

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

**INFLUENCIA DE LA INTENSIDAD DE PODA EN OLIVOS
VARIEDAD CORATINA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DEL
ACEITE DE OLIVA**

ANDREA PAZ MORALES CEPEDA

**Santiago - Chile
2011**

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

**INFLUENCIA DE LA INTENSIDAD DE PODA EN OLIVOS VARIEDAD
CORATINA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DEL ACEITE DE OLIVA**

**INFLUENCE OF PRUNING INTENSITY ON OLIVE TREES VARIETY
CORATINA ON THE OLIVE OIL CHARACTERISTICS**

ANDREA PAZ MORALES CEPEDA

**Santiago, Chile
2011**

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

INFLUENCIA DE LA INTENSIDAD DE PODA EN OLIVOS VARIEDAD CORATINA SOBRE LAS CARACTERISTICAS DEL ACEITE DE OLIVA

Memoria para optar al Título Profesional de
Ingeniero Agrónomo
Mención: Agroindustria

ANDREA PAZ MORALES CEPEDA

Profesores Guía	Calificaciones
Sra. María de la Luz Hurtado P. Ingeniero Agrónomo, Mg. Cs.	7,0
Sr. Thomas Fichet L. Ingeniero Agrónomo, Dr.	6,4
Profesores Evaluadores	
Sra. Elena Sepúlveda E. Ingeniero Agrónomo	6,8
Sr. Manuel Casanova P. Ingeniero Agrónomo, Mg. Sc.	7,0

Santiago - Chile
2011

ÍNDICE

RESUMEN	6
ABSTRACT	7
INTRODUCCIÓN	8
Objetivo	10
MATERIALES Y MÉTODO	11
Lugar de estudio	11
Materiales	11
Método	11
Variables agronómicas medidas a cosecha	13
Variables medidas a los frutos	13
Variables medidas a los aceites	14
Diseño experimental y Análisis estadístico	15
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
Variables agronómicas medidas a cosecha	16
Área de sección transversal de tronco	16
Carga frutal	16
Número de frutos por árbol	17
Eficiencia productiva	18
Variables medidas a los frutos	19
Curva de acumulación de aceite	19
Peso promedio del fruto	21
Tamaño del fruto	21
Relación pulpa/ carozo	22
Índice de madurez	22
Contenido de aceite del fruto	23
Contenido de Humedad del fruto	24
Polifenoles en pulpa pormenorizados por HPLC	24
Variables medidas a los aceites	
Acidez libre	27
Índice de Peróxido	27
Coeficiente de extinción ultravioleta	28
Polifenoles totales	29
Índice de Amargor (K225)	30
α - tocoferol	32

Polifenoles en aceite pormenorizados por HPLC	33
Capacidad antioxidante	35
Composición de ácidos grasos	38
Análisis sensorial	40
CONCLUSIONES	43
BIBLIOGRAFÍA	44
ANEXOS	50
Anexo I	50
Anexo II	51
APÉNDICES	52
Apéndice I	52

RESUMEN

La poda en los olivos se realiza, entre otros motivos, para manejar la alternancia de producción de los árboles ya que, afecta la disponibilidad de materia prima para la producción de aceite. Este estudio evaluó la influencia de la intensidad de poda sobre las características químicas y sensoriales del aceite de oliva variedad Coratina en dos huertos olivícolas. El estudio consideró a cada huerto como ensayos independientes entre sí y se utilizó una metodología común para ambos huertos. Se realizaron tres tratamientos: Sin poda (T1), 33,3% poda (T2) y 50% de poda (T3). Las mediciones al árbol fueron: área de sección transversal de tronco (ASTT), carga frutal, eficiencia productiva y número de frutos por árbol. Las mediciones realizadas a los frutos fueron: peso, tamaño, índice de madurez, relación pulpa/carozo, contenido de aceite y humedad de la pulpa y, polifenoles pormenorizados en pulpa por HPLC. Las variables medidas en los aceites fueron: acidez libre, índice de peróxidos, coeficiente de extinción UV, polifenoles totales, índice de amargor, contenido de α -tocoferol, polifenoles pormenorizados en aceite por HPLC, capacidad antioxidante, composición de ácidos grasos y evaluación sensorial. En ambos ensayos, las variables agronómicas carga frutal, eficiencia productiva y número de frutos por árbol se mostraron sensibles al manejo de la poda. En cuanto a las variables medidas a los frutos, peso, tamaño, índice de madurez y contenido de aceite de los frutos aumentaron conforme se intensificó la poda; el contenido de aceite y el contenido de humedad mostraron una relación inversa. Acidez libre, índice de peróxidos, coeficiente de extinción UV, contenido de α -tocoferol, polifenoles pormenorizados en aceite por HPLC y contenido de ácidos grasos no variaron de forma significativa entre los tratamientos. Polifenoles totales e índice de amargor mostraron un comportamiento similar entre sí en los tres tratamientos. La evaluación sensorial presentó mayores notas amargas en los aceites provenientes de árboles intensamente podados. La intensidad de poda influye en algunas características del aceite de oliva variedad Coratina, el que podría formar parte de aceites multivarietales debido a las características sensoriales que aporta como frutado, amargor y picante medio-altos, además de notas verdes otorgando mayor intensidad de sabor y aroma a aceites de otras variedades con características sensoriales menos intensas.

Palabras claves: Carga frutal, calidad, compuestos fenólicos.

ABSTRACT

Pruning in olive trees has as one of its objectives to manage alternate bearing, which is particularly damaging because of the intensity to manifest itself, affecting the availability of raw material for oil production. This study evaluated the influence of pruning intensity on the chemical and sensorial characteristics of the olive oil variety Coratina in two olive farms. The study considered each farm as an independent trial and used the same methodology in both farms. Three treatments were performed when the olive trees were in the phenological stage of “exposed bouquet”. Treatments were: (T1) control without pruning, (T2) 33,3% removal of one-year-old wood and (T3) 50% one-year-old wood. Tree measurements were: trunk cross- section area (TCA), fruit load, production efficiency, number of fruits per tree. Fruits measurements were: average weight, fruit size, maturity index, flesh/pit ratio, oil content, moisture content and polyphenols quantified by HPLC; olive oil measurements were: free acidity, peroxide value, UV extinction coefficient, total polyphenols content, bitterness index, α -tocopherol content, polyphenols quantified by HPLC, antioxidant capacity, fatty acid composition and sensorial evaluation. In both trials, agronomic variables fruit load, production efficiency and number of fruits per tree showed a sensitive response to pruning intensity. Fruit average weight, size, maturity index and fruit oil content increased as pruning was intensified; oil content and moisture content showed an inverse relation. About the oil, free acidity, peroxide value, UV extinction coefficient, α - tocopherol content, polyphenols quantified by HPLC and fatty acid composition did not vary in a significative way between treatments. Total polyphenols content and bitterness index had a similar behavior in the three treatments in both olive orchards. Sensorial evaluation revealed higher bitter notes in oils obtained from trees of treatment T3. Pruning intensity has influence on some variety Coratina olive oil characteristics and this olive oil could be used to be part of blends because of the sensorial characteristics that it presents.

Key words: Fruit load, quality, phenolic compounds.

INTRODUCCIÓN

El añerismo, conocido también como producción alternada o vecería, es inherente a la producción de aceitunas. En el caso de los olivos, es particularmente dañino por la intensidad que afecta tanto la continuidad del abastecimiento de aceituna de mesa en los distintos mercados como la disponibilidad de materia prima para la producción de aceite. La producción alternada en los olivos se asocia desde el punto de vista práctico a la carga frutal; desconociéndose en forma concreta los niveles críticos de la cantidad de aceituna para cada tipo de árbol, variedad y manejo en particular (Callejas, 2001).

Se entiende por poda la serie de operaciones aplicadas a los árboles, por las que se modifica la forma natural de su estructura, vigorizando o restringiendo el desarrollo de las ramas con el fin de darles forma y conseguir la máxima productividad, e incluso restaurar o renovar parte o totalidad del árbol (Guerrero, 2003).

Fichet y Tapia (2006) señalan que la labor de poda en olivos es clave para manejar el añerismo. En cuanto a la poda de producción, el objetivo es eliminar ramas de escaso desarrollo y mal ubicadas además de favorecer el crecimiento de nueva brotación. Mientras más ramillas de un año tiene el árbol, mayor será la producción y menor añerismo se tendrá en el olivar.

La poda permite regular las características de fructificación de una planta, por ejemplo atendiendo a la distribución de los frutos: aireación, cantidad de luz, etc. (Jamett *et al.* 2007). Al podar más intensamente se logra una disminución de la cantidad de frutos retenidos, lo que repercute en una menor eficiencia productiva, mayor acumulación de aceite por fruto y menor carga frutal a cosecha que en árboles no sometidos al manejo de poda (Muñoz, 2008). En los años en los que se prevea una producción excesiva, la poda debería limitar la cantidad de yemas florales mediante una adecuada poda de aclareo de ramas fructíferas durante el invierno anterior, lo que regulará la carga frutal en el árbol (García-Ortiz *et al.* 2008).

Es importante tener en cuenta que la poda representa una eliminación de la superficie foliar y una reducción inmediata de la fotosíntesis y de la producción. Con carácter general se puede afirmar que la poda reduce la cosecha de un árbol y en particular las podas de fructificación limitan los daños por sequía y aumentan el tamaño del fruto. El tamaño del fruto es una característica varietal determinada por el número de células, el tamaño de éstas y el volumen de los espacios intercelulares. En una determinada variedad el tamaño del fruto varía entre árboles en función fundamentalmente de la carga del árbol y de la disponibilidad de agua durante su crecimiento (Rallo y Cuevas, 2008).

Cabe destacar, que las operaciones de cultivo están dirigidas a conseguir mayor producción, un crecimiento armonioso del olivo y de sus frutos. Para que éstos se desarrollen bien y

alcancen el final de la etapa productiva con una correcta maduración, condición necesaria para la obtención de buenos aceites. En ocasiones es necesario sacrificar una parte de la producción para favorecer la calidad del aceite (Civantos, 1998).

Existe poca información sobre la influencia de la carga frutal en la calidad final del aceite de oliva. Sin embargo, investigaciones han demostrado que su calidad es estrictamente dependiente de la interacción variedad-ambiente y más específicamente del estado de madurez del fruto (Pannelli *et al.* 1990). El período de maduración de los olivos es variable, afectándose por condiciones climáticas y varietales, asimismo, un nivel alto de carga de los árboles retrasa la maduración, e incluso cuando la cosecha por rama es muy alta la biosíntesis de antocianinas en el fruto puede verse parcialmente inhibida (Beltrán *et al.* 2008).

En el fruto, la acumulación de aceite o lipogénesis comienza poco después del endurecimiento de carozo, coincidiendo con el crecimiento del fruto (Lavee, 1996, citado por Ortega *et al.* 2004). El rendimiento graso y sus componentes (número de frutos, peso promedio del fruto y concentración de aceite en el fruto) dependen de la carga frutal y de la relación fuente-receptáculo y son afectados por condiciones ambientales, manejo y la alternancia productiva típica de las especies (Trentacoste *et al.* 2010).

Para obtener aceite de oliva de calidad, es necesario efectuar oportunas intervenciones agronómicas con el objetivo de obtener un fruto sano, cosechado desde el árbol manual o mecánicamente en el momento justo de maduración (Bandino y Sedda, 2000). Cuando se obtiene por sistemas de elaboración adecuados y procede de frutos frescos y de buena calidad, sin defectos ni alteraciones, y con la adecuada madurez, el aceite posee excepcionales características organolépticas (Alba, 2008).

El aceite de oliva virgen debe ser obtenido del fruto únicamente por procedimientos mecánicos y en condiciones, especialmente térmicas, que no produzcan la alteración del aceite y que no haya tenido más tratamientos que el lavado de la fruta, centrifugación, y el filtrado del aceite (COI, 2003).

La experiencia demuestra que el deterioro del aceite de oliva virgen se produce exclusivamente como consecuencia de una manipulación defectuosa de los frutos, y de un proceso de elaboración mal conducido, y que las diversas variedades de aceitunas que se cultivan producen aceites con perfiles organolépticos diferentes (Alba, 2008).

Para efectos de este estudio se analizaron aceites monovarietales y frutos provenientes de la variedad Coratina, la cual en Chile, presenta un marcado problema de alternancia de producción, contrario a lo descrito por Barranco (2008), que la describe como una variedad de productividad elevada y relativamente constante.

La variedad Coratina se cultiva principalmente en la región de la Puglia, Italia y se le considera como una variedad de corte, que enriquece las mezclas de aceites por su alto

contenido de polifenoles. En Chile la plena floración se produce en noviembre y su cosecha es tardía, hacia fines de mayo. Produce un aceite amarillo, muy amargo y muy picante (FIA, 2004).

Considerando los antecedentes anteriormente señalados, se realizó una investigación cuyo objetivo fue:

- Determinar la influencia del grado de poda y por ende de la carga frutal, en la calidad química y sensorial del aceite de oliva de la variedad Coratina.

MATERIALES Y MÉTODO

Lugar del estudio

El estudio se realizó en dos huertos olivícolas. El primero correspondió al fundo El Oliveto ubicado en la localidad de Cholqui, comuna de Melipilla, Región Metropolitana, 33°48' latitud sur y 71°05' latitud oeste, perteneciente a Agrícola Valle Grande. Establecido en el año 1999, con un marco de plantación de 6 x 4 m y con un manejo orgánico.

El segundo huerto correspondió al fundo Los Lirios, ubicado en Camino a Comarico s/n, comuna de Ovalle, Región de Coquimbo, 30° 42' latitud sur y 71° 16' latitud oeste perteneciente a Agrícola Valle Arriba. Este huerto fue establecido en el año 2000, con un marco de plantación de 6 x 4,5 m y manejo convencional.

La extracción del aceite y los análisis a éste, se realizaron en el Laboratorio de Aceite de Oliva ubicado en el Departamento de Agroindustria y Enología de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

Materiales

El estudio se realizó con olivos de la variedad Coratina.

Para la extracción del aceite de oliva virgen se utilizó un equipo marca Oliomio, modelo "mini" de capacidad de 30 kg·h⁻¹, perteneciente al Departamento de Agroindustria y Enología de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

Para los análisis instrumentales de laboratorio se utilizaron los siguientes equipos: Espectrofotómetro ultra violeta marca Ray-Leigh, modelo UV-1600 UV/VIS, cromatógrafo de gases HP-5890 Serie II y cromatógrafo de líquidos de alta resolución (HPLC) marca Hewlett Packard-Agilent, modelo 1100.

Método

El estudio consideró a cada huerto como un ensayo independiente entre sí. Se utilizó una metodología común para ambos huertos, la que contempló igual tratamiento, procedimiento, variables a medir, diseño de experimento y análisis estadístico.

Tratamientos de poda:

Los tratamientos de poda se realizaron a fines del mes de septiembre, año 2008, durante el estado fenológico de ramillete expuesto, de modo de tener certeza que los árboles presentarían una alta carga frutal en la temporada. Se identificaron 9 árboles por fundo indicando a través de cintas marcadoras los correspondientes tratamientos y repeticiones.

Los tratamientos fueron:

Tratamiento 1 (T1): Control, sin poda.

