. 2007. Biennial bearing in olive (*Olea europea*). *Annales Ser. Hist. Nat.*, 17 (1): 101-112.
- Loussert, R. y Brouuse, G. 1978. El Olivo. Editorial Mundiprensa. Madrid, España. 533p.

- Millela, A. 1961. Studies on flower and differentiation in the olive. *Studi. Sassur*, 9: 181-195.
- Moreno-Alías, I.; R. de la Rosa and H. Rapoport. 2013. Floral quality components of a new olive cultivar and its parents. *Scientia Horticulturae*, 154;17-19.
- 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. 28p.
- Navarro, C.; R. Fernández-Escobar and M. Benlloch. 1990. Flower bud induction in 'Manzanillo' olive. *Acta Horticulturae*, 286: 195-198.
- Navarro, J. 2009. Evaluación de la ubicación del polinizante 'FS-17' sobre el cuaje y producción de olivos 'Arbequina'. Memoria Ingeniero Agrónomo. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 44p.
- Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). 2004. Aceite de oliva: temporadas agrícolas 2003/04 y 2004/05. Ministerio de Agricultura. Disponible en: <http://www.odepa.gob.cl/servlet/articulos.ServletMostrarDetalle?idcla=2&idcat=4&idn>. Leído el 3 de junio del 2014.
- Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). 2010. Aceite de Oliva en Chile. Ministerios de Agricultura. Santiago. Chile. 11p.
- Pastor, M.; J. Hidalgo; V. Vega; J. Girona; L. Soria y F. Orgaz. 2001. Programación de riego en olivar. Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca. Colección Agricultura, Serie Olivicultura y Elaiotecnia. 108 p.
- Perica, S.; P. Brown; J. Connell; A. Nyomora; C. Dordas and H. Hu. 2001. Foliar Boron application improves flower fertility and fruit set of olive. *Hortscience*, 36(4): 714-716.
- Rallo, L.; P. Torreno; A. Vargas and J. Alvarado. 1994. Dormancy and alternate bearing in olive. *Acta Horticulturae*, 356: 127-136.
- Rallo, L. y J. Cuevas. 2008. Fructificación y producción. (cap. 5, 129-162). En: Barranco, D., M. Fernández-Escobar y L. Rallo. (ed.). El cultivo del olivo. Ediciones Mundiprensa. Andalucía, España. 780 p.
- Rapoport, H.; S. Hammami; P. Martins; O. Pérez-Priego and F. Orgaz. 2012. Influence of water deficits at different times during olive tree inflorescence and flower development. *Environmental and Experimental Botany*, 77: 227-233.
- Rapoport, H. y L. Rallo. 1991. Post-anthesis flower and fruit abscisión in the olive cultivar "Manzanillo". *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 116:720-723.

- Razeto, B y E. Díaz de Valdés. 2001. Efectos de la poda de verano y el anillado de corteza en chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.) var. Concha Lisa. *Agricultura Técnica* (Chile) 61 (2): 215-220.
- Razeto, B. 2006. Para entender la Fruticultura. Cuarta Edición. Ediciones Bruno Razeto. Chile. 518 p.
- Reale, L.; C. Sgromo; L. Ederli and S. Pasqualini. 2009. Morphological and cytological development and starch accumulation in hermaphrodite and staminate flowers of olive (*Olea europaea* L.). *Sex Plant Reprod*, 22: 109-119.
- Reginato, G. y J. L. Camus. 1993. Efecto de la intensidad de poda y edad del árbol sobre la producción y crecimiento vegetativo del duraznero variedad Angelus. *Investigación Agrícola*, 13 (1 y 2): 9-15.
- Rosati, A.; M. Zipancic; S. Caporali, and A. Paoletti, 2009. Fruit set is inversely related to flower and fruit weight in olive (*Olea europea* L.). *Scientia Horticulturae*, 122: 399-403.
- Seifi E.; J. Guerin; B. Kaiser and M. Sedgley. 2008. Inflorescence architecture in olive. *Scientia Horticulturae*, 116: 273-279.
- Stern, A.; R. Nen-Arie; O. Neira and M. Flashman. 2003. CPPU and BA increase fruit size of 'Royal Gala'(Malus domestica) apple in a warm climate. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 78(3): 297-302.
- Sudzuki, K. 2006. Fenología de cuatro variedades de olivo para aceite en la Comuna de Melipilla, Región Metropolitana. Memoria Ingeniero Agrónomo. Mención en fruticultura. Santiago. Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 28p.
- Ülger, S.; S. Sonmez; M. Karkacier; N. Ertoy; O. Akdesir and M. Aksu. 2004. Determination of endogenous hormones, sugars and mineral nutrition levels Turing the induction, initiation and differentiation stage and their effects on flower formation in olive. *Plant Growth Regulation*, 42: 89-95.
- Westwood, M. 1982. Fruticultura de zonas templadas. Ediciones Mundiprensa. Madrid, España. 461 p.

## ANEXOS Y APÉNDICES

## APÉNDICE I

Cuadro 13. Tasa de crecimiento de frutos (%), expresado como diámetro polar, en olivo var. Picual en diferentes tratamientos.

