



**Universidad de La Serena  
Facultad de Ciencias  
Escuela de Agronomía**

# **Caracterización Química y Sensorial de Aceites de Oliva Virgen de Cuatro Variedades Cultivadas en las Provincias de Limarí y Choapa, Región de Coquimbo.**

**Seminario de Título para optar al Título de Ingeniero Agrónomo y al Grado  
Académico de Licenciado en Agronomía.**

**Profesora Guía: Dra. Ing. Agr. Sra. Adriana Benavides López**

**Andrea Cristina Rodríguez Silva**

**Julio / 2007**

## **AGRADECIMIENTOS**

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han hecho posible la realización y culminación de este estudio, y especialmente:

A la Dra. Ingeniera Agrónoma Sra. Adriana Benavides López, académica titular del área de Fruticultura y Postcosecha de la Escuela de Agronomía de la Universidad de La Serena, quien me ayudó a llevar a cabo este importante desafío, con sus conocimientos y apoyo de forma incondicional.

A la Sra. Fabiola Jamett, Químico Laboratorista del Laboratorio de Análisis Químico de Aceite de Oliva, por sus conocimientos, buena voluntad y colaboración.

Al Sr. Mario Astorga, Ingeniero Agrónomo del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Oficina Técnica Limarí, por sus conocimientos y colaboración.

A todos los profesores de la Escuela de Agronomía de la Universidad de La Serena, por darme las herramientas necesarias para formarme como persona y profesional.

A todo el personal no académico del Campus Limarí, por su buena voluntad y buena disposición.

## DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo, el cual es el fin de un importante camino que me abre las puertas a un futuro en el cual he proyectado mi vida, a todos los que confiaron y estuvieron conmigo:

En primer lugar a Dios, quien siempre esta a mi lado y me dio las fuerzas necesarias para superar los momentos difíciles.

A mi familia, ya que sin su apoyo jamás habría sido posible llevar a cabo este camino. A mi madre Nelida, que me dió la vida y ha sido padre y madre, quien en los momentos difíciles siempre ha tenido las palabras y consejos para ayudarme a salir adelante. A mi abuelo Guillermo, que ha sido como un padre y sus sabios consejos me han dado fuerza y guiado mi vida. A mi tío Daniel, que confió en mi y me apoyó para emprender esta gran experiencia. En especial a quienes ya no están a mi lado y desde el cielo me cuidan e iluminan mis pasos, mi abuelita Hortensia, que siempre fue una madre y me brindo todo su apoyo y cariño y mi padre Juan, que siempre esta en mi corazón.

A mis amigas y compañeras que siempre son un gran recurso, y aunque nuestras vidas tomen cursos diferentes siempre estaremos cerca; María Isabel, Paula, Katia, Karina y Viviana. A Sebastián por su apoyo y compañía.

A todo los quiero y agradezco.

**“Dios te hace nacer, te hace crecer, llena tu alma, sucesivamente, de deseos, de arrepentimientos, de alegrías, de sufrimientos, de cólera, de perdón. Luego te recoge en su propio ser. Tú eres aquél que se perfecciona. Y si sabes descubrir que eres una rama agitada por el viento, bien unida al olivo, disfrutarás la eternidad en tus movimientos.”**

**Exupéry.**

## INDICE DE MATERIAS

Contenido	Página
RESUMEN	
SUMMARY	
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. El olivo.	3
1.1.1. Requerimientos de clima y suelo.	3
1.1.2. Ciclo anual.	4
1.1.3. Olivos de variedades aceiteras.	5
1.1.3.1. Variedad Arbequina.	5
1.1.3.2. Variedad Frantoio.	5
1.1.3.3. Variedad Leccino.	6
1.1.3.4. Variedad Coratina.	6
1.2. Características edafoclimáticas y manejos agronómicos de las localidades seleccionadas para el estudio.	7
1.2.1. Parcela experimental “Las Cañas”.	7
1.2.1.1. Características climáticas.	7
1.2.1.2. Caracterización físico y química de los suelos.	7
1.2.1.3. Manejo agronómico del huerto.	8
1.2.2. Fundo Los Lirios.	9
1.2.2.1. Características climáticas.	9
1.2.2.2. Caracterización físico y química de los suelos.	9
1.2.2.3. Manejo agronómico del huerto.	10
1.3. Proceso de elaboración de aceite de oliva virgen.	10
1.3.1. Molienda.	11
1.3.2. Batido.	11
1.3.3. Extracción líquido – sólido.	12
1.3.4. Extracción selectiva.	12

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
1.3.5. Extracción por centrifugación.	12
1.3.6. Extracción líquido – líquido.	12
1.3.7. Almacenamiento.	13
1.3.8. Envasado.	13
1.4. Composición química del aceite de oliva.	13
1.5. Clasificación del aceite de oliva.	14
1.6. Calidad del aceite de oliva.	15
1.7. Factores que influyen en la calidad del aceite de oliva.	16
1.8. Constituyentes que diferencian la calidad nutricional y de estabilidad de un aceite de oliva virgen.	17
1.8.1. Tocoferoles.	17
1.8.2. Ácidos grasos.	18
1.8.3. Polifenoles.	19
1.8.4. Análisis sensorial.	20
1.9. Hipótesis de la investigación.	24
2. OBJETIVOS	25
2.1. Objetivo general.	25
2.2. Objetivos específicos.	25
3. MATERIALES Y MÉTODOS	26
3.1. Época y localización del estudio.	26
3.2. Material vegetal.	26
3.3. Método.	27
3.3.1. Muestreo en campo.	27
3.3.2. Medición de índices biométricos.	28
3.3.3. Elaboración del aceite.	29
3.3.4. Análisis químico y sensorial del aceite.	29
3.4. Diseño experimental y tratamientos.	31
3.5. Análisis estadístico.	31

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
3.5.1. Análisis de componentes principales (PCA).	32
3.5.2. Análisis de regresión por cuadrados mínimos parciales (PLS).	32
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
4.1. Evaluación de índices biométricos del fruto al momento de la recolección.	34
4.1.1. Localidad de Los Lirios.	34
4.1.2. Localidad de Las Cañas.	35
4.2. Valoración química de los aceites.	37
4.2.1. Criterios de calidad para el aceite de oliva.	37
4.2.1.1. Localidad de Los Lirios	37
4.2.1.2. Localidad de Las Cañas.	39
4.2.2 . Composición acídica de los aceites de oliva.	41
4.2.2.1. Localidad de Los Lirios.	41
4.2.2.2. Localidad de Las Cañas.	44
4.2.3. Contenido de polifenoles totales.	46
4.2.3.1. Localidad de Los Lirios.	47
4.2.3.2. Localidad de Las Cañas.	48
4.3. Valoración organoléptica de los aceites.	48
4.3.1. Localidad de Los Lirios.	49
4.3.2. Localidad de Las Cañas.	51
4.4. Comparación de atributos químicos y sensoriales entre variedades en cada zona de producción.	53
4.4.1. Localidad de Los Lirios.	53
4.4.2. Localidad de Las Cañas.	56
5. CONCLUSIONES	60
6. BIBLIOGRAFÍA	62

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
1.	Ciclo anual del olivo.	4
2.	Perfil sensorial para aceites provenientes de la variedad Frantoio.	50
3.	Perfil sensorial para aceites provenientes de la variedad Coratina.	50
4.	Perfil sensorial para aceites provenientes de la variedad Leccino.	51
5.	Perfil sensorial para aceites provenientes de la variedad Arbequina.	52
6.	Perfil sensorial para aceites provenientes de la variedad Frantoio.	52
7.	Características sensoriales, polifenoles totales y ácidos grasos de distintas variedades de olivos cultivadas en la localidad de Los Lirios, Provincia de Limarí.	54
8.	Coeficientes de regresión entre el nivel de polifenoles y los principales ácidos grasos, atributos positivos y variedades en estudio.	54
9.	Correlación del ácido oleico con los principales ácidos grasos, atributos positivos y variedades en estudio.	55
10.	Coeficientes de regresión entre el nivel de ácido oleico y los principales ácidos grasos, atributos positivos y variedades en estudio.	56
11.	Características sensoriales, polifenoles totales y ácidos grasos de distintas variedades de olivos cultivadas en la localidad de Las Cañas, Provincia de Choapa.	57
12.	Coeficientes de regresión entre el nivel de polifenoles y los principales ácidos grasos, atributos positivos y variedades en estudio.	57
13.	Correlación del ácido oleico con los principales ácidos grasos, atributos positivos y variedades en estudio.	58
14.	Coeficientes de regresión entre el nivel de ácido oleico y los principales ácidos grasos, atributos positivos y variedades en estudio.	59

## INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Nivel de fertilidad del suelo.	8
2. Nivel de fertilidad del suelo.	9
3. Clasificación de aceites de oliva y aceites de orujo de oliva.	15
4. Descripción del estado de madurez para el cálculo del índice de madurez.	28
5. Tratamientos en la localidad de Los Lirios.	31
6. Tratamientos en la localidad de Las Cañas.	31
7. Índices biométricos del fruto de las distintas variedades de olivo cultivadas en la localidad de Los Lirios.	34
8. Índices biométricos del fruto de las distintas variedades de olivo cultivadas en la localidad de Las Cañas.	36
9. Criterios de calidad para el aceite de oliva de las distintas variedades de olivo cultivadas en la localidad de Los Lirios.	37
10. Criterios de calidad para el aceite de oliva de las distintas variedades de olivo cultivadas en la localidad de Las Cañas.	39
11. Niveles de ácidos grasos promedio (%) de distintas variedades de olivos cultivadas en la localidad de Los Lirios, Provincia de Limarí.	42
12. Niveles totales de ácidos grasos saturados e insaturados y las relaciones existentes entre estos de distintas variedades de olivo cultivadas de la localidad de Los Lirios, Provincia de Limarí.	43
13. Relaciones entre los principales ácidos grasos provenientes de aceites de diferentes variedades cultivadas en la localidad de Los Lirios.	44
14. Niveles de ácidos grasos promedio (%) de distintas variedades de olivos cultivadas en la localidad de Las Cañas, Provincia de Choapa.	44



<b>Cuadro</b>		<b>Página</b>
15.	Niveles totales de ácidos grasos saturados e insaturados y las relaciones existentes entre estos de distintas variedades de olivo cultivadas de la localidad de Las Cañas, Provincia de Choapa.	45
16.	Relaciones entre los principales ácidos grasos provenientes de aceites de diferentes variedades cultivadas en la localidad de Las Cañas.	46
17.	Contenido de polifenoles totales de distintas variedades de olivos cultivadas en la localidad de Los Lirios, Provincia de Limarí.	47
18.	Contenido de polifenoles totales de distintas variedades de olivos cultivadas en la localidad de Las Cañas, Provincia de Choapa.	48
19.	Atributos positivos (intensidad) de aceites provenientes de diferentes variedades de olivas cultivadas en la localidad de Los Lirios, Provincia de Limarí.	49
20.	Atributos positivos (intensidad) de aceites provenientes de diferentes variedades de olivas cultivadas en la localidad de Las Cañas, Provincia de Choapa.	51

## INDICE DE ANEXOS

<b>Anexo</b>	<b>Página</b>
1. Sistema de Centrifugación en 3- Fases	I
2. Sistema de Centrifugación de 2- Fases	II
3. Hoja de valoración (COI/T20 Doc N° 15 Rev 1). Vigente desde el 1 de septiembre de 2002.	III

## RESUMEN

Aun cuando la actividad olivícola está siendo un negocio emergente en Chile al que se le atribuye un futuro próspero, la producción de aceite de oliva ha comenzado a despertar un alto interés en el país. Existe una percepción generalizada de que con esta actividad puede darse algo similar a lo sucedido con el vino, donde aprovechando cualidades edafoclimáticas locales y el uso de tecnologías de punta, se ha logrado posicionar al vino como un producto de calidad.