Tratamiento 2 (T2): remoción de un 33,3% de madera, antes de la floración.

Tratamiento 3 (T3): remoción de un 50% de madera, antes de la floración.

Para graficar la curva de acumulación de aceite de la variedad Coratina, se realizaron toma de muestras de frutos, en terreno, cada 15 días luego de endurecimiento de carozo hasta cosecha (Cuadro 1). Posteriormente en el laboratorio, se utilizó el método de extracción Soxhlet (Frías *et al.* 2001).

La cosecha de las aceitunas se realizó en el mes de junio, año 2009, en forma manual por el sistema de ordeño y todos los árboles fueron cosechados al mismo tiempo en cada huerto. El índice de cosecha utilizado fue el Índice de Ferreira entre las clases 1 y 2, que corresponde a frutos con pieles verde amarillentas a pieles en inicios de envero (Beltrán *et al.* 2008) (Anexo I). Las fechas de cosecha se indican en el Cuadro 1. En esta instancia se realizó la caracterización de los frutos y además se midieron variables agronómicas al árbol. Es importante destacar que el índice de cosecha a utilizar sería el Índice de Ferreira entre 2 y 3, que corresponde al estado de pinta o madurez comercial (Beltrán *et al.* 2008) (Anexo I) y la fecha probable de cosecha se estimaba para el momento en que cualquiera de los tres tratamientos alcanzara primero dicho índice. Sin embargo pronósticos de heladas en el fundo El Oliveto (comuna de Melipilla) que podrían dañar a los frutos y por ende a la calidad del aceite, y problemas con el riego en el fundo Los Lirios (comuna de Ovalle) que podrían llevar a los olivos a experimentar un estrés hídrico no deseado, obligaron a tomar la decisión de cosechar inmediatamente luego de estas alertas en las fechas indicadas en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Fechas de cosecha de árboles variedad Coratina sometidos a diferentes tratamientos de poda en fundo El Oliveto y fundo Los Lirios.

Tratamiento	El Oliveto	Los Lirios
T1 Sin Poda	16 junio	25 junio
T2 33,3% Poda	16 junio	25 junio
T3 50% Poda	16 junio	25 junio

El transporte de las aceitunas desde el fundo El Oliveto y desde el fundo Los Lirios a la Facultad de Ciencias Agronómicas se realizó inmediatamente después de cosecha en cajas perforadas de 15 kg de capacidad.

La elaboración del aceite monovarietal se realizó al día siguiente del transporte. Para el proceso de extracción de aceite de oliva se utilizaron 20 kg de aceitunas por repetición y constó de las siguientes etapas: lavado de aceitunas, molienda en un molino de martillos, batido a 28 ± 1 °C por 40 minutos. La extracción del aceite se realizó en un “decanter” de 2 fases, con utilización de agua. Una vez obtenido el aceite, se recibió en un envase de 5 litros donde se dejó decantar hasta el día siguiente y luego se filtró y envasó en botellas de vidrio opaco de 0,25 litros. Durante los análisis los aceites se mantuvieron en oscuridad y bajo condiciones ambientales (15 a 20°C).

Variables agronómicas medidas a cosecha

- Área de sección transversal de tronco (ASTT): Se midió el perímetro del tronco a 20 cm sobre el nivel del suelo, el ASTT fue expresado en cm^2 . Para lo cual se utilizó la siguiente fórmula: $\text{Perímetro}^2/12,56$.
- Carga frutal: Se obtuvo a partir de la producción total del árbol, en relación al peso promedio del fruto de cada árbol y el ASTT de los árboles a cosecha. Fue expresada en número de frutos $\cdot \text{cm}^{-2}$ ASTT.
- Eficiencia productiva: Fue expresada en relación a la producción total por árbol y el ASTT a cosecha, expresándose como $\text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$ ASTT.
- Número de frutos por árbol: Conociendo el tamaño promedio de frutos y los kg totales, se obtuvo el número de frutos por árbol.

Variables medidas a los frutos

- Curva de acumulación de aceite: Se tomaron muestras compuestas de 100 frutos, cada 15 días desde endurecimiento de carozo hasta cosecha. Se les midió el contenido de aceite por el método Soxhlet (Frias *et al.* 2001).
- Peso promedio de los frutos: Se pesaron 50 frutos por árbol en una balanza digital de 0,1 g de sensibilidad y los valores que se obtuvieron se promediaron y su resultado se expresó en gramos.
- Tamaño del fruto: Se midió el diámetro ecuatorial y el diámetro polar de los frutos, con un pie de metro en una muestra de 25 frutos. Luego los valores obtenidos se promediaron y su resultado se expresó en centímetros.

- Índice de madurez: Se utilizó el índice de Ferreira. En la muestra de 100 frutos se separaron las aceitunas según su color en diferentes categorías, para luego determinar el índice de madurez (Beltrán *et al.* 2008) (Anexo I).
- Relación pulpa/carozo: Se tomaron 100 g de aceitunas, se separó la pulpa del carozo en forma manual. Luego se pesaron los carozos sin restos de pulpa en una balanza digital de 0,1 g de sensibilidad. La relación se expresó en gramos.
- Contenido de humedad de la pulpa: Se utilizó la pulpa obtenida en el punto anterior y la humedad se determinó por desecación en estufa a presión atmosférica a 70°C, hasta llegar a peso constante. El resultado se expresó en porcentaje de humedad (Sepúlveda, 1998).
- Contenido de aceite: Se utilizó el método de extracción de Soxhlet. Se utilizó la pulpa seca y éter de petróleo como solvente. El resultado se expresó en porcentaje de aceite en base materia seca (Frías *et al.* 2001).
- Polifenoles en pulpa pormenorizados por HPLC: Se midió en pulpa de aceituna y los resultados se expresaron en mg/kg (Peña- Neira *et al.* 2000).

Variables medidas a los aceites

- Acidez libre: Se determinó por titulación colorimétrica. El resultado se expresó en porcentaje de ácido oleico (Sepúlveda, 1998).
- Índice de peróxidos: Se determinó por Iodometría expresándose el resultado en miliequivalentes de oxígeno activo por kg de grasa (Sepúlveda, 1998).
- Coeficiente de extinción ultravioleta (K_{270} , K_{232} , y ΔK): Se midió en un espectrofotómetro ultra violeta marca RayLeigh, modelo UV-1600 UV/VIS, a longitud de onda de 232, 266, 270 y 274 nm (Frías *et al.* 2001).
- Polifenoles totales: Se determinaron por el método colorimétrico con el reactivo de Folin-Ciocalteu mediante espectrofotometría a 725 nm. El resultado fue expresado en ppm de ácido cafeico (Tsimidou, 1998).
- Índice de amargor (K_{225}): Se midió en un espectrofotómetro ultravioleta marca RayLeigh, modelo UV-1600 UV/VIS, a longitud de onda de 225 nm utilizando para la extracción de los compuestos amargos, columnas para cromatografía con relleno de Octadecyl C₁₈ (Gutiérrez y Perdiguero, 1992).

- α -Tocoferol por HPLC: El contenido de α -tocoferol del aceite se determinó mediante cromatografía líquida HPLC (IUPAC 2432), la absorción se midió a 296 nm. Los resultados fueron expresados en mg/kg (Gutiérrez y Perdiguero, 1992).
- Polifenoles en aceite pormenorizados por HPLC: Los resultados se expresaron en mg/kg (Peña- Neira *et al.* 2000).
- Capacidad antioxidante: Se determinó in vitro por el método DPPH, se midió en un espectrofotómetro marca RayLeigh UV-1600 UV/VIS, a longitud de onda de 520 nm por un tiempo total de 600 segundos (Huang *et al.* 2005).
- Composición de ácidos grasos: El contenido de ácidos grasos principales presentes en el aceite se determinó por cromatografía de gases utilizando un cromatógrafo HP-5890 Serie II. El resultado fue expresado en porcentaje (Frías *et al.* 2001).
- Análisis sensorial: Se realizó con un panel entrenado en aceite de oliva, utilizando una pauta estructurada. Se midieron atributos positivos como frutado, amargo, picante y atributos negativos como avinado, atrojado, rancio y moho (Anexo II).

Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño experimental fue en bloques completamente al azar, con 3 tratamientos, correspondientes a distintas intensidades de poda, y 3 repeticiones por tratamiento llegando a un total de 9 árboles por fundo. La unidad experimental correspondió al árbol. De cada árbol se cosechó la totalidad de su carga frutal.

Los resultados fueron analizados mediante análisis de varianza (ANDEVA), y por la prueba de comparaciones múltiples SNK (Student Newman Keuls) en el caso de haber diferencias significativas entre las medias de los tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variables agronómicas

Área de sección transversal de tronco (ASTT)

El área de sección transversal de tronco (ASTT) es una medida relacionada con el vigor de los árboles (Tous *et al.* 1998). Ramírez, (2007), observó en un estudio realizado en la variedad Arbequina que olivos considerados de alto vigor presentan perímetros de tronco mayores que olivos de bajo vigor.

En este estudio el área de sección transversal de tronco de los olivos del fundo El Oliveto no presentó diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 2) y sus valores fueron entre 205 y 212 cm² de ASTT, similares a los observados por Estay, (2009), en la variedades Blanqueta y Morrut en un estudio descriptivo de estados fenológicos y caracterización del aceite de oliva en cinco variedades de olivos.

En los árboles del fundo Los Lirios tampoco se presentaron diferencias estadísticamente significativas de ASTT (Cuadro 2).

Carga frutal

La carga frutal de los árboles estudiados en el ensayo del fundo El Oliveto (Cuadro 2) presentó una disminución significativa desde el tratamiento testigo al tratamiento de poda más intensa, el cual presentó una carga frutal 50% menor que el tratamiento T1 y proporcional a la cantidad de madera eliminada en la poda.

En los olivos del fundo Los Lirios se presentó una disminución significativa entre el tratamiento testigo y los tratamientos T2 y T3. Ambos tratamientos de poda no presentaron diferencias significativas. Los kilogramos cosechados en cada tratamiento se presentan en el Cuadro 3.

En ambos huertos los valores más altos fueron encontrados en los árboles no podados, 120 frutos cm⁻² ASTT en el fundo El Oliveto y 112 frutos cm⁻² ASTT en el fundo Los Lirios, dichos valores fueron menores a los observados por Muñoz, (2008). En árboles no podados, cuyo valor promedio fue de 177 frutos cm⁻² ASTT. En este estudio, al aumentar la intensidad de poda se obtienen menos frutos por árbol y por ende menores cargas frutales, lo que podría ser cuestionable desde el punto de vista económico por parte de los productores de aceite de oliva, ya que es importante resaltar que olivos no podados tienen una mayor producción acumulada en el tiempo¹ que árboles sometidos a poda.

Número de frutos por árbol

En los olivos del fundo El Oliveto, el número de frutos por árbol presentó diferencias significativas entre el tratamiento T3 (50% poda) y los tratamientos T1 y T2 (Cuadro 2). Se observó una diferencia de 11.626 frutos entre los olivos testigo y los de poda más intensa. García-Ortiz *et al.* (2008), señala que al podar, el número de posiciones fructíferas por árbol queda reducido de forma drástica y, por tanto, el número de frutos por árbol es menor. Además, describe gráficamente la relación inversa que existe entre el peso promedio del fruto y el número de aceitunas cuajadas en el olivo en un estudio realizado sobre la variedad Picual en la localidad española de Cañete de las Torres, Provincia de Córdoba. Dicha relación fue observada en el presente estudio (Cuadro 4) donde el peso del fruto aumentó conforme aumentaba la intensidad de poda.

En los olivos estudiados del fundo Los Lirios se observó una disminución significativa de la cantidad de frutos por árbol al podar, ya sea retirando un 33,3% de la madera o un 50% (Cuadro 2). Una elevada cantidad de frutos, normalmente, ocasiona menor crecimiento de brotes, debido a la gran cantidad de fotosintatos y minerales que consumen los frutos, además de inhibir la formación de yemas florales ocasionando una baja producción para el año siguiente (Razeto, 2006).

Cuadro 2. Variables agronómicas medidas a olivos podados de la variedad Coratina en fundo El Oliveto y fundo Los Lirios.

Fundo	Tratamiento	ASTT (cm ²)	Carga frutal (N° frutos/cm ² ASTT)	Número de frutos/árbol
El Oliveto	T1 Sin poda	205 a	120 b	24.021 b
	T2 33,3% poda	212 a	90 ab	18.961 b
	T3 50% poda	206 a	62 a	12.395 a
Los Lirios	T1 Sin poda	293 a	112 b	32.597 b
	T2 33,3% poda	335 a	76 a	24.982 a
	T3 50% poda	319 a	78 a	23.804 a

Valores seguidos verticalmente con igual letra no difieren estadísticamente (por fundo), según la prueba de comparaciones múltiples SNK ($p \leq 0,05$).

¹Thomas Fichet. 2010. Doctor Ingeniero Agrónomo, Universidad de Chile. (Comunicación personal). tfichet@uchile.cl

Eficiencia productiva

La eficiencia productiva permite medir y comparar la productividad de los árboles al considerar el tamaño de éstos (Westwood, 1982).

En los olivos del fundo El Oliveto la eficiencia productiva (Cuadro 3) disminuye significativamente desde el tratamiento testigo hacia el tratamiento de poda más intensa. Se observó que los árboles no podados resultaron ser productivamente más eficientes que los árboles sometidos a poda al presentar un valor más alto. Al no existir diferencias significativas en el ASTT, las variaciones de eficiencia productiva entre tratamientos podrían atribuirse a los kilogramos de fruta cosechados por árbol (Cuadro 3).

En los olivos del fundo Los Lirios fue posible observar que al aumentar la intensidad de poda existió una tendencia de los árboles a disminuir su eficiencia productiva aunque esta baja no fue significativa. Dicha tendencia (también observada en el ensayo del fundo El Oliveto) podría deberse a que la poda suprime parte del olivo y desequilibra la relación hoja/madera y hoja/ raíz, eliminando material productivo (Caballero, 2001).

Cuadro 3. Kilogramos de fruta cosechada y eficiencia productiva de olivos variedad Coratina sometidos a distintas intensidades de poda.

Fundo	Tratamiento	Kg de fruta cosechada/árbol	Eficiencia Productiva (kg/cm ² ASTT)
El Oliveto	T1 Sin poda	44,23 b	0,22 b
	T2 33,3% poda	35,79 ab	0,17 ab
	T3 50% poda	28,05 a	0,14 a
Los Lirios	T1 Sin poda	49,98 a	0,17 a
	T2 33,3% poda	43,78 a	0,13 a
	T3 50% poda	45,14 a	0,15 a

Valores seguidos verticalmente con igual letra no difieren estadísticamente (por fundo), según la prueba de comparaciones múltiples SNK ($p \leq 0,05$).

Variables medidas a los frutos

Curva de acumulación de aceite

La acumulación de aceite en el fruto se produce en la pulpa y se inicia después del endurecimiento del carozo. Con el fin de eliminar la interferencia del agua cuando se expresa el contenido graso del fruto, y por tanto señalar de forma más exacta la evolución de la acumulación es aconsejable expresar el contenido de aceite en el fruto sobre materia seca (b.m.s) para así evitar las oscilaciones del contenido graso que produce el agua como consecuencia de las condiciones climáticas (Beltrán *et al.* 2008).