Tratamiento	11-02-10	19-03-10	08-04-10	26-04-10	24-05-10
T 1	17,3	19,9	29,0 ab	12,6	21,1
T 2	18,2	20,8	32,6 ab	13,4	15,0
T 3	17,6	21,1	34,4 b	12,3	14,6
T 4	22,3	22,8	24,4 a	15,4	15,1
T 5	22,1	20,1	22,9 a	18,5	16,4
	N.S.	N.S.		N.S.	N.S.

Letras distintas por columna indican diferencias significativas entre tratamientos ( $\alpha=0,05$ ).  
 NS: sin diferencias estadísticamente significativas.

## APÉNDICE II

Cuadro 14. Tasa de crecimiento de frutos (%), expresado como diámetro ecuatorial, en olivo var. Picual en diferentes tratamientos.

Tratamiento	11-02-10	19-03-10	08-04-10	26-04-10	24-05-10
T 1	14,1	16,8	38,8 c	9,5 a	20,8
T 2	16,0	15,2	38,1 c	10,5 a	19,2
T 3	15,4	21,0	35,8 bc	8,8 a	19,1
T 4	19,4	19,3	23,5 a	14,8 ab	23,0
T 5	16,7	18,6	26,6 ab	18,2 b	19,9
	N.S.	N.S.			N.S.

Letras distintas por columna indican diferencias significativas entre tratamientos ( $\alpha=0,05$ ).  
 NS: sin diferencias estadísticamente significativas.

## APÉNDICE III

Cuadro 15. Tasa de crecimiento de brotes de olivo var. Picual con aplicaciones de CPPU en diferentes concentraciones y estadios en la flor.

Tratamiento	19 Oct	9 Nov	26 Nov	17 Dic	16 Ene	27 Ene	11 Feb	19 Mar	8 Abr
Testigo	11,92 ab	32,23 b	14,88 a	17,57	10,80	6,09	3,55	2,07	0,88
5 YH	21,90 bc	14,48 a	19,83 ab	18,19	13,85	4,89	3,08	2,21	1,57
15 YH	18,28 abc	25,09 ab	21,33 ab	18,70	8,70	4,01	2,06	1,14	0,70
5 IE	22,93 c	22,46 ab	18,48 ab	14,19	11,99	5,88	2,49	1,18	0,39
15 IE	15,63 abc	31,15 b	13,52 a	17,40	11,38	5,52	3,13	1,50	0,79
5 IF	14,00 abc	16,53 a	24,79 ab	16,96	14,41	6,71	3,54	1,97	1,09
15 IF	9,05 a	16,48 a	30,14 b	19,02	13,26	5,98	3,35	1,91	0,81
5 PF	9,88 a	27,44 ab	22,48 ab	17,25	12,25	5,08	3,06	1,48	1,09
15 PF	22,64 c	23,18 ab	18,77 ab	15,59	9,59	4,77	3,13	1,61	0,72
				N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

Letras distintas por columna indican diferencias significativas entre tratamientos ( $\alpha=0,05$ ).  
NS: sin diferencias estadísticamente significativas.

## APÉNDICE IV

Cuadro 16. Tasa de crecimiento de frutos medido como, diámetro polar, en olivo var. Picual con aplicaciones de CPPU en diferentes concentraciones y estadíos en flor.

Tratamiento	11-02-2010	19-03-2010	08-04-2013	26-04-2010	24-05-2010
Testigo	17,2	42,3	17,2	8,3 ab	15,0 b
5 YH	15,5	37,0	12,0	15,1 b	20,4 b
15 YH	17,3	37,7	10,6	14,8 b	19,6 b
5 IE	20,0	36,8	13,5	16,6 b	13,2 ab
15 IE	20,3	43,6	12,3	10,7 ab	13,0 ab
5 IF	21,3	31,7	17,3	10,3 ab	19,3 b
15 IF	20,4	32	17,5	12,9 ab	17,3 b
5 PF	27,6	43,7	15,4	5,2 ab	8,1 a
15 PF	29	39,9	14,3	7,3 ab	9,4 ab
	N.S.	N.S.	N.S.		

Letras distintas por columna indican diferencias significativas entre tratamientos ( $\alpha=0,05$ ).  
NS: sin diferencias estadísticamente significativas.

**APÉNDICE V**

Cuadro 17. Tasa de crecimiento de frutos medido como, diámetro ecuatorial, en olivo var. Picual con aplicaciones de CPPU en diferentes concentraciones y estadíos en flor.

Tratamiento	11-02-2010	19-03-2010	08-04-2013	26-04-2010	24-05-2010
Testigo	15,2 a	47,2 ab	18,2 bc	5,0	14,3 ab
5 YH	19,7 ab	39,6 ab	10,9 ab	7,5	22,3 b
15 YH	19,6 ab	42,3 ab	8,2 a	7,0	22,8 b
5 IE	20,7 ab	39,6 ab	14,2 abc	8,0	17,6 ab
15 IE	14,5 ab	38,0 a	18,4 bc	8,7	20,5 b
5 IF	15,9 a	42,5 ab	12,1 abc	8,0	21,6 b
15 IF	15,5 a	44,4 ab	18,6 c	5,9	15,7 ab
5 PF	25,0 b	49,4 b	12,0 abc	4,1	9,5 a
15 PF	23,1 ab	49,6 b	11,3 ab	7,3	8,8 a
				N.S.	

Letras distintas por columna indican diferencias significativas entre tratamientos ( $\alpha=0,05$ ).  
NS: sin diferencias estadísticamente significativas.