El cultivo del olivo está distribuido en Chile desde la Región I a la VIII, incluso se encuentra en algunos microclimas de la IX Región, dado que existen muy buenas condiciones para poder desarrollar una olivicultura moderna. La IV Región según estimaciones de ODEPA alcanza 1232 ha donde el 95% de la producción es destinada a la elaboración de aceite, destacando las variedades aceiteras, tales como, Frantoio, Arbequina y Picual.

Este estudio se realizó con el objetivo de recopilar antecedentes sobre la calidad química y sensorial de los aceites de las variedades Frantoio, Leccino y Coratina en la localidad de Los Lirios, Provincia de Limarí y Arbequina y Frantoio en la localidad de Las Cañas, Provincia de Choapa.

De acuerdo a las condiciones edafoclimáticas y de manejo agronómico presentadas en ambas localidades, los resultados obtenidos mostraron que las variedades mencionadas presentan un alto contenido en ácidos grasos monoinsaturados, específicamente ácido oleico. La variedad Frantoio, en ambas localidades manifestó una mayor personalidad respecto a las variedades Leccino y Arbequina y Coratina con un alto contenido de ácido oleico y polifenoles totales y un reducido contenido de ácidos palmítico y linoleico, para las cuatro variedades se detectó características nutricionales y sensoriales excelentes desde el punto de vista de la salud.

**Palabras clave:** aceite de oliva, calidad, ácidos grasos, análisis sensorial, análisis químico.

## SUMMARY

Even though the oleicole activity is being an emergent business in Chile to that a prosperous future is attributed to it, the olive oil production has begun to wake up a high interest in the country. A generalized perception exists of which with this activity can occur something similar to the happened thing to the wine, where taking advantage of local environments qualities and top of technologies, it has been managed to position the wine like as a quality product.

The oleiculture of the olive tree is distributed in Chile from I to the VIII Region, even is in some microclimates of the IX Region, since very good conditions exist to be able to develop a modern culture of the olive tree. The IV Region according to ODEPA estimations reaches 1232 hectares. Where 95% of the production are destined to the oil elaboration, emphasizing the oil varieties, such as, Frantoio, Arbequina and Picual.

This study was made with the objective to compile antecedents on the chemical and sensorial quality of oils of the varieties Frantoio, Leccino and Coratina in the locality de Los Lirios, Province of Limarí and Arbequina and Frantoio in to locality of Las Cañas, Province of Choapa.

According to the environment conditions and of agronomy handling in both localities, the obtained results showed that the mentioned varieties present a high monounsaturated fatty acid content, acid specifically oleic. The Frantoio variety, in both localities showed a greater personality with respect to the varieties Leccino and Arbequina and Coratina with a high total oleic acid content and polyphenol and a reduced palmitic and linoleic acid content, for the four varieties detected excellent nutritional and sensorial characteristics from the point of view of the health.

**Key words:** olive oil, quality, fatty acids, sensorial analysis, chemical analysis.

## 1. INTRODUCCION

El aceite de oliva ha ganado en popularidad debido a su calidad, por los potenciales beneficios para la salud derivados de su utilización. Esto ha propiciado un incremento mundial de su consumo en la última década, hay países importadores que han tenido crecimientos en su uso muy significativos como Japón (687%), Canadá (140%), Estados Unidos (114%), Australia (103%) y Brasil (66%) (Oleohispana, 2005).

La producción nacional también va en aumento. Hoy se estima que de las cerca de 7.000 hectáreas de olivos plantadas en el país, unas 4.000 se destinan para aceite y que el negocio crece en 1.000 ha/año. Según estimaciones de Chile Oliva los retornos por exportaciones deberían llegar a US\$ 10 millones en 5 años más. Se está viviendo un pequeño boom olivícola, con nuevos actores nacionales e internacionales entrando al negocio y con las perspectivas de que si se “aprovecha” inteligentemente la fama que tiene Chile de buen productor de frutas, vinos y salmón, se puede incorporar al aceite de oliva en la oferta internacional (Guerra, 2005).

La industria olivícola, en Chile es incipiente. En la actualidad no se puede competir con los grandes países productores de aceite, tales como España e Italia, debido a los volúmenes de producción que éstos manejan. Por otro lado no existen estudios por periodos de cosecha consecutivos que indiquen que el aceite producido tiene la misma calidad nutricional (composición) o presentan diferencias en todas las zonas productivas del país, entre y en distintas variedades. Por ejemplo el contenido de ácidos grasos define a los aceites obtenidos, dentro de ciertos límites. Las relaciones existentes de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados son índices válidos para considerar su valor nutricional (Civantos, 1999). Por lo tanto se podría estar obteniendo un aceite con contenido bajo en la relación linoleico-palmitico y alto en oleico,

característico de los aceites españoles, italianos y griegos y otro tipo con contenido alto de linoleico-palmítico y bajo en oleico, aceite característico tunecino.

La latitud, condiciones climáticas, variedad y el grado de madurez afectan la composición de los ácidos grasos, componente principal de los aceites de oliva. Algo similar ocurre en el caso de los tocoferoles y polifenoles, constituyentes que influyen en la estabilidad del aceite. Si bien la variedad tiene una notable influencia, la época de recolección tiene un peso significativo sobre éstos.

Entonces mejorar la competitividad de la comercialización del aceite de oliva chileno no pasa sólo por establecer las bases de una industria nacional de calidad certificada reglamentariamente sino que, además, por propiciar la investigación que permita caracterizar los aceites en las condiciones de manejo de los olivos en todas las zonas, con diferencias edafoclimáticas (Fundación Chile, 2000).

La obtención de aceites de alta calidad nutricional comienza desde la plantación, es por esto que se hace necesario conocer el comportamiento de diversas variedades de olivos y la calidad nutricional de sus aceites, en las diferentes localidades de ésta y otras regiones en vías de mantener o mejorar este producto tan cotizado actualmente.

Bajo este prisma el estudio apunta a obtener una primera caracterización de aceites de oliva virgen en dos localidades: Las Cañas, Provincia de Choapa (Huerto Experimental) en dos variedades Arbequina y Frantoio y Los Lirios, Provincia de Limarí (Plantación Comercial) en las variedades Frantoio, Leccino y Coratina.

## **1.1. EL OLIVO.**

### **1.1.1. Requerimientos de Clima y Suelo.**

El olivo proviene de un clima mediterráneo que se caracteriza por presentar dos estaciones: una fría y húmeda, donde la especie logra el receso y la dormancia invernal, y otra calurosa y seca, que es cuando se produce la fructificación. El requerimiento de frío invernal para su floración se basa en una fluctuación de temperaturas entre 2 y 12.5°C (Ibacache, 2001).

El olivo no tolera temperaturas menores de -10°C, y no presenta problemas de heladas, con excepción de las variedades muy tempranas, en las que el fruto se ve muy dañado. Elevados requerimientos de calor (entre la brotación y la floración transcurren 3-4 meses y de la floración hasta la recolección, 6-7 meses). Los agentes meteorológicos que lo afectan gravemente son los vientos secos y las temperaturas elevadas durante la floración, de forma que se produce el aborto ovárico generalizado, resintiéndose seriamente la producción. Es muy resistente a la sequía, aunque el óptimo de precipitaciones se sitúa entorno a los 650 mm bien repartidos. En casos de extrema sequía se induce la producción de flores masculinas (Muñoz et al; 1998).

El olivo es una especie muy rústica, de fácil cultivo, pero plantado en terrenos marginales, su productividad se ve disminuida.

Suelos adecuados para el olivo son de una profundidad efectiva superior a 0.8 m, donde el crecimiento de raíces no sea impedido por algún tertel o napa freática. Se ha informado que crece bien en suelos de reacción que van de moderadamente ácidos a moderadamente alcalinos (pH entre 5,5 y 7,5). La tolerancia a la salinidad, es bastante elevada tolerando hasta menos de 4 dS/m. (Guerrero, 1997).

### 1.1.2 Ciclo Anual.

Después del periodo de reposo invernal, el crecimiento en primavera se inicia con la brotación de las yemas apicales y algunas axiales que se desarrollaron en la temporada anterior. Las últimas ya diferenciadas, darán lugar a brotes e inflorescencias. Hacia mediados de septiembre las yemas vegetativas brotan, algo mas tarde que las yemas florales. El crecimiento continuo de los brotes dura aproximadamente hasta fines de enero; luego un segundo flujo de crecimiento ocurre entre los meses de marzo y abril asociado a la disminución de la temperatura diurna (Tapia et al., 2003). En la Figura 1 se muestra el ciclo anual del olivo.

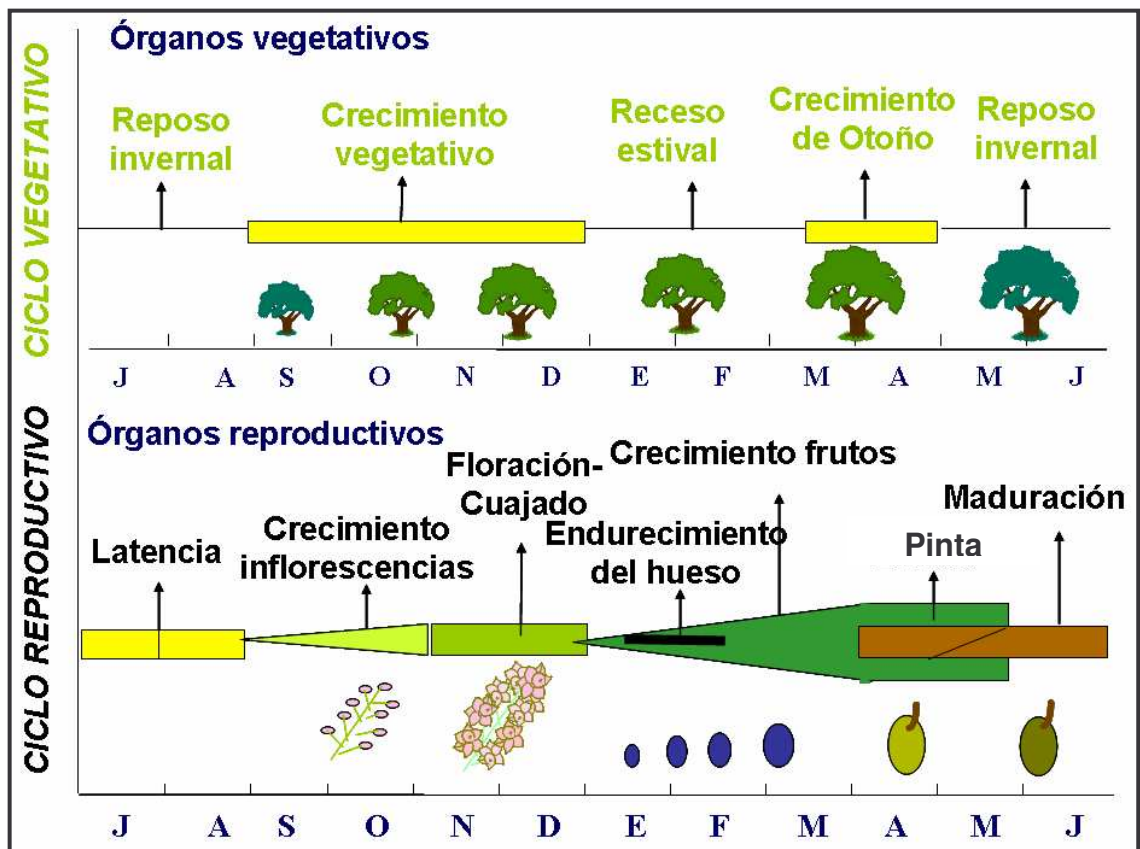


Figura 1: Ciclo anual del olivo. Fuente: Tous, 2003.