En las Figuras 1 y 2 se presentan las curvas de acumulación de aceite (b.m.s) en los frutos desde endurecimiento de carozo (5 de febrero 2009, fecha a la cual los frutos de ambos huertos habían iniciado el endurecimiento de carozo) a cosecha (16 de junio 2009 para el ensayo del fundo El Oliveto y 25 de junio 2009 para el ensayo del fundo Los Lirios).

En la Figura 1 es posible observar la evolución del contenido de aceite en el fruto, donde el mayor contenido graso del tratamiento T3 fue superior a los tratamientos T1 y T2 en todas las fechas de muestreo. Al inicio del período de muestreo los contenidos de aceite en los frutos fue de 6,11 % (T1), 6,64 % (T2), y 8,80 % (T3), mientras que al término (cosecha) los contenidos fueron 42,31 % (T1), 40,39 % (T2), y 46,48 % (T3).

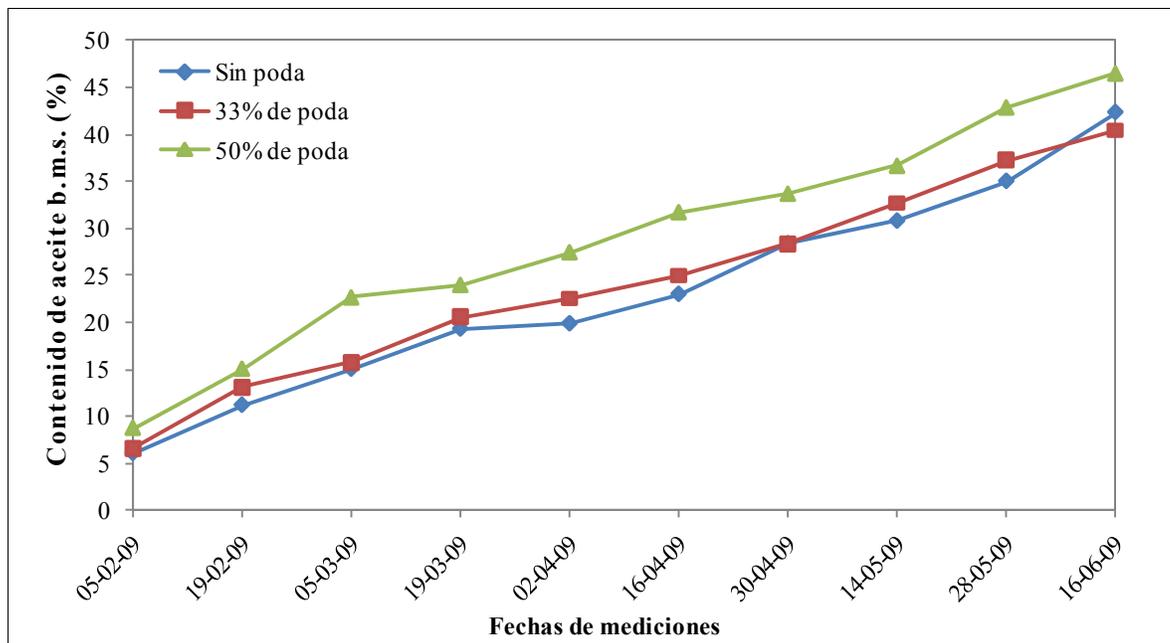


Figura 1. Curva de acumulación de aceite (base materia seca) en olivos de la variedad Coratina sometidos a poda en fundo El Oliveto.

La Figura 2, muestra la evolución en el contenido de aceite de los frutos (b.m.s), donde se observa que las curvas de acumulación de los tres tratamientos mostraron un aumento en el contenido graso de la aceitunas durante el período de muestreo, siendo los frutos provenientes de olivos podados más intensamente, tratamiento T3, los que presentaron un contenido de aceite superior a los frutos de los tratamientos T1 y T2. Al inicio del período de muestreo los contenidos de aceite en los frutos fue de 10,65 % (T1), 11,57 % (T2), y 12,16 % (T3), mientras que al término (cosecha) los contenidos fueron 42,31 % (T1), 40,39 % (T2), y 46,48 % (T3).

Se podría deducir que la fecha de la cosecha, en ambos ensayos, no correspondió a la máxima acumulación de aceite, ya que los frutos de los tres tratamientos aún se encontraban en período de acumulación (síntesis de lípidos) (Figuras 1 y 2).

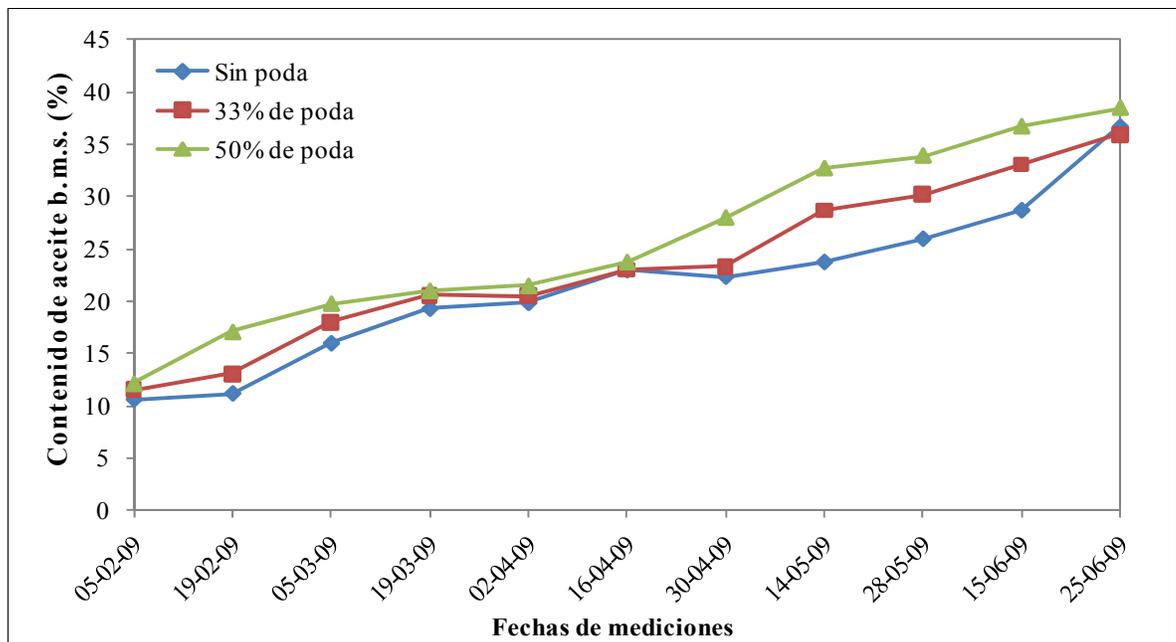


Figura 2. Curva de acumulación de aceite (base materia seca) en olivos de la variedad Coratina sometidos a poda en fundo Los Lirios.

Peso promedio del fruto

En el peso promedio de los frutos provenientes del fundo El Oliveto se observó que, al verse disminuido el número de frutos en el árbol por efecto de la poda (Cuadro 2), el peso del fruto aumentó (Cuadro 4), siendo este aumento significativo cuando los árboles fueron sometidos a una poda intensa (50% remoción madera). Este comportamiento fue el mismo que presentó el peso promedio de los frutos del fundo Los Lirios y coincide con lo señalado por García-Ortiz *et al.* (2008) y por Ramírez y Rallo (2001), que en el olivo existe una relación inversa entre el peso medio de las olivas y el número de aceitunas por árbol.

Los valores de peso promedio de los frutos del fundo El Oliveto estuvieron entre 1,84 g y 2,25 g, mientras que los frutos del fundo Los Lirios fluctuaron entre 1,53 g y 1,90 g. Estos resultados mostraron pesos de fruto inferiores a los observados por González (2009a), en un estudio del efecto del riego deficitario controlado sobre cuatro variedades de olivos, en donde se presentaron pesos entre 2 g y 3 g para la variedad Coratina.

Tamaño del fruto

Con respecto al tamaño del fruto, Rallo y Cuevas, (2008), señalan que es una característica varietal y que además varía notablemente en función de la carga del árbol.

En el presente estudio, el tamaño del fruto fue descrito por sus componentes diámetro ecuatorial y diámetro polar cuyos valores son presentados en el Cuadro 4. El diámetro ecuatorial y polar de los frutos provenientes del fundo El Oliveto presentaron un aumento significativo desde el tratamiento testigo a los tratamientos T2 (33,3% poda) y T3 (50% poda), mientras que entre los tratamientos T2 y T3 no hubo diferencias significativas para ambas variables.

En los frutos del fundo Los Lirios, el diámetro ecuatorial no presentó diferencias significativas desde el tratamiento testigo al tratamiento T2 (33,3% poda), el cual a su vez, presentó un aumento significativo al aumentar la intensidad de la poda a un 50%. Con respecto al diámetro polar, no se observaron diferencias significativas.

Cabe destacar la tendencia que presentaron los frutos de ambos huertos, de aumentar su diámetro ecuatorial y su peso conforme aumentaba la intensidad de poda. Dicho comportamiento concuerda con el observado por Sudzuki (2006), quién describió una fuerte relación entre peso del fruto y diámetro ecuatorial en cuatro variedades de olivos ($R=0,97$ Coratina; $R=0,98$ Arbequina, Frantoio y Leccino).

Relación pulpa/ carozo

La relación pulpa/carozo de los frutos estudiados del fundo El Oliveto no presentó diferencias significativas entre los tres tratamientos (Cuadro 4), mientras que los frutos provenientes del fundo Los Lirios presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los tres tratamientos. La tendencia mostrada por los frutos de ambos huertos de aumentar su relación pulpa/carozo, al aumentar la intensidad de poda coincide con lo obtenido por Barone *et al.* (1994), en un estudio del efecto de la carga frutal sobre la maduración del fruto y calidad del aceite de oliva de la variedad Cassanese. Trentacoste *et al.* (2010), encontraron comportamientos similares en un estudio del efecto de la carga frutal sobre los componentes del rendimiento de aceite y sobre la dinámica de crecimiento del fruto y acumulación de aceite en la aceituna, variedad Arbequina, en donde menores cargas frutales se encontraron asociadas a relaciones pulpa/carozo mayores que árboles con cargas frutales más altas.

Las relaciones pulpa/carozo de los frutos del fundo El Oliveto como las de frutos del fundo Los Lirios son notablemente menores a la encontrada por Sudzuki, (2006), en la variedad Coratina (5,5) y mayores a las encontradas por Muñoz, (2008), en la misma variedad, donde árboles no podados presentaron valores 1,63 mientras que árboles sometidos a un 50% poda presentaron valores de 1,94 al momento de cosecha.

Cuadro 4. Variables agronómicas medidas a los frutos en estudio de la variedad Coratina en fundo El Oliveto y fundo Los Lirios.

Huerto	Tratamiento	Peso promedio fruto (g)	Diámetro ecuatorial (cm)	Diámetro polar (cm)	Relación pulpa/ Carozo
El Oliveto	T1 Sin poda	1,84 a	1,27 a	1,86 a	2,54 a
	T2 33,3% poda	1,89 a	1,35 b	2,03 b	2,74 a
	T3 50% poda	2,25 b	1,40 b	2,05 b	3,21 a
Los Lirios	T1 Sin poda	1,53 a	1,22 a	1,94 a	2,22 a
	T2 33,3% poda	1,78 a	1,28 a	1,95 a	2,51 b
	T3 50% poda	1,90 b	1,36 b	2,08 a	2,77 c

Valores seguidos verticalmente con igual letra no difieren estadísticamente (por fundo), según la prueba de comparaciones múltiples SNK ($p \leq 0,05$).

Índice de madurez

En el Cuadro 5 se entregan los valores de madurez (Índice de Ferreira) de los frutos estudiados al momento de cosecha

En los frutos provenientes de árboles del fundo El Oliveto se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos testigo (T1) y los tratamientos de poda (T2 y T3). En dichos frutos, fue posible observar pieles coloreadas desde el verde amarillo a pieles verdes

con manchas rojizas en menos de la mitad del fruto (inicio de envero o pinta) al presentar los frutos valores de coloración de 1,18 (T1), 1,79 (T2) y 1,97 (T3) los cuales se encuentran entre las clases 1 y 2 del Índice de madurez de Ferreira (Anexo I).

Los frutos del fundo Los Lirios presentaron diferencias significativas entre el tratamiento T3 con respecto a los tratamientos T1 y T2. Esta significativa diferencia de color en la epidermis de los frutos provenientes de olivos podados con más alta intensidad indicaría un adelanto en su madurez. Los valores fueron T1: 1,20; T2: 1,23 y T3: 2,11, y también se encuentran entre las clases 1 y 2 del Índice de Ferreira (Anexo I).

Según Beltrán *et al.* (2008), altas cargas frutales retrasan la maduración del fruto y la biosíntesis de antocianinas en el fruto puede verse parcialmente inhibida. Barone, *et al.* (1994), y Razeto (2006), señalan que árboles no podados podrían no lograr la maduración y coloración de sus frutos, probablemente por la alta competencia por fotosíntesis que existe entre ellos, lo que explicaría los valores de índice de madurez de las aceitunas de los árboles testigo. Los valores similares presentados por los árboles podados, podrían explicarse por el adelanto en la fecha de cosecha, al ser Coratina considerada en Chile como una variedad de cosecha tardía (FIA, 2004) se podrían esperar diferencias en la coloración de sus frutos entre tratamientos, una vez que uno de los tratamientos de poda haya alcanzado el final de pinta.

Contenido de aceite

El contenido de aceite y humedad del fruto en el momento de cosecha se presenta en el Cuadro 5.

Los frutos provenientes de los árboles del fundo El Oliveto presentaron diferencias significativas entre tratamientos en el contenido de aceite (base materia seca) y el contenido graso de los frutos del fundo Los Lirios no presentó diferencias significativas entre los tratamientos.

Los porcentajes de aceite obtenidos en ambos ensayos fueron menores a los obtenidos por Muñoz, (2008), en un estudio de regulación de carga frutal en olivos variedad Coratina, en donde árboles no podados presentaron un contenido de aceite de aproximadamente 40% (b.m.s) y árboles sometidos a poda presentaron contenidos de aceite de aproximadamente 46 % (b.m.s) (33,3% poda) y 55% (b.m.s) (50% poda) en año de alta carga. Así mismo, el comportamiento de los valores coincide al presentarse los contenidos grasos más altos en aquellos árboles que fueron sometidos a poda más severa.

Es importante señalar que en ambos huertos los frutos correspondientes al tratamiento T3 presentaron tamaño y relación pulpa carozo mayores que los tratamientos T2 y T1 lo que podría explicar el mayor contenido de aceite debido a que aproximadamente 90% de él se

encuentra en la pulpa (Rallo y Cuevas, 2008) y a una mayor distribución de fotoasimilados por fruto debido a la baja carga frutal.

Contenido de humedad

El contenido de humedad al momento de cosecha se presenta en el Cuadro 5. Los frutos del fundo El Oliveto, presentaron una disminución significativa desde el tratamiento testigo (69,71%) a los tratamientos de poda (T2: 66,70%; T3: 67,22%). Dichos valores fueron mayores a lo señalado en un estudio realizado sobre el efecto del riego deficitario sobre la productividad de cuatro variedades de olivo en la en la Región Metropolitana, donde para la variedad Coratina, se observó un contenido de humedad de aproximadamente 60% al momento de cosecha (González, 2009a).

Los frutos del fundo Los Lirios presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, presentando el mayor contenido de humedad en frutos provenientes de árboles no podados y el menor contenido en frutos provenientes de árboles sometidos a la poda más intensa.

Cuadro 5. Índice de madurez, contenido de aceite y contenido de humedad de frutos de olivos variedad Coratina del fundo El Oliveto y fundo Los Lirios sometidos a distintas intensidades de poda.

Huerto	Tratamiento	Índice de madurez	% Aceite (b.m.s)	% Humedad
El Oliveto	T1 Sin poda	1,18 a	42,31 b	69,71 b
	T2 33,3% poda	1,79 b	40,39 a	66,70 a
	T3 50% poda	1,97 b	46,48 c	67,22 a
Los Lirios	T1 Sin poda	1,20 a	37,75 a	63,30 c
	T2 33,3% poda	1,23 a	35,97 a	60,35 b
	T3 50% poda	2,11 b	38,43 a	57,53 a

Valores seguidos verticalmente con igual letra no difieren estadísticamente (por fundo), según la prueba de comparaciones múltiples SNK ($p \leq 0,05$).

Polifenoles pormenorizados en pulpa por HPLC

La pulpa de la aceituna presenta un elevado contenido de polifenoles que puede llegar a alcanzar hasta el 5% de su peso seco. Mediante diferentes técnicas se ha concluido que en el fruto se presentan los siguientes grupos de compuestos fenólicos: ácido fenólicos, flavonoides y secoiridoides (Macheix *et al.* 1990, citado por Beltrán *et al.* 2008). Ryan y Robards (1998), señalan que distintos factores, tales como la variedad, genética, madurez, clima, manejo agronómicos, entre otros, contribuyen a la variabilidad en la distribución del contenido fenólico en las aceitunas.

En el Cuadro 6, se presentan los valores de la cuantificación de polifenoles detectados mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) en pulpa de aceitunas

provenientes de muestras obtenidas al momento de la cosecha en el fundo El Oliveto. En ellas, se lograron identificar 8 compuestos fenólicos. El compuesto identificado como derivado de la oleuropeína fue cuantificado mediante la curva de la oleuropeína, los flavonoles 1 y 2 fueron cuantificados mediante la curva de quercetina.

La concentración (expresada en mg/kg) del compuesto hidroxitirosol (alcohol fenólico) presentó un aumento estadísticamente significativo en las pulpas de frutos de olivos podados con mayor intensidad, 50% de poda, con respecto a las pulpas de los olivos sometidos a un 33,3% de poda y pulpas de olivos no podados. Cabe destacar que las aceitunas del tratamiento T3 presentaron un mayor índice de madurez que los tratamiento T1 y T2, basado en el color de su piel, por lo que el aumento del contenido de hidroxitirosol desde el tratamiento T1 al tratamiento T3 difiere con lo señalado por Bouaziz *et al.* (2004), en un estudio comparativo entre el contenido fenólico y la capacidad antioxidante durante la maduración de las aceitunas de la variedad Chemlali, en donde el hidroxitirosol disminuyó su contenido al progresar la maduración de las aceitunas.

Cuadro 6. Cuantificación de polifenoles presentes en pulpa de aceitunas expresados en $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ según tratamiento de poda, fundo El Oliveto.

Compuesto fenólico	T1	T2	T3
	Sin Poda	33,3% Poda	50% Poda
Hidroxitirosol	2,55 a	1,31 a	4,19 b
Tirosol	2,27 a	2,23 a	2,24 a
Acido Vainillínico	3,75 a	3,72 a	3,70 a
Vainillina	0,65 a	0,30 a	0,52 a
Epicatequina	0,71 a	0,77 a	0,95 a
Derivado de la Oleuropeína	0,05 a	0,11 a	0,06 a
Favonol 1	4,71 a	4,22 a	5,08 a
Flavonol 2	1,91 a	2,06 a	1,96 a

Valores seguidos horizontalmente con igual letra no difieren estadísticamente, según prueba de comparaciones múltiples SNK ($p \leq 0,05$).

En el Cuadro 7 se presentan las concentraciones de polifenoles de pulpas de aceitunas provenientes de muestras obtenidas al momento de la cosecha del ensayo del fundo Los Lirios. Se identificaron 11 compuestos fenólicos. Los compuestos identificados como derivados de la oleuropeína 1 y 2 fueron cuantificados mediante la curva de la oleuropeína y los flavonoles 1 y 2 fueron cuantificados mediante la curva de quercetina.

Las concentraciones, expresadas en mg/kg, de los todos los compuestos fenólicos identificados no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos.

Cuadro 7. Cuantificación de polifenoles presentes en la pulpa de aceitunas expresados en $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ según tratamiento de poda, fundo Los Lirios.

Compuesto fenólico	T1	T2	T3
	Sin Poda	33,3% Poda	50% Poda
Hidroxitirosol	1,40 a	2,64 a	1,45 a
Tirosol	0,26 a	0,32 a	0,24 a
Acido Vainillínico	3,76 a	3,90 a	3,80 a
Vainillina	0,24 a	0,31 a	0,36 a
Acido p- cumárico	0,03 a	0,05 a	0,03 a
Epicatequina	1,93 a	2,94 a	2,63 a
Derivado de la Oleuropeína 1	0,03 a	0,03 a	0,03 a
Derivado de la Oleuropeína 2	0,01 a	0,01 a	0,02 a
Favonol 1	2,92 a	0,95 a	1,46 a
Flavonol 2	4,38 a	4,01 a	4,89 a
Flavonol 3	1,17 a	0,89 a	0,87 a

Valores seguidos horizontalmente con igual letra no difieren estadísticamente, según prueba de comparaciones múltiples SNK ($p \leq 0,05$).

Variables medidas a los aceites

Acidez libre

La acidez representa el contenido de ácidos grasos libres presentes en el aceite de oliva expresada como porcentaje de ácido oleico. Según Hurtado, (2004), factores como: cosecha tardía (frutos maduros), recolección de aceitunas desde el suelo, frutos con presencia de daños, y prolongado tiempo de espera de las aceitunas entre cosecha y proceso, aumentan el porcentaje de acidez libre en los aceites.

En el Cuadro 8 se presentan los valores de acidez libre de los aceites estudiados. En los aceites del fundo El Oliveto no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Lo mismo ocurrió en los aceites provenientes del ensayo del fundo Los Lirios. El buen estado sanitario de las aceitunas tiene relación con la baja acidez libre que presentaron los aceites, presentándose los valores más bajos en aquellos aceites provenientes de la zona norte.

Los aceites provenientes de ambos huertos presentaron valores de acidez libre bajo el límite permitido, < 0,8% ácido oleico, establecido por el Consejo Oleícola Internacional (COI, 2003) para ser clasificados en la categoría extra virgen.

Índice de Peróxidos

El índice de peróxidos detecta la oxidación incipiente de los aceites antes que se manifiesten los malos aromas y sabores (Civantos, 1998). La cantidad de oxígeno activo contenido en el aceite evalúa el estado de oxidación primaria. Las moléculas de peróxidos corresponden a hidroperóxidos o epiperóxidos con una molécula de oxígeno.

En el Cuadro 8 se evidencia que no existieron diferencias significativas entre los tres tratamientos en ambos huertos y sus valores se encuentran bajo el máximo permitido, 20 miliequivalentes de O_2 / kg aceite, por el Consejo Oleícola Internacional (COI, 2003), para ser clasificados en la categoría extra virgen, lo que permite deducir que serán aceites que tendrán una buena vida de almacenamiento, antes de que se vuelvan rancios al ser afectados notoriamente por factores de oxidación. Según Uceda *et al.* (2008), cualquier variedad y ambiente pueden proporcionar aceites clasificados en la categoría extra virgen, siempre que procedan de aceitunas sanas, recogidas en el momento oportuno, de una forma adecuada y elaborados correctamente.

Cuadro 8. Acidez libre e Índice de peróxidos de los aceites provenientes de olivos variedad Coratina del fundo El Oliveto y fundo Los Lirios sometidos a distintas intensidades de poda.

Fundo	Tratamiento	Acidez libre (%)	Índice de Peróxidos (meq O ₂ /kg aceite)
El Oliveto	T1 Sin poda	0,24 a	4,64 a
	T2 33,3% poda	0,24 a	5,43 a
	T3 50% poda	0,21 a	5,79 a
Los Lirios	T1 Sin poda	0,15 a	4,60 a
	T2 33,3% poda	0,14 a	4,01 a
	T3 50% poda	0,15 a	4,41 a

Valores seguidos verticalmente con igual letra no difieren estadísticamente (por fundo), según la prueba de comparaciones múltiples SNK ($p \leq 0,05$).

Coefficiente de extinción ultravioleta

La prueba espectrofotométrica en el ultravioleta puede proporcionar indicaciones sobre la calidad de una materia grasa, su estado de conservación y las modificaciones inducidas por los procesos tecnológicos. (COI, 2001). Existe directa relación entre la absorbancia ultravioleta a 232 nm y el grado oxidativo de los aceites, dienos conjugados tienen su máxima absorbancia a dicha longitud de onda, así como los productos de oxidación secundaria (aldehídos y cetonas) la tienen a 270 nm y el ΔK permite identificar adulteraciones con aceite refinado de oliva (Hurtado, 2004).

En los aceites provenientes de árboles del fundo El Oliveto no se presentaron diferencias significativas en K_{270} entre T2 y T3, sin embargo, al comparar estos tratamientos con T1 (sin intervención de poda) se observa una disminución significativa con el testigo (Cuadro 9). Con respecto al K_{232} , existe un aumento significativo de este parámetro en los aceites conforme aumenta la intensidad de poda en el árbol. En el ΔK no existieron diferencias estadísticamente significativas, pero si existe una tendencia a disminuir el nivel de oxidación primaria al aumentar la intensidad de poda en el árbol.

En los aceites provenientes del fundo Los Lirios no se presentaron diferencias significativas entre los 3 tratamientos en su valor de K_{270} ; el K_{232} presentó un aumento significativo al aumentar el nivel de poda desde 33,3% a 50%, lo mismo ocurrió en el ΔK .

Los valores obtenidos en este estudio para K_{270} , K_{232} y ΔK , permiten clasificar a los aceites analizados en la categoría extra virgen, ya que se encuentran dentro de los límites establecidos por el Consejo Oleícola Internacional (COI, 2003).

Según Beltrán *et al.* (2008), altas cargas frutales retrasan la maduración de las aceitunas en la temporada, por lo que se deduce que los aceites extraídos de árboles sin intervención de poda proceden de aceitunas menos maduras que aquellos procedentes de los tratamientos T2 y T3. De esta forma la tendencia de los resultados obtenidos en esta investigación, para

los valores de coeficiente de extinción ultravioleta K_{232} y ΔK coinciden con lo obtenido por Cires, (2007), en un estudio de la influencia de la época de cosecha de aceitunas sobre las características del aceite de oliva en variedades Leccino y Frantoio, donde el K_{232} aumentó y el ΔK disminuyó desde estados verdes de aceitunas a estados maduros.

Cuadro 9. Coeficiente de extinción ultravioleta de los aceites provenientes de olivos variedad Coratina del fundo El Oliveto y del fundo Los Lirios sometidos a distintas intensidades de poda.

Fundo	Tratamiento	K_{270}	K_{232}	ΔK
El Oliveto	T1 Sin poda	0,12 a	1,44 a	- 0,0052 a
	T2 33,3% poda	0,15 b	1,51 ab	- 0,0075 a
	T3 50% poda	0,15 b	1,62 b	- 0,0080 a
Los Lirios	T1 Sin poda	0,13 a	1,37 a	- 0,0036 a
	T2 33,3% poda	0,14 a	1,43 a	- 0,0040 a
	T3 50% poda	0,16 a	1,52 b	- 0,0063 b

Valores seguidos verticalmente con igual letra no difieren estadísticamente (por fundo), según la prueba de comparaciones múltiples SNK ($p \leq 0,05$).

Polifenoles totales

Los compuestos fenólicos del aceite de oliva protegen al aceite frente a los procesos de autoxidación y, además son responsables de algunos caracteres organolépticos del aceite (amargor y sensación de picante) (Beltrán, 2000; Beltrán *et al.* 2000; Andrewes *et al.* 2003; Beltrán *et al.* 2004, citados por Beltrán *et al.* 2008).

El contenido de polifenoles totales presente en los aceites en estudio se muestra en la Figura 3. Los aceites provenientes de árboles del fundo El Oliveto sometidos a intensidad de poda de un 50% mostraron diferencias estadísticamente significativas con respecto a aquellos provenientes de árboles sometidos a menor intensidad de poda y no podados.

Los polifenoles totales de los aceites procedentes del fundo Los Lirios no presentaron diferencias significativas. En la Figura 3, se observa además, que el mayor contenido de polifenoles (ppm de ac. cafeico) corresponde en ambos casos al tratamiento T3 (50% poda), árboles con menor carga frutal. Este resultado concuerda con lo obtenido por Barone *et al.* (1994), en un estudio del efecto de la carga frutal sobre la maduración del fruto y calidad del aceite de oliva de la variedad Cassanese. A su vez, cabe destacar que algunos estudios de caracterización del aceite de oliva, en la variedad Coratina han señalado valores de polifenoles totales a cosecha de aproximadamente 325 ppm de ácido cafeico (Alderete *et al.* 2005), y de 148 ppm de ácido cafeico (Aparicio y Luna, 2002).

En un estudio de las características cualitativas del aceite de oliva virgen realizado por Montedoro y Garafolo (1984), detallan gráficamente cómo los polifenoles totales van aumentando a lo largo del ciclo de maduración del fruto, presentando máximos en el

momento en el que el árbol ofrece la mayor cantidad de aceitunas en enero, para disminuir apreciablemente a continuación.

Los índices de madurez observados en los frutos de los tres tratamientos en ambos huertos presentaron valores entre 1,18 a 1,27 en fundo El Oliveto y 1,11 a 1,20 en fundo Los Lirios los cuales indican pieles verde amarillas del fruto a inicio de enero (Anexo II). Los tratamientos con menores cargas frutales y por ende con frutos más maduros que los del tratamiento testigo, presentan los mayores contenidos de polifenoles totales ya que se encuentran más próximos a alcanzar el estado de enero (Civantos, 2009).