### **1.1.3. Olivos de Variedades Aceiteras.**

#### **1.1.3.1. Variedad Arbequina.**

De acuerdo a Barranco et al. (1998) es una variedad muy productiva, poco añera y de entrada en producción precoz. Es rústica y resistente a las heladas. Su vigor reducido permite su utilización en plantaciones intensivas con densidades superiores a las normales (1000 árboles/ha). En la IV Región se presenta una superficie de 113,56 ha, con una densidad de plantación promedio de 628 árboles/ha (CIREN-ODEPA, 2005).

Los frutos son pequeños (1,5 g/fruto), esféricos y se presentan arracimados, según estudios realizados en la IV Región presenta un contenido de aceite de 58% (% sobre materia seca) (Ibacache y Astorga, 2003). Produce un aceite de excelente calidad, aunque de baja estabilidad, suave, muy estimado por su composición de aceites o coupages y se destina fundamentalmente a la exportación.

#### **1.1.3.2. Variedad Frantoio.**

Es la principal variedad italiana, muy apreciada por su productividad elevada y constante capacidad de adaptación a diferentes condiciones medio ambientales, aunque sensible al frío invernal. El último catastro frutícola de la IV Región informa que existe una superficie de 236,14 ha, con una densidad promedio de plantación de 414 árboles/ha (CIREN-ODEPA, 2005).

Presenta frutos de tamaño mediano (2,5 g/fruto) con un contenido graso medio a elevado, de forma ovalada, adquiere en la madurez un color violáceo muy característico, con puntuaciones bien notables. La maduración se produce en forma dispareja. Proporciona aceite de muy buena calidad, con un contenido de aceite de 50% (% sobre materia seca) en la IV Región (Ibacache y Astorga,

2003). El aceite es muy apreciado por sus excelentes características organolépticas y por su estabilidad. (Barranco et al., 1998).

#### **1.1.3.3. Variedad Leccino.**

Es una variedad vigorosa, con hábito de crecimiento abierto, considerada rústica por su adaptación a diferentes condiciones de suelo y por su especial tolerancia al frío. Su capacidad de enraizamiento es elevada. Es apreciada por su precoz entrada en producción y su productividad elevada y constante. Se considera tolerante al repilo. (Tapia et al., 2003). Según el Catastro Frutícola de la IV Región posee una superficie de 137.81 ha, con una densidad de plantación promedio de 437 árboles/ha (CIREN-ODEPA, 2005).

Sus frutos son de tamaño medio (3,0 g/fruto), con época de maduración muy precoz y baja resistencia al desprendimiento, lo que facilita la cosecha mecánica. Según estudios realizados en la IV Región el contenido graso es de 51% (% sobre materia seca) (Ibacache y Astorga, 2003).

#### **1.1.3.4. Variedad Coratina.**

Árbol de vigor medio de precoz entrada en producción, con productividad elevada y relativamente constante, se considera tolerante al frío. La IV Región presenta una superficie de 146,18 ha con una densidad promedio de 492 árboles/ha (CIREN-ODEPA, 2005).

Los frutos son de tamaño medio (4 g/fruto), presenta una maduración tardía y una muy elevada fuerza de retención lo que dificulta la cosecha mecánica. El contenido de aceite según estudios realizados en la IV Región es de 55% (% sobre materia seca) (Rojas et al., 2003) y presenta excelente características organolépticas y estabilidad (Tapia et al., 2003).

## **1.2. CARACTERÍSTICAS EDAFOCLIMÁTICAS Y MANEJOS AGRONÓMICOS DE LAS LOCALIDADES SELECCIONADAS PARA EL ESTUDIO.**

### **1.2.1. Parcela experimental “Las Cañas”.**

#### **1.2.1.1. Características climáticas.**

La parcela se encuentra en el Sector Las Cañas, 25 km al sur oeste de Illapel (31°50'S, 70°51'O, 580 m.s.n.m) en la Provincia de Choapa. La localidad de La Cañas presenta temperaturas mínimas medias de 5,5 a 4,8 °C durante el mes de julio y máximas de 22 a 26 °C durante los meses de octubre a marzo, con un incremento de las horas frío de 600 a 850 con un periodo de 11 meses libre de heladas (Novoa et al., 1989).

#### **1.2.1.2. Caracterización físico y química de los suelos.**

Los suelos del área se extienden por la ribera sur del río Choapa, de este a oeste, presentando una clara exposición norte. En su mayor parte corresponden a suelos en posición de piedmonts. Hacia el poniente (Sector Las Cañas) el material original sería de origen granítico. Generalmente presentan una pendiente superior al 4%, con una textura superficial franco arcillosa y a los 25 cm predomina una arcilla densa. Su profundidad es variable al igual que su pedregosidad. En profundidad (80 a 100 cm) se manifiesta reacción al HCl lo que estaría determinando la presencia de carbonatos. En profundidad son rojizos lo que indicaría una clara influencia de óxidos de Fe, como material predominante. Su grado de erosión es manifiesto y su principal factor limitante es la pendiente y la arcilla densa subsuperficial. La aptitud del suelo para el riego corresponde a la categoría 4 (INIA, 2005).

El Cuadro 1 muestra el nivel de fertilidad en el suelo de la parcela de Las Cañas, los cuales poseen un pH ligeramente alcalino; con un alto contenido de

materia orgánica en la primera estrata, la conductividad eléctrica es baja; los niveles de nitrógeno y fósforo son bajos, mientras que el potasio se encuentra en un nivel adecuado (INIA, 2005).

**Cuadro 1:** Nivel de fertilidad del suelo.

Profundidad	pH	M.O. %	C.E. dS/cm	N	P Ppm	K
Estrata 1	7,6	3,1	0,5	7	2	268
Estrata 2	8,1	0,9	0,6	3	1	220

Fuente: INIA, 2005.

### 1.2.1.3. Manejo agronómico del huerto.

Los árboles poseen un sistema de conducción en vaso, donde el manejo de poda consiste en la eliminación de ramas que se encuentran por debajo de los 80 cm, ramas secas y quebradas. El riego se realiza mediante sistema de goteo, con 4 goteros por planta, completando una línea de goteros a 1m de distancia. La programación del riego se realiza para el 100% de la demanda, sobre la base de las estimaciones de evapotranspiración del cultivo.

La fertilización se realiza basándose en análisis foliar. Debido a que los niveles de N, P y K son adecuados, no se han realizado fertilizaciones durante la temporada 2005.

Durante la temporada se detectó conchuela negra del olivo (*Saissetia oleae*), controlándose con aceite mineral 1,5% +DZN 600 (Diazinón). En cuanto a las enfermedades se detectó Repilo aplicándose oxiclورو de cobre al 1%. El control de malezas, se realiza controlando entre hilera con herbicidas y sobre el camellón, alrededor de la planta, se efectúa una labor manual “del metro”, con azadón, debido a que el suelo se maneja en cero labranza. La mayoría de las

malezas son anuales, principalmente alfilerillos (*Erodium* spp), por lo que se utilizó Paraquat en el estado de plántulas.

## 1.2.2. Fundo Los Lirios.

### 1.2.2.1. Características climáticas.

El fundo Los Lirios se encuentra en el sector de Camarico, 16 Km. al sur oeste de Ovalle ( $30^{\circ} 42' 31.5''S$   $71^{\circ} 17' 4.2''O$  252 m.s.n.m) en la Provincia de Limarí. Esta localidad presenta temperaturas medias máximas de 27,5 a 28 °C durante el mes de enero con una suma térmica que varía entre 1300 y 1450 grados día. Temperaturas medias mínimas de 6,4 °C en el mes de julio y acumulación de 500 a 600 horas frío anuales (Novoa et al., 1989).

### 1.2.2.2. Caracterización físico y química de los suelos.

Los suelos del sector corresponden a lecho de río con presencia de arena y grava, con textura franco arcillosa.

**Cuadro 2.** Nivel de Fertilidad del Suelo.

Profundidad	pH	M.O. %	C.E. dS/cm	N	P ppm	K
Estrata 1	8,1	1,8	1,1	16	7	424
Estrata 2	8,7	1	1,5	9	1	288

Fuente: INIA, 2005.

El cuadro 2 muestra que la reacción del suelo es ligeramente alcalina, fluctuando entre 8,1 a 8,7. El contenido de materia orgánica es de un nivel bajo a medio, variando entre 1 y 1,8%, la conductividad eléctrica (CE) es adecuada presentando niveles inferiores a 4 dS/cm. Los niveles de nitrógeno y fósforo

presentan valores bajos, el contenido de potasio fluctúa entre 288 y 424 ppm, valores considerados adecuados.

### **1.2.2.3. Manejo agronómico del huerto.**

El sistema de conducción corresponde a un monocono perfecto, donde la poda se realiza todos los años durante los meses de julio y agosto, con el objetivo de formar el árbol e incrementar la producción. En la labor de poda son retiradas las ramas que se encuentran por debajo de un metro, la madera dañada y vieja, se elimina brotes vigorosos y se controla la luminosidad.

El riego se realiza por pulso con una frecuencia de 14 horas con un volumen de 2900 a 3000 m<sup>3</sup>/ha/año. La programación se realiza para el 100% de la demanda sobre la base de evapotranspiración del cultivo. La fertilización se basa en análisis foliar y se realiza vía fertirrigación. Se realiza aplicación de Boro antes de flor, en post cosecha se aplica Nitrógeno parcializado y NPK vía fertirrigación.

Los manejos fitosanitarios se realizan priorizando el uso de controles preventivos y productos más amigables con el medio ambiente, conforme con las Buenas Practicas Agrícolas (BPA). El principal problema detectado es el ataque de conchuela negra del olivo (*Saissetia oleae*), la que es controlada con una mezcla de insecticida y aceite mineral. Las malezas son eliminadas en su totalidad mediante el uso de herbicida, debido a que son hospederos de hormigas las que favorecen la presencia de conchuela negra del olivo.

### **1.3. PROCESO DE ELABORACIÓN DE ACEITE DE OLIVA VIRGEN.**

El aceite de oliva virgen es un zumo o jugo oleoso extraído, a través de un conjunto de operaciones mecánicas y/o físicas del fruto del olivo (Oleohispana,

2005). La recolección del fruto para la obtención de aceite, aun siendo una operación independiente de la elaboración propiamente tal, influye sensiblemente en las características de éste. Se debe tener presente en la cosecha la época en la cual la recolección debe realizarse y el sistema de elaboración a emplear. Se debe considerar el momento de madurez óptima, estado en el cual el fruto ha alcanzado la máxima cantidad de aceite (Barranco et al., 1998).