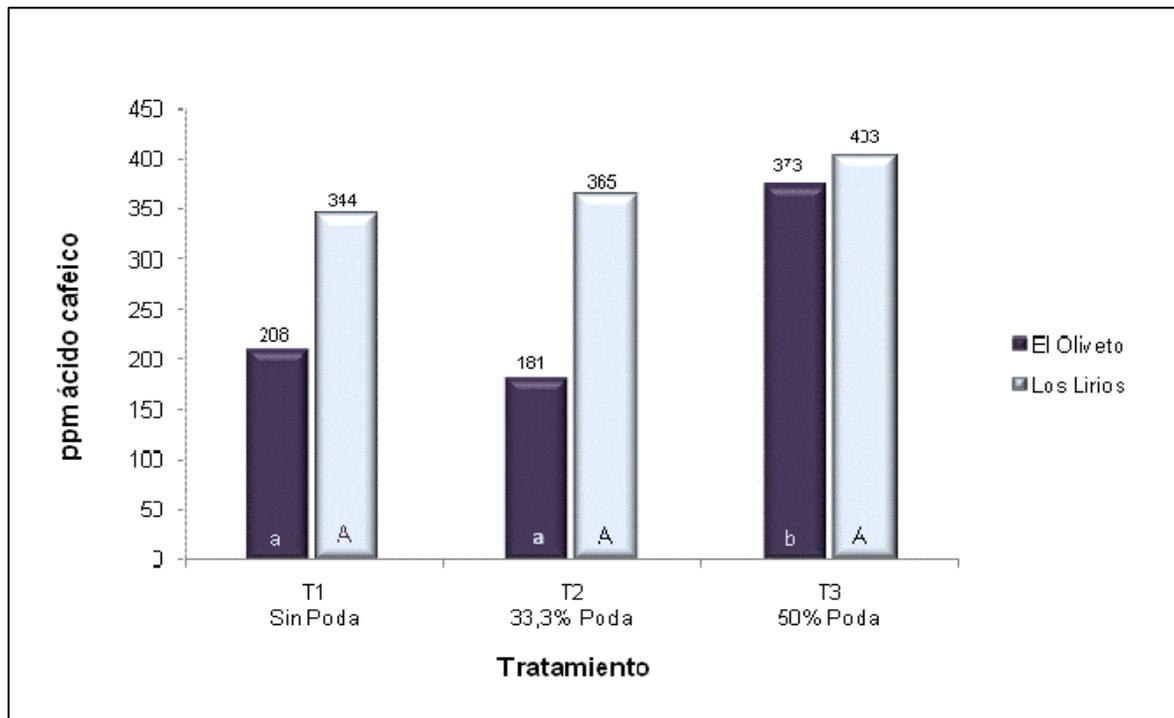


Figura 3. Contenido de polifenoles totales de aceites provenientes de olivos variedad Coratina del fundo El Oliveto y del fundo Los Lirios sometidos a distintas intensidades de poda.

Letras minúsculas corresponden a aceites provenientes del fundo El Oliveto, letras mayúsculas corresponden a aceites provenientes del fundo Los Lirios. Valores con igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparaciones múltiples SNK ($p \leq 0,05$).

Amargor

En los aceites provenientes de los árboles en estudio del fundo El Oliveto se observó un aumento estadísticamente significativo del índice de amargor desde el tratamiento T2 (33,3% poda) al tratamiento T3 (50% poda) (Figura 4). En los aceites del fundo Los Lirios no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos (Figura 4).

El comportamiento del amargor presentado por los aceites de ambos huertos es el mismo que en el contenido total de polifenoles, donde el valor de ácido cafeico de los aceites, expresado en ppm, disminuye desde el tratamiento testigo hacia el tratamiento T2, para luego aumentar significativamente hasta el tratamiento T3 en los aceites del fundo El Oliveto y aumenta linealmente pero no significativamente en los aceites del fundo Los Lirios. Esta similitud de comportamiento entre ambos parámetros fue observado también por Salas *et al.* (1997), en la variedad Picual, por Aguilera *et al.* (2005), y Cires (2007), en las variedades Leccino y Frantoio respaldando lo observado por Beltrán *et al.* (2000), quienes señalan la existencia de una alta correlación ($r = 0,962$) entre el contenido de polifenoles totales y el índice de amargor (K_{225}). Estay (2009), también observó esta relación entre ambos parámetros con índices de amargor de 0,34 en la variedad Picholine, 0,54 en la variedad Blanqueta, y de 0,64 y 0,40 en Changlot Real y Morrut respectivamente. Dichos valores fueron mayores a los observados en el presente estudio en la variedad Coratina, los cuales según Beltrán *et al.* (2000), no alcanzarían a ser clasificados como muy amargos ya que no presentaron valores superiores a las 0,36.

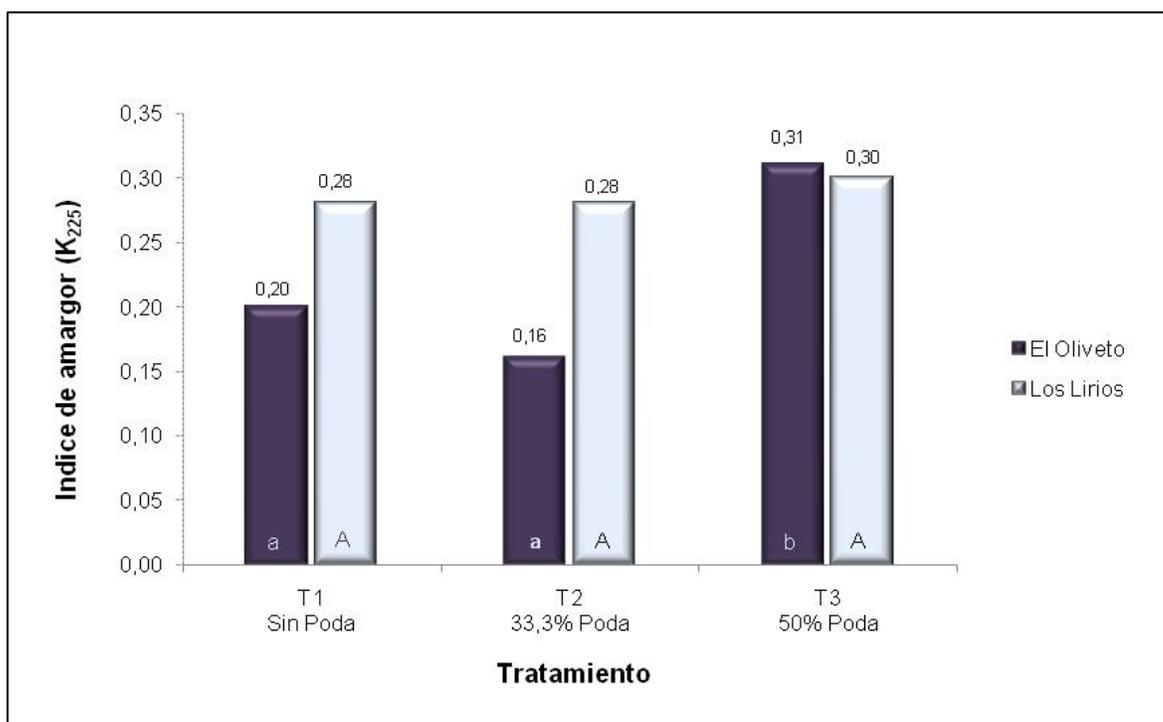


Figura 4. Índice de amargor (K_{225}) de aceites provenientes de olivos variedad Coratina del fundo El Oliveto y del fundo Los Lirios sometidos a distintas intensidades de poda.

Letras minúsculas corresponden a aceites provenientes del fundo El Oliveto, letras mayúsculas corresponden a aceites provenientes del fundo Los Lirios. Valores con igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparaciones múltiples SNK ($p \leq 0,05$).

α - tocoferol

Los tocoferoles son de gran importancia para la caracterización y autenticación en el aceite de oliva virgen (Escuderos *et al.* 2009). Debido a que son compuestos fáciles de oxidar, son excelentes agentes antioxidantes naturales y confieren estabilidad al aceite (Kiritsakis y Christie, 2003). El α -tocoferol es la forma más activa biológicamente por su acción como vitamina E y en el aceite de oliva representa aproximadamente el 90 a 95% de los tocoferoles totales (Tovar, 2001).

El contenido de α -tocoferol de los aceites estudiados se presenta en la Figura 5, en donde es posible observar que no existieron diferencias significativas entre tratamientos en los aceites del fundo El Oliveto y presentaron valores entre 278 ppm y 337 ppm de α -tocoferol. Según Uceda (2009), el contenido de α -tocoferol en los aceites de oliva está influenciado en un 79% por la variedad, en un 19,7% por la época de madurez de las aceitunas y en un 1,3% por el año o campaña oleícola y no atribuye influencias a la poda y/o a la carga frutal.

En los aceites del fundo Los Lirios tampoco se presentaron diferencias estadísticamente significativas de contenido de α - tocoferol entre los tratamientos (Figura 5) y se presentaron valores entre 196 y 221 ppm. Ello demuestra que no hay efecto de la poda en este parámetro como señala Uceda (2009).

Numerosas investigaciones han incluido la medición de la presencia de α -tocoferol en el aceite de oliva y en todos los casos se observa un rango muy amplio este antioxidante. Aguilera *et al.* (2005), observó valores entre 148 a 162 ppm en la variedad Frantoio y entre 275 y 306 ppm en la variedad Leccino, mientras que Beltrán *et al.* (2003), observó contenidos de α -tocoferol entre 232 ppm y 290 ppm en la temporada 1996/1997 en un estudio del efecto de la maduración de las aceitunas sobre el contenidos de antioxidantes naturales en el aceite de oliva de la variedad Hojiblanca. Psomiadou y Tsimidou (2001), analizaron el contenido en α -tocoferol de 90 aceites de oliva virgen de diferentes variedades y de diferentes regiones de Grecia durante tres campañas consecutivas siendo los valores extremos de α -tocoferol 98 ppm y 370 ppm, valores inferiores a los observados por Arteaga (2010), quien reportó valores de α - tocoferol en la variedad Arbosana entre 365 ppm y 546 ppm al estudiar la influencia del tipo de molino y del estado fenológico de las aceitunas sobre la calidad del aceite de oliva.

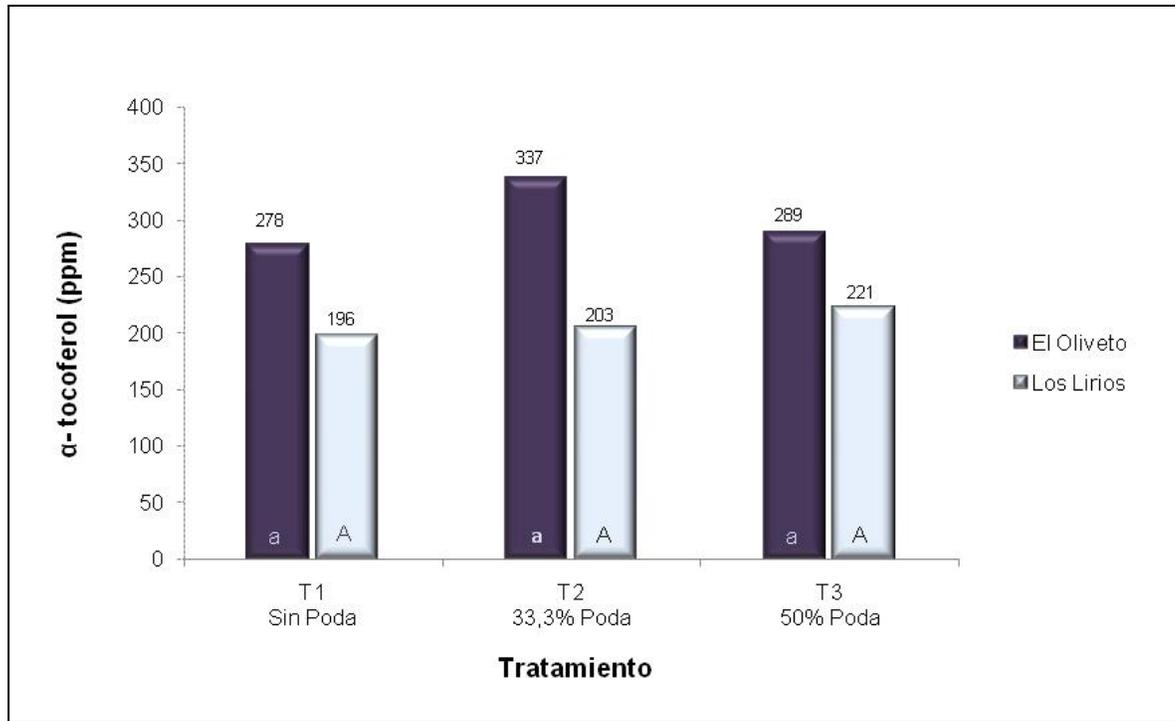


Figura 7. Contenido de alfa tocoferol de aceites provenientes de olivos variedad Coratina del fundo El Oliveto y del fundo Los Lirios sometidos a distintas intensidades de poda.

Letras minúsculas corresponden a aceites provenientes del fundo El Oliveto, letras mayúsculas corresponden a aceites provenientes del fundo Los Lirios. Valores con igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparaciones múltiples SNK ($p \leq 0,05$).

Polifenoles pormenorizados en aceite por HPLC

Los compuestos de la fracción fenólica del aceite de oliva son variados y se clasifican en tres grandes grupos: Flavonoides, No flavonoides y Secoiridoides². La transferencia de polifenoles al aceite ocurre en el tejido del fruto y el proceso de extracción reduce su concentración inicial (Montedoro *et al.* 1978 citado por Morales y Tsimidou, 2003). Soler (2009), señala que el hecho de que su concentración sea más baja en el aceite que en el fruto es consecuencia de su naturaleza hidrosoluble, lo que hace que la mayor parte de los compuestos fenólicos queden retenidos en las aguas de vegetación del fruto y en el agua adicionada durante el proceso.

En el Cuadro 10 se presentan los polifenoles detectados mediante el análisis de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) en las muestras de aceite provenientes de los árboles del ensayo en fundo El Oliveto.

² Alvaro Peña. 2009. Doctor Ingeniero Agrónomo-Enólogo, Universidad de Chile. (Comunicación personal). apena@uchile.cl

En dichos aceites se identificaron y cuantificaron 7 compuestos fenólicos, de los cuales el ácido gálico, tirosol, vainillina, (+) pinosresinol, y (+)-1-acetopinosresinol pertenecen al grupo de los No flavonoides, mientras que el derivado de secoiridoide y oleuropeína aglicona pertenecen al grupo de los Secoiridoideos.

Estadísticamente el aldehído fenólico vainillina presentó un descenso significativo en su concentración desde los aceites provenientes de árboles testigo a los aceites provenientes de frutos de árboles sometidos a un 33,3% de poda y 50% de poda. El secoiridoide oleuropeína aglicona no presentó diferencias significativas entre tratamientos, sin embargo es posible destacar su tendencia a aumentar conforme se intensificó el porcentaje de poda en lo árboles. González (2009b), señala que el secoiridoide oleuropeína confiere el sabor amargo a las olivas y se encuentra en muy baja concentración en el aceite, aunque fundamentalmente en su forma aglicona.

Cuadro 10. Cuantificación de polifenoles presentes en los aceites del fundo El Oliveto expresados en $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ según tratamiento.