### **1.3.1. Molienda.**

Para un aceite de calidad, la oliva deberá procesarse en las 24 horas siguientes a su recogida. El primer paso necesario para obtener el aceite, cualquiera sea el método de separación empleado, es la molturación de las olivas. La finalidad de esta operación es la destrucción de los tejidos vegetales, desgarrando las membranas celulares, para así dejar en libertad a los glóbulos de aceite insertados en las vacuolas. Estos se agrupan entre sí formando gotas de tamaño variable, que a su vez, entran en contacto con el agua procedente del agua de vegetación, formando una emulsión aceite-agua (COI, 1996).

### **1.3.2. Batido.**

La finalidad del batido es reunir el mayor número de gotas de aceite dispersas en la masa molida formando una película sobrenadante (Alba et al., 1997). Para facilitar la operación será preciso elevar la temperatura del aceite entre 25° y 30°C para disminuir su viscosidad. La temperatura no deberá elevarse por encima de los valores señalados en vías de evitar pérdidas de aromas, así como, la aceleración de procesos de oxidación (Fundación Chile, 2001).

### **1.7.3. Extracción Líquido – Sólido.**

En esta etapa se separa los líquidos contenidos en la pasta. Los métodos empleados son filtración selectiva o percolación, presión y centrifugación de la pasta (Hermoso et al., 1998).

### **1.7.4. Extracción selectiva.**

Por acción del batido se produce la separación de una cierta cantidad de aceite en la fase continua. El aceite que sale de la pasta, reúne condiciones superiores a la que se obtiene posteriormente por intervención de la presión u otro sistema de separación de fases líquido - sólido (Civantos, 1999).

### **1.7.5. Extracción por centrifugación.**

Se puede considerar a este sistema como el procedimiento moderno de realizar la separación líquido - sólido por utilización de fuerza centrífuga. La separación del aceite de los otros componentes sólidos se debe a la diferencia de densidades de las mismas. Los hay de dos tipos; de tres y dos fases (Ver Anexo 1 y 2) (Jiménez, 2004).

### **1.7.6. Extracción Líquido – Líquido.**

Pretende separar la fase acuosa del aceite. Los procedimientos utilizados en la actualidad pueden separar dicha fase por decantación o centrifugación.

La separación de las dos fases líquidas por decantación natural se realiza en una serie de depósitos de mampostería, revestidos de azulejos y comunicados entre sí. Este proceso presenta muchos inconvenientes tales como gran necesidad de espacio, tiempo de contacto entre ambos líquidos prolongado, lo que



puede favorecer la aparición de atributos negativos en el aceite y difícil limpieza de los pozuelos (Hermoso et al., 1998).

Por otra parte la centrifugación vertical se basa en la diferencia de densidades entre ambos líquidos. Para ayudar a la separación, el aceite se lava con agua caliente (35 - 40 °C) obteniéndose un aceite limpio y una parte de agua que arrastra las impurezas. Tras el paso por la centrifuga vertical se produce la aireación del aceite y por tanto, se hace necesario clarificarlo, dejándolo en reposo al menos 24 horas (Barranco et al., 1998).

#### **1.7.7. Almacenamiento.**

La bodega donde se almacenarán los aceites debe reunir los siguientes requisitos tales como, aislamiento térmico en paredes y techos, sistema de calefacción/ventilación, iluminación moderada, alejada de focos que puedan transmitir al aceite sabores extraños, con suficiente número de depósitos para la correcta clasificación de los aceites (Alba et al., 1997).

#### **1.3.8. Envasado.**

Se debe tener en cuenta la protección frente al calor, luz y el oxígeno presente en el espacio de cabeza y en el embalaje (Hermoso et al., 1998).

### **1.8. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ACEITE DE OLIVA.**

La composición química del aceite de oliva permite, hasta cierto punto, conocer su potencialidad biológica como nutriente y en definitiva todas sus propiedades o cualidades que lo hacen más apetecible al consumidor (Tous et al., 1993).

El aceite de oliva, como todos los aceites vegetales está constituido fundamentalmente por dos grupos de compuestos. Una fracción saponificable que representa la mayor parte del peso total, entre 98 y 99%, formada por una mezcla de triglicéridos (ésteres naturales de ácidos grasos y de glicerina) y ácidos grasos libres; y una fracción insaponificable que representa entre 0.5 a 1.5%. Dicha fracción comprende otras muchas sustancias fundamentales como terpenos, esteroides, alcoholes, pigmentos (clorofila, carotenos), tocoferoles (vitamina E) y polifenoles. Varios de estos componentes minoritarios tienen un gran valor biológico, otros representan el factor principal del aroma y algunos son eficaces antioxidantes que protegen el aceite contra el proceso de enranciamiento (Aparicio, 2003).

### **1.9. CLASIFICACIÓN DEL ACEITE DE OLIVA.**

Para determinar la categoría de los aceites de oliva y los obtenidos a partir del orujo de oliva, se tiene en cuenta la acidez libre (expresada como la cantidad de ácido oleico) y las características organolépticas (Jiménez, 2004).

El mercado mundial del aceite de oliva adopta las clasificaciones y requisitos establecidos por la normativa del Consejo Oleícola Internacional (COI) y por el reglamento de la Unión Europea. La clasificación vigente contempla nueve categorías; cuatro autorizadas al consumo y cinco al comercio a granel (Fundación Chile, 2000a).

**Cuadro 3.** Clasificación de aceites de oliva y aceites de orujo de oliva.

Clase		Aceite apto para el consumo			Aceite no apto para el consumo					
		Virgen Extra	Virgen	Virgen Corriente	Virgen Lampante	Oliva Refinado	Oliva	Orujo de Oliva Crudo	Orujo de Oliva Refinado	Orujo Oliva
Características organolépticas	Mediana del defecto (mayor intensidad)	Me=0	0<Me>2.5	2.5<Me≤6.0 o Me≤2.5	Me ≥ 6.0	—	—	—	—	—
	Mediana del frutado	Me>0	Me>0	Me>0	—	—	—	—	—	—
Características químicas	Acidez libre % Ac. Oleico	< 0.8	< 2.0	< 3.3	> 3.3	< 0.3	< 1.0	No limitado	< 0.3	< 1.0

Fuente: Civantos, 2004.

### 1.10. CALIDAD DEL ACEITE DE OLIVA.

Definir la calidad del aceite de oliva, como de cualquier otro producto alimentario es una ardua tarea, que viene condicionada por una multitud de variables. No existe una calidad única, sino distintas y contempladas bajo diferentes ópticas, como son la comercial, nutricional, sanitaria y la relacionada con su valor culinario (Civantos, 2004).

La Calidad Reglamentada es la más sencilla de definir, por estar claramente establecida en la Norma Chilena relativa a requisitos para el Aceite de Oliva (NCh. 107. Of.2001) y en la Norma del Codex para los aceites de oliva vírgenes y refinados, y para el aceite de orujo de oliva refinado establecida por el Consejo Oleícola Internacional (COI) (Villa, 2004).

La calidad nutricional de un aceite de oliva se relaciona con su composición, tanto en la fracción saponificable como en la insaponificable. Parámetros tales como el contenido de ácido oleico, composición acídica, contenido de tocoferoles

o vitamina E y su relación con los ácidos grasos poliinsaturados definirán esta calidad permitiendo una diferenciación entre aceites de una misma variedad y entre variedades (Aparicio, 2003).

La calidad culinaria se asocia la utilización del aceite en crudo y/o en frituras atendiendo a aspectos nutricionales. Para la utilización en crudo son las características sensoriales lo fundamental para definir calidades. Mientras que para la utilización en frituras, son parámetros como la resistencia a la termoxidación, penetración de las grasas y vida útil en repetidas frituras las que hay que determinar para evaluar esta calidad (Tous et al., 1993).

Finalmente la calidad comercial, es la más difícil de precisar, ya que los aspectos a contemplar son muy variados y subjetivos. Se establece como parámetro objetivo la estabilidad, que permite predecir el enranciamiento y por ende la caducidad de un aceite. La estabilidad del aceite de oliva viene dada por el contenido de tocoferoles y polifenoles por lo que está ligada a su vez íntimamente con la calidad nutricional y ésta por la variedad y zona de la cual procede el aceite de oliva virgen (Barranco et al., 1998).

#### **1.11. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DEL ACEITE DE OLIVA.**

La calidad del aceite de oliva entendida en el sentido amplio comienza en el campo, el tipo de suelo en el que crece el olivo, las características del terreno en el que se establece, las circunstancias en las cuales han madurado las olivas, el cuidado con el que se haya realizado su recolección y molienda, incluida la climatología de cada temporada (Carpio et al., 1993). Por consiguiente, esto lleva a establecer entonces que podrían existir diferencias en el aceite desde un punto de vista químico y organoléptico.

Factores agronómicos intrínsecos son aquellos que difícilmente pueden modificarse. Entre ellos se encuentran la variedad y el medio agroecológico. (COI, 1996). Estudios al respecto muestran que hay una pequeña incidencia del factor agroecológico sobre la composición acídica de los aceites para un mismo cultivar; también existe una influencia sobre la fracción insaponificable, lo que se traduce en aceites de diferentes características sensoriales, sobre el contenido de polifenoles y tocoferoles expresado en  $\alpha$ -tocoferol (Barranco et al., 1998).

Factores agronómicos extrínsecos serían aquellos que pueden ser controlados, con relativa facilidad, como por ejemplo los manejos culturales con una marcada influencia sobre la producción de los árboles y, en consecuencia, sobre la del aceite (Tous, 1993).

Por otro lado la recolección tiene una marcada influencia sobre la calidad del aceite obtenido; por lo que tres serían los aspectos a considerar en la elaboración de éste, la época, la procedencia del fruto y el método (Aparicio, 2003).

## **1.8. CONSTITUYENTES QUE DIFERENCIAN LA CALIDAD NUTRICIONAL Y DE ESTABILIDAD DE UN ACEITE DE OLIVA VIRGEN.**

### **1.8.1. Tocoferoles.**

Los tocoferoles son antioxidantes naturales que aumentan la estabilidad de los alimentos grasos y cumplen una importante actividad biológica. Se han identificado varios tocoferoles aislados y han sido designados como  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  y  $\delta$ -tocoferol (Nolasco et al., 2002).

El conjunto de tocoferoles se llama también vitamina E. El más activo como vitamina es el alfa-tocoferol, con lo que representa una valiosa fuente nutritiva,

pero también el gamma-tocoferol tiene cierto valor. Su actividad como antioxidante parece seguir el orden inverso a su actividad biológica como vitamina, siendo el más eficaz el delta (Tous et al., 1993).

Debido a que son fáciles de oxidar, son excelentes agentes antioxidantes naturales y confieren estabilidad a la grasa o aceite que los posee, siendo siempre su contenido más alto en los aceites vírgenes (Aparicio., 2003).

### **1.8.2. Ácidos Grasos.**

Nombre común de un grupo de ácidos orgánicos. Los ácidos grasos pueden ser saturados y no saturados o insaturados. Ejemplos de ácidos grasos insaturados son el ácido oleico y el linoleico, ambos presentes en el aceite de oliva. (Aparicio, 2003).