Compuesto fenólico	fundo El Oliveto		
	T1 Sin Poda	T2 33,3% Poda	T3 50% Poda
Acido gálico	3,57 a	3,48 a	3,94 a
Tirosol	0,28 a	0,22 a	0,25 a
Vainillina	0,30 b	0,15 a	0,17 a
Derivado de secoiridoide	0,04 a	0,06 a	0,07 a
(+) pinosresinol	29,72 a	22,42 a	34,21 a
Aceto- pinosresinol	6,17 a	4,98 a	4,86 a
Oleuropeína aglicona	25,35 a	29,82 a	31,47 a

Valores seguidos horizontalmente con igual letra no difieren estadísticamente, según prueba de comparaciones múltiples SNK ($p \leq 0,05$).

En el Cuadro 11 se presentan los valores de las concentraciones (mg/kg) de 6 compuestos fenólicos identificados en los aceites del fundo Los Lirios. Sólo la oleuropeína aglicona pertenece al grupo de los Secoiridoideos, mientras que los 5 restantes pertenecen a los No flavonoides.

Las concentraciones (expresadas en mg/kg) del compuesto vainillina (Cuadro 11) presentaron un aumento significativo en el tratamiento T3, mientras que entre los tratamientos T1 y T2 no se presentaron diferencias significativas. El secoiridoide oleuropeína aglicona presentó aumento estadísticamente significativos en los aceites de frutos de árboles podados con mayor intensidad (50% poda) lo cual respalda la mayor intensidad de amargo percibida por los panelistas en el análisis sensorial (Figura 11).

Cuadro 11. Cuantificación de polifenoles presentes en los aceites del fundo Los Lirios expresados en $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ según tratamiento.

Compuesto fenólico	fundo Los Lirios		
	T1 Sin Poda	T2 33,3% Poda	T3 50% Poda
Hidroxitirosol	0,20 a	0,85 a	1,05 a
Tirosol	1,38 a	1,35 a	1,51 a
Vainillina	0,17 a	0,21 a	0,56 b
(+) pinosinol	16,98 a	14,08 a	21,73 a
(+)-1-aceto-pinosinol	3,55 a	3,02 a	4,64 a
Oleuropeína aglicona	10,32 a	23,80 b	33,41 b

Valores seguidos horizontalmente con igual letra no difieren estadísticamente, según prueba de comparaciones múltiples SNK ($p \leq 0,05$).

Capacidad antioxidante

La capacidad antioxidante de los aceites se determinó mediante el método de captura de radicales libres que utiliza al radical 1,1-difenil-2-picril-hidrazilo (DPPH). En un lapso de tiempo de 600 segundos se observó el comportamiento de la concentración del radical libre al añadir a ella la muestra de aceite.

Con los datos obtenidos del análisis, se confeccionaron curvas de degradación de DPPH (Figuras 6 y 7). Para analizarlas estadísticamente, se calculó la ecuación de la recta para cada curva (Apéndice I), y de ésta se obtuvieron las pendientes, las cuales fueron comparadas estadísticamente entre sí.

Cuadro 12. Valores correspondientes a la pendiente de la ecuación de la recta de cada curva según tratamiento de poda en ensayos del fundo El Oliveto y del fundo Los Lirios.

Fundo	Tratamiento	Pendiente de la recta
El Oliveto	T1 Sin poda	-0,0002 a
	T2 33,3% poda	-0,0003 a
	T3 50% poda	-0,0003 a
Los Lirios	T1 Sin poda	-0,0002 a
	T2 33,3% poda	-0,0002 a
	T3 50% poda	-0,0002 a

Valores seguidos verticalmente con igual letra no difieren estadísticamente (por fundo), según la prueba de comparaciones múltiples SNK ($p \leq 0,05$).

Las pendientes de las curvas correspondientes al ensayo del fundo El Oliveto resultaron negativas y no presentaron diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 12). En la Figura 6 es posible observar que a medida que transcurre el tiempo, la absorbancia a 520 nm disminuyó en todas las curvas, es decir, se redujo la concentración del radical (DPPH).

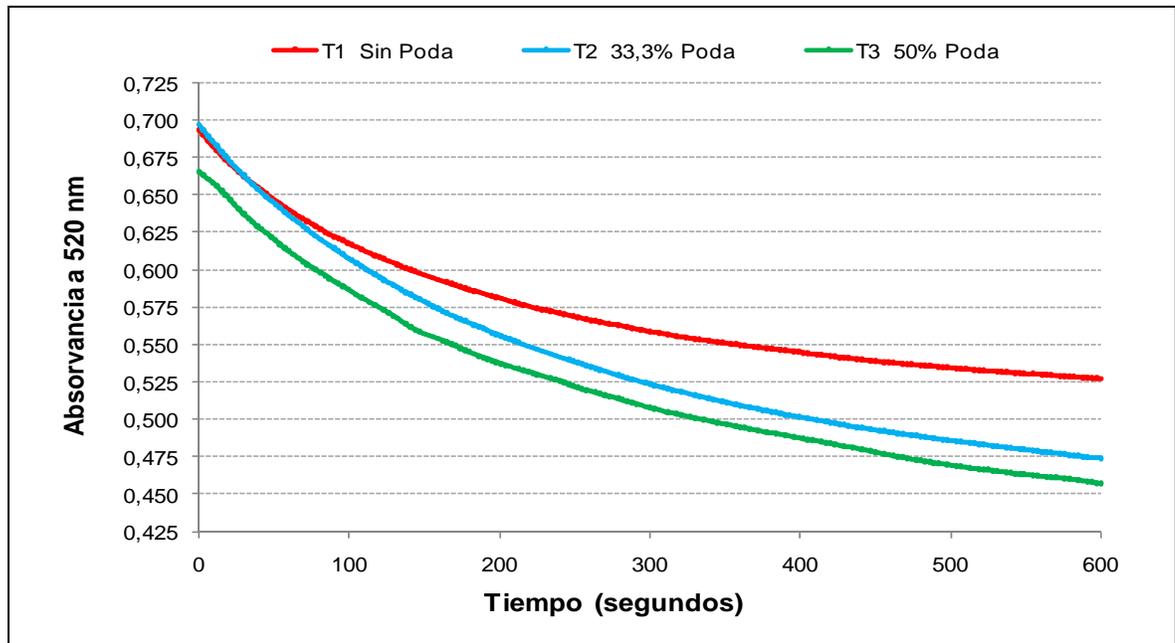


Figura 6. Degradación del radical DPPH en aceites de ensayo del fundo El Oliveto.

En la Figura 7 se observan las curvas de degradación de DPPH correspondientes al ensayo del fundo Los Lirios, las cuales presentaron la misma inclinación y no presentaron diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 12). Al igual que en el ensayo de fundo El Oliveto, fue posible observar la reducción de la concentración del radical DPPH al ser todas las pendientes negativas debido a la captura de electrones por parte del aceite (antioxidante).

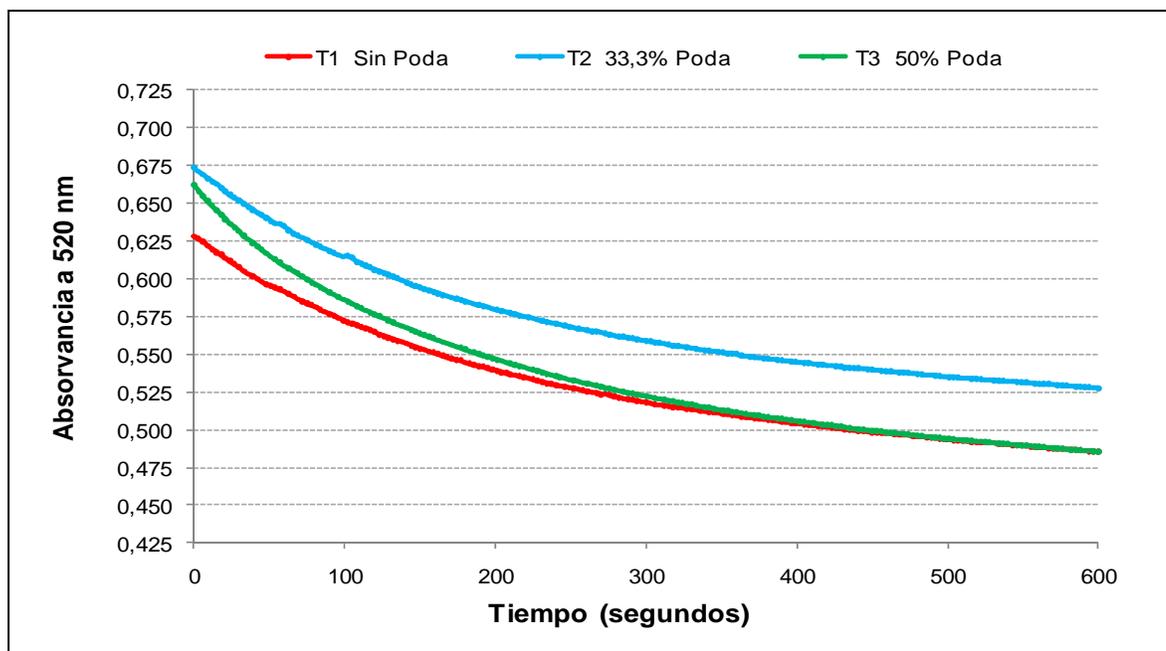


Figura 7. Degradación del radical DPPH en aceites de ensayo del fundo Los Lirios.

A su vez, en el Cuadro 13 es posible observar la reducción del DPPH en tres intervalos de lectura, con la finalidad de calcular el porcentaje de disminución de la concentración del radical observada en las Figuras 6 y 7.

En los aceites del fundo El Oliveto, en el momento en que al radical DPPH se le adiciona la muestra de aceite (tiempo: 0 segundos) su concentración disminuyó entre un 23% y un 26%, presentando mayor reducción los aceites correspondientes al tratamiento T3 (50% Poda). Las reducciones de la concentración del radical entre los 0 segundos a los 600 segundos que duró la medición (reducción final) fluctuaron entre 24% y 32%, siendo el aceite correspondiente al tratamiento T2 el que presentó el mayor valor y por ende la mayor capacidad antioxidante en ese lapso, seguido del aceite correspondiente al tratamiento T3 con 31%, y de los aceites del tratamiento testigo con un 24% de reducción del radical DPPH.

En el ensayo del fundo Los Lirios, el aceite correspondiente al tratamiento testigo presentó la mayor capacidad antioxidante en el momento en que la muestra fue adicionada al radical DPPH con un valor de 29% de reducción de la concentración, seguidos del tratamiento T3 con una reducción de un 25% y del tratamiento T2 con 24% (Cuadro 13). Sin embargo, una vez transcurridos los 600 segundos que dura el análisis, la mayor reducción del radical fue favorecida por el aceite correspondiente al tratamiento T3 disminuyendo la concentración en un 27%, mientras que los tratamientos T1 y T2 redujeron la concentración del radical DPPH en un 23% y en un 22% respectivamente con respecto a la lectura recogida a los 0 segundos. El mayor contenido de antioxidantes de los aceites del tratamiento T3 con respecto al de los tratamientos T1 y T2 evidenciado en los análisis de: Polifenoles totales (Figura 3), índice de amargor (Figura 4), contenido de α -tocoferol

(Figura 5), y polifenoles en aceite pormenorizados por HPLC (Cuadro 11), tiene directa relación con los mayores porcentajes de reducción del radical que presentaron estos aceites al término de este análisis.

Cuadro 13. Lectura de DPPH de los aceites provenientes de olivos variedad Coratina del fundo El Oliveto y del fundo Los Lirios sometidos a distintas intensidades de poda.

Fundo	Tratamiento	DPPH	DPPH + Aceite 0 s	DPPH + Aceite 600 s	Reducción inicial	Reducción Final
El Oliveto	T1 Sin Poda	0,901	0,693	0,527	23%	24%
	T2 33,3% poda	0,901	0,697	0,474	23%	32%
	T3 50% poda	0,901	0,666	0,457	26%	31%
Los Lirios	T1 Sin poda	0,885	0,628	0,485	29%	23%
	T2 33,3% poda	0,885	0,673	0,527	24%	22%
	T3 50% poda	0,885	0,662	0,485	25%	27%

Reducción inicial: Porcentaje de degradación del radical DPPH entre muestra de DPPH y DPPH+ aceite a los 0 segundos.

Reducción final: Porcentaje de degradación del radical DPPH entre muestra de DPPH + aceite a los 0 segundos y DPPH+ aceite a los 600 segundos.

Composición de ácidos grasos

Los principales ácidos grasos presentes en los aceites se presentan en el Cuadro 14. La composición de ácidos grasos de los aceites de los tres tratamientos del fundo El Oliveto y de los aceites de los tres tratamientos del fundo Los Lirios estuvo dentro de los límites establecidos por el Consejo Oleícola Internacional (COI, 2003) para ser clasificados en la categoría extra virgen.

En los aceites del fundo El Oliveto se observaron diferencias significativas en el ácido margárico entre el tratamiento T1 (Sin poda) y el tratamiento T2 (33,3% poda) al aumentar este último desde 0,06% a 0,07% y entre el tratamiento T2 al descender a un valor de 0,06% en el tratamiento de poda más intensa. El ácido linolénico también presentó diferencias significativas al disminuir su valor en el tratamiento T3 con respecto a los tratamientos T1 y T2. En los aceites del fundo Los Lirios, sólo se presentaron diferencias significativas en el porcentaje del ácido esteárico mostrando un ascenso desde el tratamiento testigo hasta el tratamiento T3, indicando que en árboles con menor carga frutal su nivel es mayor.

En los aceites de ambos huertos no existieron diferencias entre los tratamientos en el ácido oleico, sin embargo, de acuerdo a lo señalado en el párrafo anterior los valores de los aceites del fundo El Oliveto y fundo Los Lirios para este ácido graso, 77,92% a 78,88% y 80,18% a 80,80% respectivamente, podrían ser considerados como altos. El ácido oleico es el principal y más importante ácido graso del aceite de oliva. En primer lugar por ser el

mayoritario y en segundo por ser el referente como excelente por sus múltiples beneficios para la salud humana (Uceda, 2009). Con respecto al ácido linoleico, tampoco se presentaron diferencias estadísticamente significativas a pesar de mostrar tendencia, en los aceites de ambos huertos, a aumentar conforme aumentó la intensidad de la poda.

Cuadro 14. Composición de ácidos grasos de los aceites provenientes de olivos variedad Coratina del fundo El Oliveto y del fundo Los Lirios sometidos a distintas intensidades de poda.

Ácidos grasos		fundo El Oliveto			fundo Los Lirios		
		T1 Sin Poda	T2 33,3% Poda	T3 50% Poda	T1 Sin Poda	T2 33,3% Poda	T3 50% Poda
Palmitico	C16:0	10,55 a	10,58 a	10,60 a	8,85 a	8,39 a	8,15 a
Palmitoleico	C16:1	0,50 a	0,55 a	0,52 a	0,40 a	0,41 a	0,39 a
Margarico	C17:0	0,06 a	0,07 b	0,06 a	0,06 a	0,07 a	0,06 a
Margaroleico	C17:1	0,10 a	0,11 a	0,11 a	0,08 a	0,10 a	0,10 a
Estearico	C18:0	1,82 a	1,72 a	1,67 a	1,86 a	2,00 a	2,37 b
Oleico	C18:1	78,88 a	77,92 a	78,00 a	80,69 a	80,80 a	80,18 a
Linoleico	C18:2	7,07 a	7,44 a	7,43 a	6,92 a	7,04 a	7,79 a
Linolénico	C18:3	0,76 b	0,77 b	0,68 a	0,20 a	0,27 a	0,30 a

Valores seguidos horizontalmente con igual letra no difieren estadísticamente (por fundo) , según prueba de comparaciones múltiples SNK ($p \leq 0,05$).

El Consejo Oleícola Internacional, (COI, 2003), indica que el valor de ácido oleico del aceite de oliva para ser clasificado como extra virgen debe encontrarse entre el 55-83%. Beltrán *et al.* (2008), mencionan que la evolución de este ácido graso es variable ya que puede permanecer constante o mostrar un ligero incremento en su contenido durante el proceso de maduración del fruto además de indicar como principal responsable de la actividad oxidativa de los aceites a la relación entre ácidos monoinsaturados y poliinsaturados la cual descendería durante la maduración debido al aumento del ácido linoleico y al valor constante o ligero incremento del contenido del ácido oleico.

En este estudio, la relación ácido oleico (monoinsaturado)/ ácido linoleico (poliinsaturado) tendió a disminuir, no significativamente, conforme aumentó la intensidad de poda, tanto en los aceites provenientes del ensayo del fundo El Oliveto, como en los provenientes del ensayo del fundo Los Lirios (Cuadro 15). Al presentar, los ensayos de ambos huertos, frutos con índices de madurez más avanzados desde el tratamiento T1 al tratamiento T3 (Cuadro 5), se podría concluir que la disminución de la relación ácido oleico/ ácido linoleico se debe a lo señalado por Beltrán *et al.* (2008), ya que el contenido de ácido oleico en los tres tratamientos permaneció constante, mientras que el contenido del ácido linoleico aumentó conforme se intensificó la poda en los olivos, en ambos ensayos.

Los resultados del Cuadro 15, concuerdan con lo señalado por Cires, (2007), en un estudio de la influencia de la época de cosecha de aceitunas sobre las características del aceite de

oliva en variedades Leccino y Frantoio, en donde la relación ácido oleico/ ácido linoleico disminuyó desde estados verdes de aceitunas a estados maduros, y concuerda además con lo señalado por Cerratani *et al.* (2004), en un estudio de la estabilidad oxidativa del aceite de oliva variedad Nostrana di Brisighella en función de la maduración de los frutos, en donde señalaron una tendencia a disminuir la relación ácido oleico/ ácido linoleico a medida que la maduración progresa.

Cuadro 15. Relación ácido oleico/ ácido linoleico de los aceites provenientes de olivos variedad Coratina del fundo El Oliveto y del fundo Los Lirios sometidos a distintas intensidades de poda.

Fundo	Tratamiento	Relación ac. oleico/ ac. linoleico
El Oliveto	T1 Sin Poda	11,15 a
	T2 33,3% poda	10,47 a
	T3 50% poda	10,49 a
Los Lirios	T1 Sin poda	11,66 a
	T2 33,3% poda	11,47 a
	T3 50% poda	10,29 a

Valores seguidos verticalmente con igual letra no difieren estadísticamente (por fundo), según prueba de comparaciones múltiples SNK ($p \leq 0,05$).

Análisis sensorial

El análisis sensorial a los aceites, se realizó con un grupo de 8 panelistas entrenados (COI, 2007), quienes indicaron la intensidad de los atributos y/o defectos de los aceites según una escala ascendente de 0 a 5, donde 0 representó ausencia total del atributo y/o defecto y 5 representó percepción extrema (Anexo II). Las muestras de aceite temperadas a 28°C se presentaron a los catadores en copas color azul cobalto cubiertas con un vidrio reloj.

Desde el punto de vista sensorial, todos los aceites analizados calificaron dentro de la categoría extra virgen del Consejo Oleícola Internacional (COI, 2003). No existieron diferencias significativas entre tratamientos para ninguno de los atributos presentes en los aceites provenientes de olivos del fundo El Oliveto, (Cuadro 16), cuyo perfil sensorial se presenta en la Figura 8. Es posible observar que los atributos verde y frutado son preponderantes en el tratamiento T1, mientras que amargo y hierba son levemente superiores en el tratamiento T3.

El perfil sensorial de los aceites provenientes de olivos del fundo Los Lirios no presentó diferencias significativas en sus atributos a excepción de amargo como se muestra en la Figura 9 obteniendo promedios de 2,0 en el tratamiento testigo, 2,4 para el tratamiento T2 y 3,0 para el tratamiento T3 (Cuadro 16).

En un estudio realizado por Stefanoudaki *et al.* (2000), sobre perfiles químicos y sensoriales de los aceites de tres variedades europeas de olivo, se señala al aceite de

variedad Coratina como astringente, con altas notas de almendra y más amargo en comparación a las variedades Picual y Koroneiki. Los aceites provenientes del fundo El Oliveto y fundo Los Lirios concuerdan sólo con la alta percepción del amargor, ya que almendra y astringencia fueron evaluados como casi imperceptibles.

Cabe destacar que, en los aceites de los ensayos de ambos fundos, la percepción más intensa del atributo amargo fue encontrada en los tratamientos de 50% de poda relacionando de esta manera los resultados de índice de amargor (K_{225}) (Figura 4) con la evaluación sensorial de los aceites.

Cuadro 16. Influencia de la intensidad de poda en las características organolépticas del aceite de oliva variedad Coratina proveniente de árboles del fundo El Oliveto y fundo Los Lirios.

Atributo	Fundo El Oliveto			Fundo Los Lirios		
	T1 Sin Poda	T2 33,3% Poda	T3 50% Poda	T1 Sin Poda	T2 33,3% Poda	T3 50% Poda
Frutado	3,00 a	2,38 a	2,25 a	3,13 a	2,63 a	2,75 a
Manzana	0,50 a	0,63 a	0,63 a	0,75 a	0,38 a	0,25 a
Verde	1,88 a	1,00 a	1,50 a	1,50 a	1,50 a	1,88 a
Amargo	2,13 a	1,50 a	2,25 a	2,0 a	2,38 ab	3,00 b
Picante	2,38 a	2,13 a	2,13 a	2,88 a	3,00 a	2,75 a
Dulce	0,63 a	0,88 a	0,13 a	0,38 a	0,38 a	0,13 a
Astringencia	0,63 a	0,75 a	0,75 a	1,38 a	1,38 a	1,00 a
Higuera	1,00 a	0,38 a	0,75 a	1,00 a	1,25 a	1,38 a
Almendra	0,75 a	0,13 a	0,63 a	0,63 a	0,38 a	0,63 a
Plátano	0,13 a	0,25 a	0,25 a	0,13 a	0,13 a	0,00 a
Hierba	1,13 a	0,88 a	1,25 a	1,50 a	1,75 a	1,63 a
Tomate	0,75 a	0,38 a	0,88 a	0,63 a	0,38 a	0,38 a
Alcachofa	1,00 a	0,25 a	0,75 a	1,25 a	1,00 a	1,38 a

Valores seguidos horizontalmente con igual letra no difieren estadísticamente (por fundo), según la prueba de comparaciones múltiples SNK ($p \leq 0,05$).

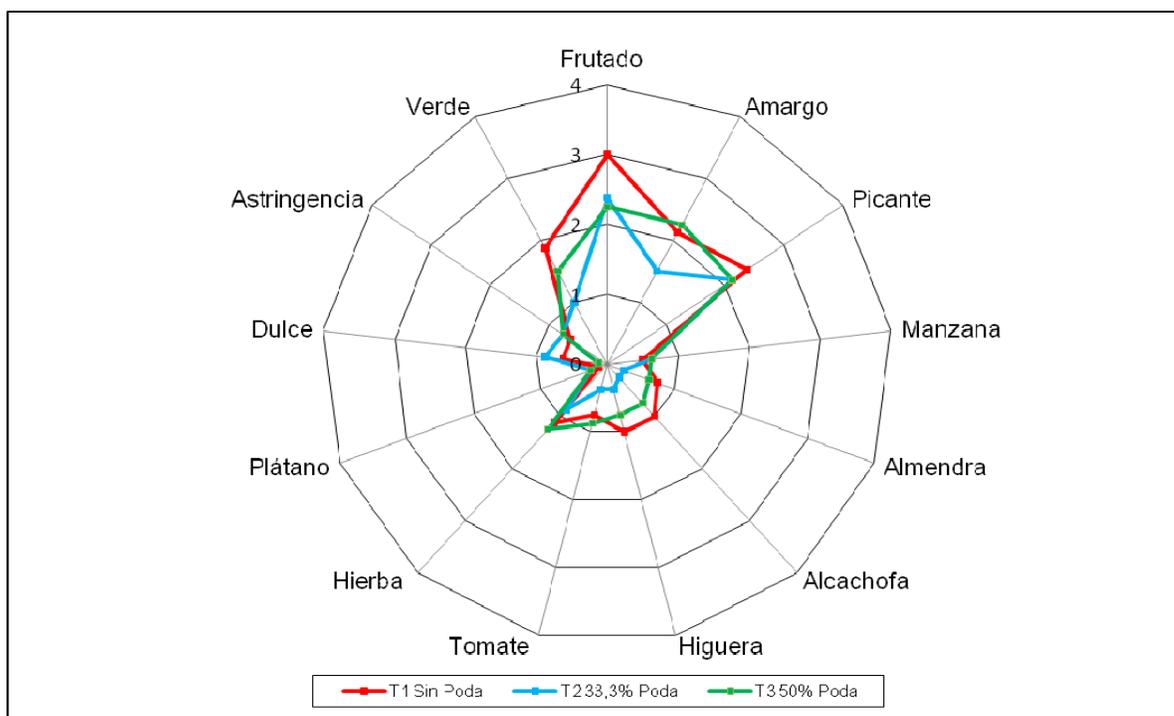


Figura 8. Perfil sensorial realizado por un panel entrenado a aceites provenientes de olivos del fundo El Oliveto, variedad Coratina, sometidos a distintas intensidades de poda.

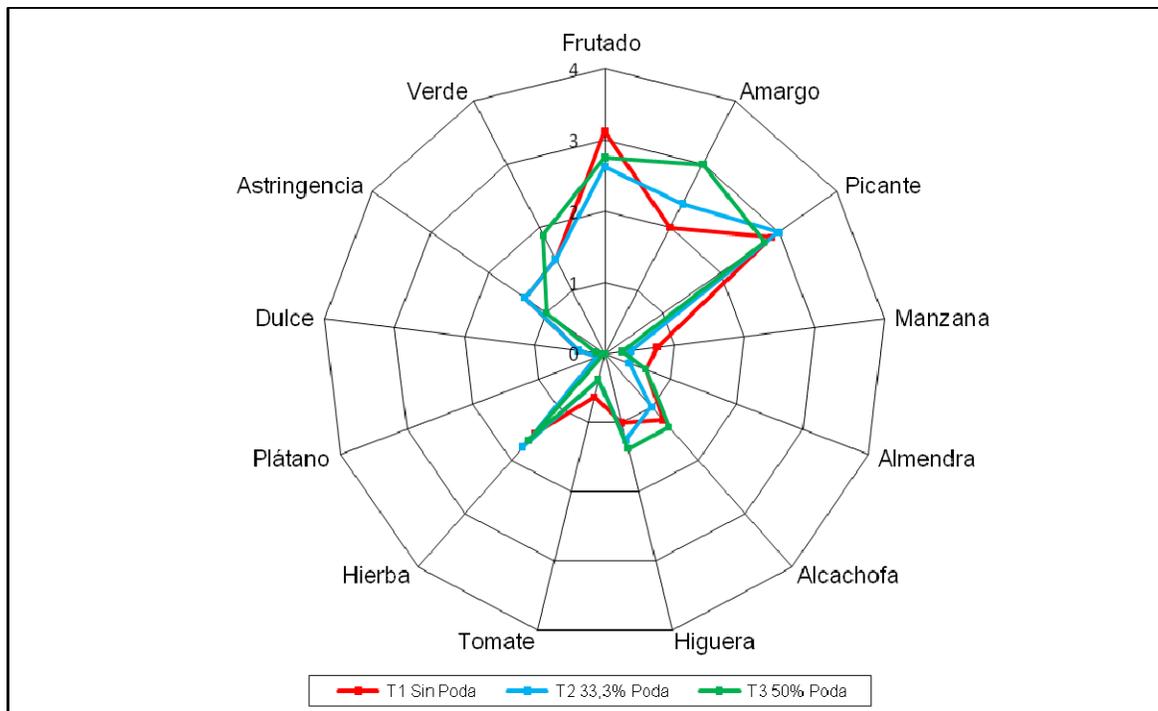


Figura 9. Perfil sensorial realizado por un panel entrenado a aceites provenientes de olivos del fundo Los Lirios, variedad Coratina, sometidos a distintas intensidades de poda.

CONCLUSIONES

En base a los datos obtenidos y bajo las condiciones en que se realizaron ambos ensayos, se puede concluir que:

- Con el tratamiento de poda más severa, 50% de poda, se obtiene una menor carga frutal, mayor tamaño de fruto, frutos en estados más avanzados de maduración y mayor contenido de aceite por fruto en comparación con los tratamientos de 33,3 % de poda y tratamiento testigo.
- Al considerar el contenido de aceite en el fruto y el número total de frutos por árbol se obtiene una producción de aceite por árbol menor en los olivos sometidos 50% de poda.
- La intensidad de poda influye en características del aceite de oliva como contenido de polifenoles y amargor, aumentando su contenido conforme aumenta la intensidad de la poda. Esto afecta de forma positiva a la calidad del aceite de oliva otorgándole mayor protección ante agentes prooxidantes y destacadas características sensoriales.
- El aceite de la variedad Coratina es un aceite ideal para formar parte de aceites “blends” o multivarietales debido a que posee características sensoriales como frutado, amargor y picante medios-altos, además de notas verdes y leve astringencia capaces de entregar mayor intensidad en sabor y aromas a aceites de otras variedades con características sensoriales menos intensas.
- En Chile, no existen otros estudios del efecto de la poda y/o carga frutal en olivos sobre las características del aceite, por lo tanto aún queda por investigar en este tema.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera, M.P. D. Ortega, A. Fernández, A. Jiménez and M. Uceda. 2005. Characterisation of virgin olive oil of Italian olive cultivars: Frantoio and Leccino, grown in Andalucía. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 89: 387-391.
- Alba, J. 2008. Elaboración de aceite de oliva virgen. pp.657-700. *In:* Barranco, D. R. Fernández-Escobar y L. Rallo. (Ed.). *El cultivo del olivo*. 6ª Edición. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 846 p.
- Alderete, S. A. Matías, D. Montalván y P. Gómez. 2005. Caracterización de la producción olivícola de la Provincia Catamarca –República Argentina. *Revista A&G. Asociación Argentina de Grasas y Aceites - ASAGA -Buenos Aires, Argentina* 3:388 – 394.
- Aparicio, R and G. Luna. 2002. Characterisation of monovarietal virgin olive oils. *European Journal of Lipid Science and Technology* 104: (614-627).
- Arteaga, M. 2010. Influencia del tipo de molino y estado fenológico de las aceitunas en la calidad del aceite de oliva variedad Arbosana. Memoria Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 43 p.
- Bandino, G e P. Sedda. 2000. Qualità dell’olio e fattori che la influenzano. pp. 37-46. *In:* Bandino G. L. Camera, L. Di Giovacchino, M. Mugelli, P. Sedda. (Eds). *Olio d’olive: Percorso qualità*. Consorzio interprovinciale per la frutticoltura, Cagliari, Italia. 156 p.
- Barone, E. G. Gullo, R. Zappia and P. Inglese. 1994. Effect of crop load on fruit ripening and olive oil (*Olea europaea* L.) quality. *Journal of Horticultural Science* 69 (1): 67-73.
- Barranco, D. 2008. Variedades y patrones. pp.63-92. *In:* Barranco, D. R. Fernández-Escobar y L. Rallo. (Ed.). *El cultivo del olivo*. 6ª Edición. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 846 p.
- Beltrán, G. A. Jiménez, M.P. Aguilera y M. Uceda. 2000. Análisis mediante HPLC de la fracción fenólica del aceite de oliva virgen variedad Arbequina. Relación con la medida del amargor K225 y la estabilidad. *Revista Grasas y Aceites* 51: 320-324.
- Beltrán, G. M.P. Aguilera, C. del Río, S. Sánchez y L. Martínez. 2003. Influencia del proceso de maduración sobre el contenido de antioxidantes naturales del aceite de oliva virgen variedad Hojiblanca. Foro de la Industria Oleícola, tecnología y calidad. XI Simposium científico- técnico Expoliva. 14- 17 mayo 2003. Jaén, España.
Disponible en: <http://www.expoliva.com/expoliva2003/simposium/comunicaciones/Tec-15-Texto.pdf>. Consultado: 22 Septiembre 2010.