Los ácidos grasos, salvo contadas excepciones, son los componentes fundamentales de un aceite o grasa. No se encuentran normalmente como ácidos grasos libres, cuando lo están es tan sólo en pequeñas cantidades, comunicando a la grasa cierta acidez. Normalmente los ácidos grasos están formando ésteres, habitualmente con la glicerina, para dar lugar a los glicéridos (mono, di y triaciglicerol) y fosfátidos. También pueden formar ésteres con alcoholes grasos de estructura lineal (ceras) o terpénica (ésteres de terpenos y ésteres se esteroides) (Aparicio, 2003).

El aceite de oliva se compone principalmente de ácido oleico (ácido monoinsaturado entre 55 y 83 %), posee un escaso porcentaje de ácidos grasos saturados (palmítico entre 7.5 a 20% y esteárico entre 0.5 a 5.0%) y una discreta porción de ácidos grasos poliinsaturados (linoleico entre 3.5 a 21% y linolénico 0 a 1.5%). Esta composición le confiere un carácter de aceite monoinsaturado, en

contraposición a los aceites extraídos de semillas oleaginosas que son más ricos en ácidos grasos poliinsaturados (Tous et al., 1993).

La variedad ha manifestado claramente su influencia en la composición acídica. También el medio agroecológico tiene una incidencia mayor o menor, sobre la composición acídica de los aceites de un mismo cultivar. Otros estudios afirman que la época de recolección tiene una marcada influencia sobre la composición de los aceites y sobre los caracteres sensoriales. A lo largo del proceso de maduración, una vez acabada la lipogénesis o proceso de formación del aceite, se producen cambios en la composición acídica (Barranco et al., 1999)

### **1.8.3. Polifenoles.**

Otros componentes del aceite de oliva cuya presencia ofrece ventajas son los compuestos fenólicos, que influyen en su calidad, sobre todo en la estabilidad frente a la autooxidación y en sus propiedades organolépticas. Dentro de los compuestos fenólicos se incluye a los polifenoles (Aparicio, 2003).

Los polifenoles son transferidos al aceite durante el proceso de extracción. La presencia de estos en el aceite de oliva virgen está relacionada con la estabilidad oxidativa y la calidad sensorial del aceite. En los aceites de calidad se prefieren valores comprendidos entre 150-300 mg/kg de polifenoles totales. Es un hecho reconocido que los sistemas de presión debido a la fuerza ejercida, permiten obtener aceites ricos en estos compuestos, mientras que los sistemas continuos provocan, por el contrario, una sensible disminución de los compuestos hidrosolubles y de una parte de los liposolubles secundarios (polifenoles, tocoferoles, clorofila). En los aceites oxidados o refinados, el contenido de polifenoles desciende notablemente e incluso llega a desaparecer (Tous et al., 1993).

En el contenido en polifenoles muestra una marcada incidencia del medio edafoclimático y la variedad, obteniéndose aceites con características sensoriales diferentes ya que los polifenoles son, en parte, responsables del amargor de los aceites (Civantos, 2004). Por otra parte el riego, incide sobre el contenido en polifenoles de los aceites, lo que origina un sabor más amargo de los aceites procedentes de secano. También la época de recolección tiene influencia sobre el contenido de polifenoles, ya que el contenido de estos incide sobre las características sensoriales de los aceites, un retraso en la época de recolección da lugar a aceites menos fragantes, más apagados, menos amargos y con sensación de mayor suavidad, siempre que el fruto esté sano y proceda del árbol (COI, 1996).

#### **1.8.4. Análisis Sensorial.**

La apreciación de los alimentos se produce fundamentalmente a través de la percepción sensorial y a pesar de disponer de procedimientos de analítica instrumental, cada vez los científicos son más conscientes de la necesidad de potenciar los métodos analíticos basados en dicha apreciación sensorial, que en definitiva son los más adecuados para la valoración final de la calidad de los alimentos, ya que el análisis de los componentes químicos y de las propiedades físicas de un alimento aporta información sobre la naturaleza del estímulo que percibe el consumidor, pero no sobre la sensación que éste experimenta al ingerirlo (Gutiérrez. 2002).

El mismo autor señala que la calidad sensorial es la que se aprecia por los sentidos. Es lo que nos hace decir que algo sabe bien, o que nos gusta su olor o su aspecto. En los alimentos, aunque se puede hablar de otros tipos de calidad, la sensorial es muy importante.



En cada tipo de alimento, lo que influye en su apreciación sensorial es su composición; pero no sólo cada elemento de esta composición sino también la relación de los distintos elementos. A menudo, lo que define la calidad sensorial es un equilibrio en su composición. Pero tienen que ser relaciones que puedan apreciarse por los sentidos humanos (FIA, 2002).

Se denomina análisis sensorial al examen de las propiedades organolépticas de un producto (aroma, sabor, textura), realizado con los órganos de los sentidos. Solamente aplicando métodos de ensayo científicamente exactos pueden obtenerse resultados reproducibles y analizarse estadísticamente (Alba et al., 1997). El objetivo del análisis sensorial es averiguar qué hace que los alimentos sean apreciados: obtener una fórmula que indique el grado de apreciación de los consumidores a partir de las descripciones de los productos alimenticios (Aparicio. 2003).

El aceite de oliva debe ser analizado de manera conjunta, tanto desde el punto de vista químico como sensorial. Los resultados de ambos análisis tienen igual importancia a la hora de clasificar el aceite de oliva virgen en sus diferentes categorías comerciales (Tous et al., 1993).

El aceite de oliva virgen posee unas especiales características organolépticas de olor, sabor y color que las distinguen del resto de aceites vegetales que se consumen refinados y, por tanto, estos últimos son inodoros, insípidos e incoloros. Estas características organolépticas son valoradas mediante análisis sensorial utilizando un panel de catadores, seleccionados y entrenados para dicha evaluación. El COI establece una normativa (COI T20/Doc.14) que define el método de selección de catadores, donde el número mínimo es de ocho panelistas y un jefe de panel. Se realiza a través de pruebas de panel, las cuales incluyen cualquiera de los ensayos organolépticos llevados a cabo, bajo condiciones controladas, de acuerdo con técnicas sensoriales preestablecidas.

Los datos de las respuestas individuales se tratan estadísticamente para conocer el error y objetivizar los resultados (Hermoso et al., 1998).

En la actualidad existen dos métodos para valorar la calidad del aceite de oliva virgen: uno es el recogido en el Reglamento de la CE 2568/91, Anexo XII, y otro es el método COI/T20 Doc Nº 15 /Rev 1, que es adoptado por la Unión Europea a partir del 1 de septiembre sustituyendo al vigente hasta entonces. Ambos métodos sólo se diferencian en la hoja de valoración y tratamiento de datos, teniendo el mismo vocabulario general y específico, las mismas condiciones de ensayo (copa, temperatura de aceite para la cata, temperatura y humedad ambiente) y método de selección (Tous et al., 1993).

El trabajo del panel consiste en evaluar los atributos positivos del aceite virgen, si los hubiera, los defectos gustativos y aromáticos originados por el mal manejo del fruto y/o del aceite. Cada catador que forme parte del panel deberá oler, y después probar el aceite sometido a examen contenido en la copa de cata, con el fin de analizar las percepciones olfativas, gustativas, táctiles y quinestéticas; a continuación deberá señalar en la hoja de perfil (Anexo 3) puesta a su disposición la intensidad a la que se percibe cada uno de los atributos negativos y positivos (Alba et al., 1997). En dicha hoja se analiza la intensidad de cada atributo sobre una escala no estructurada de 10 cm de longitud, anclada en su origen. En concreto se analizan siete atributos negativos del aceite, relacionados con una mala calidad del fruto (atrojado, avinado y moho), del proceso de extracción y conservación (borras, rancio, metálico), o de otros aspectos (otros defectos, siempre que estén definidos en el vocabulario recogido en la normativa vigente); y atributos positivos (frutado de oliva, amargo, picante, astringente, dulce) (Gutiérrez, 2002).

La necesidad del uso de paneles de cata se debe a que dichos defectos no son detectables con los análisis químicos que establece la norma, mientras que si

lo son por parte del consumidor (Tous et al., 1993). Los rasgos que perfilan las características sensoriales de los aceites vírgenes son aspecto, olor y sabor. Cualquier especialista en análisis sensorial de aceites deberá, poseer conocimientos básicos de psicología, fisiología, estadística y por supuesto un conocimiento suficiente de las características organolépticas de los distintos aceites, además de utilizar el vocabulario específico que le permita comunicarse sin ambigüedades con quienes trabajan en el mismo campo (Alba et al., 1997).

En los aceites de oliva virgen, factores como la variedad, las técnicas de cultivo, el índice de madurez a la cosecha, las condiciones agroclimáticas del medio y del año de producción, hacen que las características sensoriales de este producto sean muy diversas (Carpio, 1993).

## **1.9. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.**

Considerando los antecedentes anteriormente expuestos, el presente estudio postula que aceites de oliva vírgenes obtenidos de iguales o distintas variedades bajo condiciones edafoclimáticas diversas manifestarán diferencias en su composición química y cualidades organolépticas permitiendo establecer una caracterización por zona a través de la calidad nutricional y sensorial de los aceites.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GENERAL.**

- Evaluar la calidad nutricional y sensorial del aceite de oliva virgen procedente de cuatro variedades en dos zonas de producción de las Provincias de Limarí y Choapa.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Evaluar índices biométricos al momento de la recolección, para la caracterización de los frutos.
- Valorar las cualidades químicas y organolépticas de los aceites.
- Establecer una comparación respecto a atributos químicos y sensoriales entre variedades en cada zona de producción.

### **3. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1. ÉPOCA Y LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO.**

La investigación se realizó durante el período comprendido entre los meses de mayo de 2005 a mayo de 2006. Se ejecutaron ensayos de calidad de aceite de oliva virgen de las variedades Frantoio y Arbequina en la localidad de Las Cañas, Provincia de Choapa, plantación que corresponde a una parcela experimental dependiente del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), ubicada a 25 Km. al sur oeste de Illapel ( $31^{\circ}50'S$ ,  $70^{\circ}51'O$  580 m.s.n.m) y en las variedades Frantoio, Leccino y Coratina en la localidad de Los Lirios en la Provincia de Limarí, correspondiendo a una plantación comercial, ubicada a 16 Km. al sur oeste de Ovalle ( $30^{\circ}42'31.5"S$   $71^{\circ}17'4.2"O$  252 m.s.n.m) de propiedad de Agroindustrial Valle Arriba S.A.

El proceso de elaboración de aceite se realizó en las dependencias del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) CRI Intihuasi, oficina Limarí, en la ciudad de Ovalle. Para ello se utilizó una almazara experimental marca Oleomio Spremoliva modelo Mini con capacidad para 10 Kg./hora, de origen italiano.

Los aceites obtenidos fueron analizados en el laboratorio químico de aceites de oliva y panel de cata del Proyecto FDI – CORFO – INIA – ULS, ubicado en el Campus Limarí de la Universidad de La Serena, Ovalle.

#### **3.2. MATERIAL VEGETAL.**

En la localidad de Las Cañas el material vegetal del estudio correspondió a las variedades Frantoio y Arbequina. Los olivos de ambas variedades fueron establecidos el año 1999 con un marco de plantación 8 x 4 m. El riego se realiza mediante sistema de goteo, con 4 goteros por planta, completando una línea de

goteros a 1 m de distancia. La programación del riego se realiza para el 100% de la demanda, sobre la base de las estimaciones de evapotranspiración del cultivo.

Por otro lado en la localidad de Los Lirios las variedades a estudiadas fueron Frantoio, Coratina y Leccino. La variedad Frantoio corresponde a una plantación del año 1997 mientras que las variedades Leccino y Coratina corresponden al año 1999, todas con un marco de plantación de 6 x 4 m. El riego se realiza por pulso con una frecuencia de 14 horas con un volumen de 2900 a 3000 m<sup>3</sup>/ha/año. La programación se realiza para el 100% de la demanda sobre la base de evapotranspiración del cultivo.

### **3.3. MÉTODO.**

El desarrollo de este estudio se llevó a cabo en cuatro etapas: muestreo en campo, elaboración de aceite, medición de índices biométricos a la cosecha, análisis químico y sensorial del aceite, detallándose a continuación.

#### **3.3.1. Muestreo en Campo.**

Para cada variedad, se tomó una muestra de 10 Kg. de olivas sanas, con tres repeticiones por variedad, considerando árboles distintos. El tamaño de las muestras y número de réplicas se determinó tomando en cuenta la disponibilidad de fruta al momento de la cosecha, recursos para el análisis químico y significancia estadística. La muestra se colectó de 2 árboles, con un nivel de vigor, producción y sanidad adecuados y representativos de toda la parcela. La fruta fue tomada desde una altura de 1.5 a 2.5 m hasta una profundidad de 1 m dentro de la copa. El índice de cosecha utilizado fue de 2 a 4,5 según la descripción del estado de madurez para el cálculo de Índice de Madurez (IM).

### 3.3.2. Medición de Índices Biométricos.

En cada repetición se tomaron al azar 100 frutos para evaluar peso de fruto, diámetro polar y ecuatorial. Para determinar la relación pulpa/hueso se utilizaron 25 frutos. Parámetros relacionados con el contenido graso, ya que cuanto mayor sea esta relación, mayor será el rendimiento graso (Alba et al., 1997).

Posteriormente se determinó el Índice de Madurez según color de la piel y pulpa de los frutos, en las distintas categorías que aparecen en el Cuadro 4 y la fórmula proporcionada por Barranco et al., 1999:

$$IM: (A \times 0 + B \times 1 + C \times 2 + D \times 3 + E \times 4 + F \times 5 + G \times 6 + H \times 7) / N^{\circ} \text{ total de frutos}$$

Este parámetro podría indicarnos de manera global acerca de la maduración de los frutos, ya que este tiene influencia en el rendimiento graso y en la composición de ácidos grasos (COI, 1996).

**Cuadro 4.** Descripción del estado de madurez para el cálculo del IM.

FACTOR	CATEGORÍA	N° DE FRUTOS
0	Piel verde intenso	A
1	Piel verde amarillento	B
2	Piel verde con manchas rojizas en menos de la mitad del fruto	C
3	Piel rojiza o morada en más de la mitad del fruto	D
4	Piel negra y pulpa blanca	E
5	Piel negra y pulpa morada sin llegar a la mitad del fruto	F
6	Piel negra y pulpa morada sin llegar al hueso	G
7	Piel negra y pulpa totalmente morado hasta el hueso	H

Fuente: Barranco et al., 1999.



### 3.3.3. Elaboración del Aceite.

Para la elaboración del aceite cada muestra de 10 Kg. se procesó dentro de las 24 horas de la cosecha con una máquina Oleomio Spremoliva, con un sistema similar al de dos fases, la cual tiene una capacidad de 10 Kg/hr. El aceite obtenido se separó rápidamente del alpechín mediante embudos de decantación, filtrándose posteriormente con algodón hidrófilo y se almacenó en frascos de 0.2 litros cada una en triplicado, debidamente etiquetadas, conservándose refrigerados para su posterior análisis. Todo el proceso se realizó cuidadosamente y siempre pensando en no alterar la calidad del aceite (baja luminosidad, temperatura ambiente adecuada, poco tiempo de contacto aceite/alpechín).

### 3.3.4. Análisis Químico y Sensorial del Aceite.

Para evaluar la calidad de los aceites obtenidos en cada una de las variedades se realizaron los siguientes análisis:

- **Índice de Acidez:** mediante el método International Standard ISO 660 Animal and vegetable fats and oils\_ Determination of acid value acidity. Este nos indica la cantidad de ácidos grasos libres, expresados en ácido oleico. El valor máximo admitido por la reglamentación técnico-sanitaria apto para el consumo humano es de 3,3 g por cada 100 g de ácidos grasos. La acidez es una anomalía que tiene su origen principalmente en el mal estado de los frutos, mal tratamiento o mala conservación.
- **Índice de Peróxidos:** International Standard ISO 3960 Animal and vegetable fats and oils\_ Determination of peroxide value. Su valor determina el estado de oxidación e indica el deterioro que pueden haber sufrido ciertos componentes de interés nutricional, como es la vitamina E. Se mide en meq de oxígeno activo por Kg. y el valor limitante para el consumo es de 20.

- **Lecturas Espectrofotométricas:** a través del Método COI/T.20/Doc. n°11 Análisis espectrofotométrico en el ultravioleta. La prueba espectrofotométrica en el ultravioleta puede proporcionar indicaciones sobre la calidad de un aceite, su estado de conservación y las modificaciones inducidas por los procesos tecnológicos. Se realiza la prueba para el  $K_{232}$ ,  $K_{270}$  y  $\Delta K$ .
- **Análisis Organoléptico:** a través del Método COI/T.20/Doc. n°15 “Valoración organoléptica de aceite de oliva virgen. El análisis sensorial es una disciplina científica que se emplea para medir, analizar e interpretar las reacciones humanas ante las características organolépticas. Se realiza a través de las pruebas de panel, bajo condiciones controladas, por un grupo de catadores previamente seleccionados y entrenados, de acuerdo con técnicas sensoriales preestablecidas. Se mide la mediana de la intensidad de los atributos positivos y negativos.
- **Perfil de Ácidos Grasos:** International Standard ISO 5508 Animal and vegetable fats and oils\_ Analysis by gas chromatography of methyl esters of fatty acids, e ISO 5509 Preparation of methyl esters of fatty acids. El conocimiento de la composición de los ácidos grasos en el aceite de oliva es importante tanto en la descripción como en la detección de posibles adulteraciones del aceite. Nos entrega el porcentaje de los ácidos mirístico (C14:0), palmítico (C16:00) palmítico-etil (16:00), palmitoleico (16:1), margárico (C17:0), margaroleico (C17:1), esteárico (C18:00), oleico (C18:1), linoleico (C18:2), linolénico (C18:3), araquídico (C20:0), eicosenoico (C20:1), behénico (C22:0), lignocérico (C24:0).
- **Polifenoles Totales:** Determinación colorimétrica a través de reactivo de Folin-Ciocalteu. Estos son antioxidantes naturales, en parte responsables del amargor y picor, además muestran una correlación positiva entre el contenido de estos y la estabilidad. Se mide en ppm de ácido cafeico.

### 3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTOS.

Se utilizó un diseño completamente al azar, en que se contempló 2 y 3 tratamientos con 6 y 9 unidades experimentales, definidos en base a las variedades de Las Cañas y Los Lirios respectivamente.

**Cuadro 5.** Tratamientos en la localidad de Los Lirios.

Tratamiento	Variedad	Localidad
1	Frantoio	Los Lirios
2	Coratina	Los Lirios
3	Leccino	Los Lirios

**Cuadro 6.** Tratamientos en la localidad de Las Cañas.

Tratamiento	Variedad	Localidad
4	Arbequina	Las Cañas
5	Frantoio	Las Cañas

### 3.7. ANALISIS ESTADISTICO.

El análisis estadístico de los resultados químico y sensorial se realizó a través del programa estadístico Statgraphics Plus 5.1 por medio de un análisis de varianza, para determinar la existencia de diferencias. Al existir éstas, se procedió a realizar la prueba de comparación rangos múltiples de Fisher ( $p \leq 0,05$ ) para detectar la existencia de diferencias significativas.

Para establecer una comparación de los atributos químicos y sensoriales entre variedades en cada zona de producción en estudio, se realizó análisis de componentes principales (PCA) y un análisis de regresión por cuadrados mínimos parciales (PLS) a través del programa estadístico Unscrambler, versión 6.11.

### **3.5.1. Análisis de Componentes Principales.**

Se dispone de diversos sistemas de cálculo que permiten orientar al investigador hacia una clasificación de las observaciones; en este campo de aplicación, el método más sencillo es el Análisis de los Componentes Principales (PCA), mucho más flexible y con numerosas aplicaciones (Little et al., 1976).

Esta técnica permite explorar las relaciones entre variables, hace factible la descripción y representación de fenómenos multidimensionales y permite aislar las informaciones útiles de los “rumores” en el interior de un grupo de variables, entre las que no se hace ninguna distinción entre dependientes e independientes. El primer objetivo de PCA es obtener un pequeño grupo de combinaciones lineales (componentes principales) de un conjunto de variables (cuantitativas) inicial, sin pérdida apreciable de información útil, pero también con reducción de “rumores de fondo” e identificación de outliers (Hernández et al., 2001).

Sobre los componentes principales, es posible realizar análisis de los clusters, determinar modelos de regresión, calcular modelos de clasificación, encontrar relaciones y vinculaciones entre las variables originales, consideradas individualmente o por grupos, y las propias componentes (COI, 1996).

### **3.5.2. Análisis de regresión por cuadrados mínimos parciales (PLS).**

Es un método que relaciona las variaciones de una o varias variables (Y-variables) a las variaciones de varias afirmaciones (X-variables), con un propósito explicativo o predictivo. Este método funciona particularmente bien cuando las X-variables expresan información común y cuando hay alta correlación. El análisis de regresión por cuadrados mínimos parciales es un método bilinear donde se proyecta la información de los datos originales de X hacia un número pequeño de

variables denominadas componentes de análisis de regresión por cuadrados mínimos parciales (PLS) (Little et al., 1976).

La interpretación de la relación entre los X-datos y los Y-datos se simplifica entonces con este análisis, en que se concentra en un número más pequeño de componentes. Trazando los primeros componentes de PLS se puede ver las asociaciones principales entre las X-variables y Y-variables, y también las relaciones mutuas dentro de los X-datos y dentro de los Y-datos (Hernandez et al., 2001).

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. EVALUACIÓN DE ÍNDICES BIOMÉTRICOS DEL FRUTO AL MOMENTO DE LA RECOLECCIÓN.

#### 4.1.1. Localidad de Los Lirios.

En el Cuadro 7 se muestran los valores de índice de madurez, peso del fruto, diámetro polar y ecuatorial y relación pulpa/hueso de los frutos muestreados al momento de cosecha en la localidad de Los Lirios.

**Cuadro 7.** Índices biométricos del fruto de las distintas variedades de olivo cultivadas en la localidad de Los Lirios. Temporada 2005.