Beltrán, G. M. Uceda, M. Hermoso y L. Frías. 2008. Maduración. pp.163-187. *In*: Barranco, D. R. Fernández-Escobar y L. Rallo. (Ed.). El cultivo del olivo. 6ª Edición. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 846 p.

Bouaziz M. M. Chamkha and S. Sayadi. 2004. Comparative study on phenolic content and antioxidant activity during maturation of the olive cultivar chemlali from Tunisia. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52 (17): 5476 – 5481.

Caballero, J. 2001. La olivicultura en Chile. Pp 143-152. *In*: Salvatierra, A. C. Quiroz, C. Zóccola, F. Tapia, A. Ibacache y M. Astorga. V Jornadas Olivícolas Nacionales, Centro Regional de Investigación Intihuasi. Octubre 17-19, 2001. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. La Serena, Chile.

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

Carretani, L. A. Bendini, A. Rotondi, M. Mari, G. Lercker and T. Gallina. 2004. Evaluation of the oxidative stability and organoleptic properties of extra virgin olive oils in relation to olive ripening degree. *Progress in Nutrition* 6 (1): 50-56.

Cires, M. 2007. Influencia de la época de cosecha de aceitunas de las variedades Leccino y Frantoio sobre las características del aceite de oliva. Memoria Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 34 p.

Civantos, L. 1998. Obtención del aceite de oliva virgen. 2ª Edición. Editorial Agrícola Española, Madrid, España. 316 p.

Civantos, L. 2009. La maduración de las aceitunas. pp.121-136. *In*: Vilar, J. Algunas contribuciones sobre olivicultura y elaiotecnia desde la perspectiva de la experiencia. Ed. Gea Westfalia Separator Andalucía, Jaén, España. 308 p.

Consejo Oleícola Internacional (COI). 2001. Método de análisis: Prueba espectrofotométrica en el ultravioleta.
Disponible en: <http://www.internationaloliveoil.org/downloads/testing6esp.pdf>
Consultado: 24 de septiembre 2010.

Consejo Oleícola Internacional (COI). 2003. Normas comerciales aplicables a los aceites de oliva y los aceites de orujo de oliva. COI/T.15/NC n° 3/Rev 1. Disponible en: <http://www.alimentosargentinos.gov.ar/foros/olivo/biblio/5-junio/Normaesp.pdf>.
Consultado: 9 de julio 2010.

Consejo Oleícola Internacional (COI). 2007. Análisis sensorial del aceite de oliva. Método. Valoración organoléptica del aceite de oliva virgen. COI/T. 20/ Doc. n°15/ Rev.2. Disponible en: <http://www.internationaloliveoil.org/downloads/orga6esp.pdf>. Consultado: 22 de agosto 2010.

Escuderos, M.E, A. Sayago, M.T. Morales and R. Aparicio. 2009. Evaluation of α -tocopherol in virgin olive oil by luminiscent method. *Revista Grasas y Aceites* 60 (4): 336-342.

Estay, K. 2009. Descripción de algunos estados fenológicos y caracterización del aceite de 5 variedades de olivo de la VI región. Memoria Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 66 p.

Fichet, T. y F. Tapia. 2006. Labor de poda en olivos es clave para manejar el añerismo. *Agroneómico*, Fundación Chile 93: 31-32.

Frías, L. A. García-Ortiz, M. Hermoso, A. Jiménez, M. Llaverro del Pozo, J. Bernardio, M. Ruano y M. Uceda. 2001. *Analistas de laboratorio de almazara*. 3ª ed. Ediciones J. de Haro Artes Gráficas, Sevilla, España, 111 p.

Fundación para la Innovación Agraria (FIA). 2004. Boletín olivícola febrero 2004. Disponible en: <http://www.fia.gob.cl/difus/boletin/bololiv/bofebrero2004.pdf>. Leído el 09 de mayo 2010.

García-Ortiz, A. J. Humanes, M. Pastor, J. Morales y A. Fernández. 2008. Poda. pp. 389-433. *In: Barranco, D. R. Fernández-Escobar y L. Rallo. (Eds.). El cultivo del olivo*. 6ª Edición. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 846 p.

González, C. 2009a. Efecto del riego deficitario controlado sobre la productividad de olivos var. Arbequina, Coratina, Frantoio y Leccino. Memoria Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 37 p.

González, C. 2009b. Efecto antioxidante y antihipertensivo de diferentes compuestos del aceite de oliva virgen “in vitro”. Tesis doctoral. Universitat Rovira i Virgili. Reus, Provincia de Tarragona, España. 201 p.

Guerrero, A. 2003. *Nueva Olivicultura*. 5ª edición. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 304 p.

Gutiérrez, F y S. Perdiguero. 1992. Estudio de la efectividad de las columnas de extracción de octadecilo C18 en la evaluación del amargor (K_{225}) del aceite de oliva virgen. Error y esquema analítico del método de valoración. *Revista Grasas y Aceites* 43 (2): 93-96.

- Huang, D. B. Ou and R.Prior. 2005. The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53 (6): 1841-1856.
- Hurtado, M.L. 2004. Calidad en aceite de oliva: Parámetros físicos y químicos, su importancia y significado. Santiago, Chile. Disponible en: www.prochile.cl/doc2.php?file=aceite_oliva_hurtado_2004.pdf
Consultado el: 17 de julio 2010.
- Jamett, F. A. Benavides, H. Troncoso y M. Astorga. 2007. Caracterización de aceites de oliva en zonas de la Región de Coquimbo. 68 p. Boletín INIA N° 161. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Intihuasi, La Serena, Chile.
- Kiritsakis, A. y W. Christie. 2003. Análisis de aceites comestibles. pp.135-156. *In*: Aparicio, R y Harwood, J. (Ed.). Manual del aceite de oliva. Ediciones Mundi Prensa, Madrid, España, 614 p.
- Montedoro, G. e L. Garafolo. 1984. Caratteristiche qualitative degli oli virgini di oliva. Influenza di alcune variabili: varietà, ambiente, conservazione, estrazione, condizionamento del prodotto finito. *Rivista italiana Sostanze Grase*. Marzo: 157-168.
- Morales, M.T. y M. Tsimidou. 2003. El papel de los compuestos volátiles y los polifenoles en la calidad sensorial del aceite de oliva. pp. 381-442. *In*: Aparicio, R y Harwood, J. (Ed.). Manual del aceite de oliva. Ediciones Mundi Prensa, Madrid, España, 614 p.
- Muñoz, C. 2008. Control de carga frutal en olivos variedad Coratina mediante poda de invierno. Memoria Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 42 p.
- Ortega, D. G. Beltrán, M. Aguilera y M. Uceda. 2004. Influencia del régimen hídrico en la formación de aceite en arbequina. *Revista Vida Rural* 198: 60-64.
- Pannelli, G. F. Famiani, M. Servilli and G. Montedoro. 1990. Agro-climatic factors and characteristics of the composition of virgin olive oils. *Acta Horticulturae* 286: 477-480.
- Peña-Neira. A. T. Hernández, C. García-Vallejo, I. Estrella and J.A. Suárez, 2000. A survey of phenolic compounds in Spanish wines of different geographical origins. *European Food Research Technology* 210: 445-448.
- Psomiadou, E and M. Tsimidou. 2001. Pigments in Greek virgin olive oils: occurrence and levels. *Journal of the Science Food and Agriculture*. 81: 640-647.
- Rallo, L y J. Cuevas. 2008. Fructificación y producción. pp. 127-162. *In*: Barranco, D. R. Fernández-Escobar y L. Rallo. (Ed.). El cultivo del olivo. 6ª Edición. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 846 p.

Ramírez, K. 2007. Estudio exploratorio de la determinación de vigor en olivos de la variedad Arbequina y su influencia en las características de las aceitunas y del aceite. Memoria Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 41 p.

Ramírez, M. y L. Rallo. 2001. Diferencias en índices de productividad entre variedades de olivo. *Fruticultura Profesional* 120: 17-27.

Razeto, B. 2006. Para entender la fruticultura. Cuarta Edición. Ediciones Bruno Razeto, Santiago, Chile. 518 p.

Ryan, D. and K. Robards. 1998. Phenolic compounds in olives. *The Analyst, Royal Society of Chemistry* 123: 31-44.

Salas, J. M. Pastor, J. Castro y V. Vega. 1997. Influencia del riego sobre la composición y características organolépticas del aceite de oliva. *Revista Grasas y Aceites* 48: 74-82.

Sepúlveda, E. 1998. Manual de trabajos prácticos de análisis de alimentos. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Publicación Docente nº 4. Santiago, Chile. 51 p.

Soler, A. 2009. Estudio de la capacidad antioxidante y la biodisponibilidad de los compuestos fenólicos del aceite de oliva. Primeras etapas en el desarrollo de un aceite de oliva funcional. Tesis doctoral. Universidad de Lleida, Departamento de Tecnología de los Alimentos. Lleida, España. 262 p.

Stefanoudaki, E. F. Kotsifaki and A. Koutsaftakis. 2000. Sensory and chemical profiles of three European olive varieties (*Olea europaea* L.); an approach for the characterization and authentication of the extracted oils. *Journal of Food Science and Agriculture* 80: 381-389.

Sudzuki, K. 2006. Fenología de cuatro variedades de olivo para aceite en la comuna de Melipilla, Región Metropolitana. Memoria Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 28 p.

Tous, J. A. Romero, A y J. Plana. 1998. Comportamiento agronómico y comercial de cinco variedades de olivo en Tarragona. *Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetal* 13: 97-109.

Tovar, M.J. 2001. Estudio del efecto de la aplicación de diferentes estrategias de riego al olivo (*Olea europaea* L.) de la variedad Arbequina sobre la composición del aceite. Tesis doctoral. Universidad de Lleida, Departamento de Tecnología de los Alimentos. Lleida, España. 157 p.

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* 32:249-244.

Tsimidou, M. 1998. Polyphenols and quality of virgin olive oil in retrospect. *Italian Journal of Food Science* 10: 99-116.

Uceda, M. M. Hermoso y M.P. Aguilera. 2008. La calidad del aceite de oliva. pp.701-727. *In: Barranco, D. R. Fernández-Escobar y L. Rallo. (Ed.). El cultivo del olivo. 6ª Edición. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 846 p.*

Uceda, M. 2009. Composición y calidad de los aceites de olive vírgenes extra. Influencia de la variedad. *In: Vilar, J. (Ed.). Algunas contribuciones sobre olivicultura y elaiotecnia desde la perspectiva de la experiencia. Edición Gea Westfalia Separator Andalucía, Jaén, España. 308 p.*

Westwood, M. 1982. Fruticultura de zonas templadas. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 439 p.

ANEXO I**Índice de madurez de Ferreira**Clases

Clase 0: Piel verde intenso.

Clase 1: Piel verde amarillo.

Clase 2: Piel verde con manchas rojizas en menos de la mitad del fruto. Inicio de envero.

Clase 3: Piel rojiza a morada en más de la mitad del fruto. Final de envero.

Clase 4: Piel negra y pulpa blanca.

Clase 5: Piel negra y pulpa morada sin llegar a la mitad de la pulpa.

Clase 6: Piel negra y pulpa morada sin llegar al hueso.

Clase 7: Piel negra y pulpa morada totalmente hasta el hueso.

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 el índice de madurez se obtiene por la siguiente fórmula:

$$I.M. = \frac{A*0 + B*1 + C*2 + D*3 + E*4 + F*5 + G*6 + H*7}{100}$$

ANEXO II

Pauta de evaluación sensorial

DEPARTAMENTO DE AGROINDUSTRIA Y ENOLOGÍA, UNIVERSIDAD DE CHILE

Hoja de perfil

Nombre del Catador: _____

Notas olfato gustativas – táctiles

Nº de la muestra: _____

Fecha: _____

Atributos	Intensidad de Percepción					
	0	1	2	3	4	5
Frutado de aceituna (madura o verde) (*)						
Manzana						
Otra(s) fruta(s) madura(s)						
Verde (hoja) (hierba) (*)						
Amargo						
Picante						
Dulce						
Astringencia						
Higuera						
Almendra						
Madera						
Frambuesa						
Plátano						
Mora						
Hierba recién cortada						
Tomate (planta, hoja, fruto) (*)						
Menta						
Otras sensaciones. Describalas.....						
Agrio/ Avinado/ Avinagrado/ Ácido (*)						
Basto						
Metálico						
Moho/ Humedad (*)						
Borras/ Turbio (*)						
Atrojado						
Rancio						
Otro(s) atributo(s) intolerable(s) ¿Cuáles?.....						

(*) Tachese lo que no proceda.

Nota: es obligatorio indicar la ausencia de la nota sensorial marcando con una "X" en la casilla correspondiente.

Observaciones:

Intensidad de la percepción
0 Ausencia total
1 Casi imperceptible
2 Baja
3 Media
4 Grande
5 Extrema

Fuente: Estación de Olivicultura. C.I.F.A. "Venta del Llano" de Mengibar (Jaén), 2001.

APÉNDICE I

Ecuaciones de la recta correspondiente a cada curva según huerto de ensayo y tratamiento de poda.

Huerto	Tratamiento	Ecuación de la recta
El Oliveto	T1 Sin poda	$Y = -0,0002x + 0,641$
	T2 33,3% poda	$Y = -0,0003x + 0,639$
	T3 50% poda	$Y = -0,0003x + 0,616$
Los Lirios	T1 Sin poda	$Y = -0,0002x + 0,592$
	T2 33,3% poda	$Y = -0,0002x + 0,634$
	T3 50% poda	$Y = -0,0002x + 0,611$