Variedad	Peso (gr)	D. Polar (cm)	D. Ecuatorial (cm)	Relación pulpa/hueso	IM
Frantoio	1,876 ± 0,18 b*	1,924 ± 0,05 b	1,227 ± 0,04 b	4,162 ± 0,25 b	2,208 ± 0,39
Coratina	2,031 ± 0,17 b	2,088 ± 0,03 b	1,295 ± 0,05 b	4,072 ± 0,27 b	1,705 ± 0,09
Leccino	3,618 ± 0,57 a	2,317 ± 0,13 a	1,597 ± 0,08 a	5,960 ± 0,50 a	4,554 ± 0,66

\* Medias seguidas por distintas letras en cada columna presentan diferencias significativas, de acuerdo a la prueba de comparación rangos múltiples de Fisher ( $p \leq 0,05$ ).

Los resultados muestran que existen diferencias significativas entre las variedades estudiadas, presentando Leccino un mayor peso, diámetro polar y ecuatorial y relación pulpa/hueso en comparación a Frantoio y Coratina. Los valores obtenidos difieren de los establecidos por Ibacache y Astorga (2003) en la IV Región, donde Coratina es la variedad de mayor tamaño en comparación a Frantoio y Leccino, esta diferencia se puede asociar a una baja carga frutal del árbol y un buen manejo hídrico y nutricional de la planta (Villa, 2004). Por otro lado las variedades Frantoio y Coratina presentaron un menor tamaño de fruto que lo reportado en la literatura por los autores mencionados anteriormente, esto debido al estado de deshidratación que presentaban los frutos en el momento de la cosecha.

A mayor relación pulpa/hueso, es decir, mientras mayor sea el peso de la pulpa en proporción al hueso, mayor será el rendimiento graso (El Antari, 2000). Los resultados obtenidos en el presente estudio muestran que existen diferencias significativas entre las variedades, siendo la variedad Leccino la que presenta un menor tamaño de hueso en comparación a Coratina y Frantoio, con una relación de 5,96.

El cambio de color tanto de la epidermis como de la pulpa del fruto, permite establecer el índice de madurez, tal como el propuesto por Ferreira (1979). Según la escala utilizada (Cuadro 3) se puede observar que las variedades Frantoio y Coratina se encuentra en un índice de madurez cercano a 2, mientras que en la variedad Leccino es posible observar un índice promedio de 4,5 que corresponde a frutos con epidermis completamente negra y empezando a tomar color la pulpa. De acuerdo a Barranco et al. (1999) señala que el aceite se encuentra totalmente formado cuando el índice de madurez alcanza valores próximos a 3,5, momento en que la mayoría de los frutos se encuentran en pinta. Pero en la actualidad no existe consenso sobre el índice de madurez a utilizar, en la práctica los productores se basan en el color y lipogénesis del fruto, esto tomando en cuenta si se quiere obtener un mayor rendimiento graso o se quiere obtener aceites con características sensoriales y nutricionales particulares en cuanto a intensidad de frutado y contenido de polifenoles y tocoferoles<sup>1</sup>.

#### **4.1.2. Localidad de Las Cañas.**

En el Cuadro 8 se presentan los valores de índice de madurez, peso del fruto, diámetro polar y ecuatorial y relación pulpa/hueso de los frutos muestreados al momento de cosecha en la localidad de Los Lirios.

---

<sup>1</sup> Comunicación personal. Sr. Luis Valdebenito. Administrador planta Ovalle. Agroindustrial Valle Arriba S.A.

**Cuadro 8.** Índices biométricos del fruto de las distintas variedades de olivo cultivadas en la localidad de Las Cañas. Temporada 2005.

Variedad	Peso (gr)	D. Polar (cm)	D. Ecuatorial (cm)	Relación pulpa/hueso	IM
Arbequina	1,458 ± 0,13 b*	1,417 ± 0,03 b	1,277 ± 0,03 a	4,763 ± 0,29 a	2,882 ± 0,10
Frantoio	2,024 ± 0,29 a	1,812 ± 0,08 a	1,300 ± 0,07 a	4,126 ± 0,56 a	1,995 ± 0,35

\* Medias seguidas por distintas letras en cada columna presentan diferencias significativas, de acuerdo a la prueba de comparación rangos múltiples de Fisher ( $p \leq 0,05$ ).

Los resultados obtenidos en el presente estudio muestran que las variedades en estudio para la localidad de Las Cañas presentan diferencias significativas en el peso y diámetro polar del fruto, donde Arbequina es la variedad que presenta un menor peso de fruto con 1,45 g valor que coincide con lo establecido por Ibacache y Astorga (2003) en la IV Región. Sin embargo la variedad Frantoio, al igual que en la localidad de Los Lirios presentó un menor tamaño de fruto que lo reportado por los autores antes mencionados para la IV Región, esto debido al estado de deshidratación que presentaban los frutos en el momento de la cosecha, ya que está se realizó a mediados de junio.

En los resultados se puede observar que no existen diferencias significativas para la relación pulpa/hueso, Alba et al. (1997) señala que este parámetros se encuentra relacionado con el contenido graso, ya que cuanto mayor sea esta relación, mayor será el rendimiento graso, lo que sugiere que el rendimiento graso de ambas variedades sería similar.

El índice de madurez se establece basándose en el cambio de color tanto de la epidermis como de la pulpa del fruto (Barranco et al., 1999) Según la escala que muestra el Cuadro 3 se puede observar que la variedad Frantoio se encuentra en un índice de madurez cercano a 2 que corresponden a frutos con piel verde con manchas rojizas en menos de la mitad del fruto, mientras que la variedad Arbequina se encuentra cercano al valor 3, el cual indica frutos con



manchas rojizas en más de la mitad del fruto. Según Benavides (2006)<sup>2</sup> la pinta es el momento óptimo de recolección, lo cual corresponde a un índice de madurez cercano a 3,5, ya que es aquí donde el aceite se encuentra totalmente formado, posterior esto se produce una disminución en la calidad del aceite. Una recolección temprana da origen a menos aceite, con mayor estabilidad, más verde, mayor frutado, amargo, picante y astringente, mientras que una recolección tardía da origen a más aceite, con menor estabilidad, más pálidos, menor frutado y más dulce.

## 4.2. VALORACIÓN QUÍMICA DE LOS ACEITES.

### 4.2.1. Criterios de calidad para el aceite de oliva.

#### 4.2.1.1. Localidad de Los Lirios.

El Cuadro 9 muestra los criterios que garantizan la calidad del aceite de oliva, como Índice de Acidez (% Ac Oleico), Índice de Peróxidos (meq O<sub>2</sub>/kg), Lecturas Espectrofotométricas (K<sub>232</sub> y K<sub>270</sub>) para la localidad de Los Lirios.

**Cuadro 9.** Criterios de calidad para el aceite de oliva de las distintas variedades de olivo cultivadas en la localidad de Los Lirios. Temporada 2005.

Variedad	Índice de Acidez (% Ac. Oleico)	K <sub>232</sub>	K <sub>270</sub>	ΔK	Índice de Peroxido (meq O <sub>2</sub> /kg)
Frantoio	0,18 ± 0,03 a*	1,35 ± 0,13 a	0,15 ± 0,02 a	-0,003 ± 0,001 a	13,55 ± 3,31 b
Coratina	0,10 ± 0,01 b	1,26 ± 0,07 a	0,14 ± 0,01 a	-0,003 ± 0,000 a	20,97 ± 0,47 a
Leccino	0,12 ± 0,04 b	1,22 ± 0,03 a	0,09 ± 0,02 b	0,000 ± 0,000 a	13,64 ± 0,39 b

\* Medias seguidas por distintas letras en cada columna presentan diferencias significativas, de acuerdo a la prueba de comparación rangos múltiples de Fisher (p ≤ 0,05).

<sup>2</sup> Comunicación personal. Sra. Adriana Benavides L. Dra. Ing. Agrónoma. Académico Universidad de La Serena.

El grado de acidez determina la cantidad de ácidos grasos libres presentes en un aceite. La acidez es un parámetro importante, no sólo como valor en sí mismo, sino como un índice de buena producción y tecnología de extracción. La acidez de base oscila en torno al 0,2 % y cualquier aumento sobre su valor indica la ocurrencia de algún incidente (COI, 1996). Cuando la acidez es elevada los aceites no pueden ser consumidos directamente, si superan el 3.3° deben ser refinados. Los resultados obtenidos muestran que existen diferencias significativas, donde el aceite de la variedad Frantoio presentó un valor de 0,18 %, acidez superior a los aceites de las variedades Coratina y Leccino, sin embargo todos los aceites presentaron valores inferiores a lo establecido en la normativa del COI para un aceite de categoría extra virgen con un límite máximo de 0,8 %.

Los resultados obtenidos para la prueba espectrofotométrica en el UV no muestran diferencias significativas entre los aceites de las variedades en estudio para el K232 y  $\Delta K$ , mientras que el K270 presentó diferencias significativas en la variedad Leccino con un valor inferior a las demás variedades, todos los aceites analizados se encuentran dentro de los límites establecidos por el COI para la categoría de aceite extra virgen. El COI señala que un aceite de esta categoría no debe sobrepasar el valor de 0,22 para el K270, 2,50 para el K232 y 0,01 para el  $\Delta K$ . La determinación de la absorbancia a 270 nm permite detectar la presencia de compuestos de la oxidación secundaria. Este también nos indica la pureza del aceite, ya que los aceites sometidos a tratamientos industriales poseen otros ácidos grasos diferentes que aumentan la absorbancia (Koutsaftakis, 2000). Debido a que esta prueba proporciona una indicación del estado de conservación de un aceite y de las modificaciones inducidas por los procesos tecnológicos nos permite aseverar que los aceites estudiados presentan pureza y un buen proceso de elaboración y conservación.

El índice de peróxidos indica la cantidad de oxígeno activo que tiene un aceite, su valor determina el estado de oxidación e indica el deterioro que pueden

haber sufrido ciertos componentes de interés, como la vitamina E (Sánchez Casa, 1999). Los aceites vírgenes comestibles no deben sobrepasar un índice de peróxidos de 20 (meq O<sub>2</sub>/Kg). Los resultados muestran que existen diferencias significativas, donde el aceite obtenido de la variedad Coratina alcanzó un valor promedio de 20,97 (meq O<sub>2</sub>/Kg), superior a lo permitido para la categoría de virgen, esto indicaría el deterioro que a sufrido esta, ya que el análisis se realizó luego de 14 meses de elaborado el aceite. Esto presenta a los aceites de la variedad Coratina menos estable que los de la variedad Leccino y Frantoio, ya que estos presentaron valores de 13,64 y 13,55 (meq O<sub>2</sub>/Kg) respectivamente, con iguales condiciones de elaboración y almacenamiento.

#### 4.2.1.2. Localidad de Las Cañas.

En el Cuadro 10 se muestra los criterios que garantizan la calidad del aceite de oliva, como Índice de Acidez (% Ac Oleico), Índice de Peróxidos (meq O<sub>2</sub>/kg), Lecturas Espectrofotométricas (K<sub>232</sub> y K<sub>270</sub>) para la localidad de Las Cañas.

**Cuadro 10.** Criterios de calidad para el aceite de oliva de las distintas variedades de olivo cultivadas en la localidad de Las Cañas. Temporada 2005.

Variedad	Índice de Acidez (% Ac. Oleico)	K <sub>232</sub>	K <sub>270</sub>	ΔK	Índice de Peroxido (meq O <sub>2</sub> /kg)
Arbequina	0,07 ± 0,01 b*	1,18 ± 0,12 a	0,07 ± 0,01 b	-0,001 ± 0,001 a	16,55 ± 2,34 a
Frantoio	0,14 ± 0,01 a	1,26 ± 0,07 a	0,10 ± 0,00 a	-0,003 ± 0,001 a	11,64 ± 1,43 b

\* Medias seguidas por distintas letras en cada columna presentan diferencias significativas, de acuerdo a la prueba de comparación rangos múltiples de Fisher (p ≤ 0,05).

Los resultados muestran diferencias significativas para el índice de acidez, donde los aceites de la variedad Frantoio presentan un valor superior a los de aceites obtenidos de la variedad Arbequina, sin embargo ambos aceites cumplen con lo establecido por normativa COI para la categoría de extra virgen con un

limite máximo de 0,8 %. Esto nos indicaría que los aceites fueron obtenidos de olivas sanas y bajo un buen proceso de elaboración, ya que la acidez mide el contenido de ácidos grasos libres, el cual se ve influenciado principalmente por el momentos de la cosecha, el tiempo entre recolección y procesamiento y las condiciones de almacenamiento de las olivas (Sánchez Casa et al., 1999).

La prueba espectrofotométrica en el UV presentó diferencias significativas sólo para el K270. Los valores obtenidos en los aceites de ambas variedades para el K232, K270 y  $\Delta K$ , cumplen con lo establecido por la normativa COI para la categoría extra virgen, esto nos indica la pureza y un buen proceso de elaboración y conservación del aceite.

El índice de peróxidos mostró diferencias significativas, con un valor de 16,55 (meq O<sub>2</sub>/kg) para el aceite de la variedad Arbequina, el cual es superior al obtenido en el aceite de la variedad Frantoio, si bien ambos aceites cumplen con lo establecido por el COI para la categoría extra virgen con un limite de 20 (meq O<sub>2</sub>/Kg), la variedad Frantoio se presenta más estable y con mayor aptitud a un prolongado almacenamiento, si consideramos que los análisis se realizaron luego de 14 meses de elaborado, ya que la formación de peróxidos es el principal cambio que origina el deterioro del aceite durante el almacenamiento (Fantozzi et al., 1994).

Cualquier variedad y medio pueden proporcionar aceites clasificados en la categoría de extra virgen, siempre que procedan de olivas sanas, cosechadas en el momento oportuno, de forma adecuada y elaborada correctamente (Barranco et al., 1999). Debido a que la elaboración del aceite se realizó en condiciones óptimas y con olivas sanas todas las muestras clasificaron en la categoría de aceite de oliva extra virgen.

## **4.2.2 Composición acídica de los aceites de oliva.**

### **4.2.2.1. Localidad de Los Lirios.**

Los ácidos grasos, principales componente de las grasas, permiten diferenciar los aceites de oliva desde el punto de vista cuantitativo, no cualitativo, ya que todos los aceites de oliva están constituidos por los mismos ácidos grasos (Sánchez et al., 1999). La composición acídica del aceite de oliva está influenciada por numerosos factores, entre los que se destacan latitud, clima, variedad, época de recolección, grado de madurez. Debido a estas causas, los ácidos grasos mayoritarios pueden presentar variaciones en su concentración según el año y zona de producción (Tous et al, 1997).

Los resultados obtenidos muestran que las variedades en estudio son ricas en ácido oleico y altos contenidos de ácidos grasos monoinsaturados. El Cuadro 11 expone los niveles promedio de contenido de ácidos grasos para la localidad de Los Lirios. Los resultados muestran que existen diferencias significativas en el contenido de ácido oleico y palmítico, donde la variedad Coratina presentó los mayores contenidos de ácido oleico con un 79,93% y los menores contenidos de ácido palmítico con 8,68%. Estos resultados presentarían a Coratina como una variedad con mejores características nutricionales, si consideramos que es deseable desde un punto de vista de la salud un alto contenido de ácido oleico, por ser esté un ácido graso monoinsaturado, y un bajo contenido en ácidos palmítico y linoleico, ácidos grasos saturado y poliinsaturado respectivamente (Barranco, 1999).

**Cuadro 11.** Niveles de ácidos grasos promedio (%) de distintas variedades de olivos cultivadas en la localidad de Los Lirios, Provincia de Limarí. Temporada 2005.

Variedad	Ac. Palmítico (%)	Ac. Estéarico (%)	Ac. Oleico (%)	Ac. Linoleico (%)
Frantoio	9,97 ± 1,31 ab*	2,30 ± 0,07 a	77,39 ± 2,12 a	7,32 ± 0,84 a
Cortina	8,68 ± 0,08 b	1,28 ± 1,11 a	79,93 ± 1,05 a	6,80 ± 0,02 a
Leccino	11,57 ± 0,15 a	2,38 ± 0,11 a	75,98 ± 1,14 b	7,19 ± 0,84 a

\* Medias seguidas por distintas letras en cada columna presentan diferencias significativas, de acuerdo a la prueba de comparación rangos múltiples de Fisher ( $p \leq 0,05$ ).

El Cuadro 12 muestra los contenidos totales de ácidos grasos saturados e insaturados y la relación entre estos. Debido a que el ácido oleico es el principal componente, se observa que los aceites de oliva tienen un carácter de monoinsaturados, esto en contraposición con los aceites obtenidos de semillas oleaginosas que son más ricos en ácidos grasos poliinsaturados (Romero y Tous, 1993). Los resultados muestran diferencias significativas en los contenidos de ácidos saturados y ácidos insaturados, donde la variedad Coratina presenta los mayores contenidos de ácidos grasos insaturados y menores de ácidos grasos saturados con un valor de 88,38% y 11,46% respectivamente, lo que presenta a los aceites provenientes de esta variedad con un alto valor biológico, ya que los ácidos grasos insaturados, en especial ácido oleico, son beneficiosos para regular el colesterol, haciendo que aumente el colesterol bueno (HDL), que ejerce un papel protector y ayuda a reducir el colesterol malo (LDL) y así se minimiza el riesgo de accidentes cardiovasculares (Civantos, 2004). Estos resultados son similares a los informados por Romero y Tous para esta variedad en Italia, lugar de origen de ésta, donde los valores son inferiores, con contenidos de ácidos insaturados entre 85,1 y 86,78%.

**Cuadro 12.** Niveles totales de ácidos grasos saturados e insaturados y las relaciones existentes entre estos de distintas variedades de olivo cultivadas de la localidad de Los Lirios, Provincia de Limarí. Temporada 2005.

Variedad	Ácidos Grasos (%)				Relaciones	
	Monoinsaturados	Poliinsaturados	Total Insaturados	Total Saturados	Insaturado/Saturados	Monoinsaturado/Poliinsaturados
Frantoio	78,31 a*	8,05 a	86,36 b	13,36 a	6,46 ab	9,73 a
Coratina	80,76 a	7,62 a	88,38 a	11,46 b	7,71 a	10,59 a
Leccino	77,12 a	7,78 a	84,90 b	14,90 a	5,70 b	9,91 a

\* Medias seguidas por distintas letras en cada columna presentan diferencias significativas, de acuerdo a la prueba de comparación rangos múltiples de Fisher ( $p \leq 0,05$ ).

Para el olivo la producción de ácido oleico es preferencial en el fruto y las eventuales compensaciones se producen sobre todo con los ácidos palmítico y linoleico (COI, 1996). El Cuadro 13 muestra las relaciones existentes entre los ácidos oleico (monoinsaturado), palmítico (saturado), linoleico y linolénico (poliinsaturado). Los resultados muestran diferencias significativas para las relaciones oleico/palmítico, palmítico/linoleico y linoleico/linolénico. Se observa que en las tres variedades en estudio existe una mayor proporción de ácido palmítico que linoleico, esto nos puede entregar una orientación del nivel de calidad de los aceites, ya que es deseable una baja concentración de este al ser un ácido poliinsaturado que tiene una mayor velocidad de oxidación (COI, 1996). Además su contenido está directamente relacionado con el índice de madurez, es decir frutos con un avanzado estado de madurez dan origen a aceites con una mayor concentración de ácido linoleico (El Antari et al., 2000). Los valores obtenidos son similares a los obtenidos por Romero y Tous durante las temporadas 1994 a 1996 para estas variedades en Italia, sin embargos en la relación oleico/palmítico en Los Lirios se lograron valores más altos lo que nos indica un mayor contenido de ácido oleico.

**Cuadro 13.** Relaciones entre los principales ácidos grasos provenientes de aceites de diferentes variedades cultivadas en la localidad de Los Lirios.

Variedad	Oleico/Palmítico	Palmítico/Linoleico	Linoleico/Linolénico
Frantoio	7,76 ab*	1,36 b	10,07 ab
Coratina	7,02 a	1,28 b	8,26 b
Leccino	6,57 b	1,61 a	12,23 a

\* Medias seguidas por distintas letras en cada columna presentan diferencias significativas, de acuerdo a la prueba de comparación rangos múltiples de Fisher ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.2.2.2. Localidad de Las Cañas.

El Cuadro 14 muestra el contenido en porcentaje de los principales ácidos grasos para la localidad de Las Cañas, los resultados obtenidos muestran que si bien no existieron diferencias significativas en contenido de ácido oleico ambas variedades presentan un alto porcentaje de éste, con valores de 75,4% para Arbequina y 77,18% para Frantoio, niveles superiores a los obtenidos por Romero y Tous (1998) en España e Italia respectivamente, lugar de origen de estas variedades. Para los ácidos esteárico y linolénico no se encontraron diferencias significativas, sin embargo el ácido palmítico presentó diferencias significativas con un menor contenido de este en la variedad Frantoio, lo que presentaría a esta variedad más deseable desde el punto de vista nutricional al ser éste un ácido graso saturado.

**Cuadro 14.** Niveles de ácidos grasos promedio (%) de distintas variedades de olivos cultivadas en la localidad de Las Cañas, Provincia de Choapa. Temporada 2005.

Variedad	Ac. Palmítico (%)	Ac. Esteárico (%)	Ac. Oleico (%)	Ac. Linoleico (%)
Arbequina	12,13 ± 0,17 a*	1,95 ± 0,03 a	75,40 ± 0,48 a	7,17 ± 0,28 a
Frantoio	11,21 ± 0,36 b	1,81 ± 0,31 a	77,18 ± 1,94 a	6,73 ± 1,54 a

\* Medias seguidas por distintas letras en cada columna presentan diferencias significativas, de acuerdo a la prueba de comparación rangos múltiples de Fisher ( $p \leq 0,05$ ).



El Cuadro 15 presenta los niveles para la composición de ácidos grasos saturados e insaturados y la relación entre estos. Los resultados muestran diferencias significativas para el contenido de ácidos grasos insaturados, saturados y la relación entre ellos detectándose en la variedad Frantoio un menor contenido de ácidos grasos saturados, presentando a esta variedad con mejores características nutricionales respecto de Arbequina bajo las condiciones edafoclimáticas y de manejo de esta localidad. Estos resultados difieren de los informados por Barranco et al. (1999) obtenidos en España e Italia para estas variedades, donde no existen diferencias en los contenidos de ácidos saturados e insaturados entre ellas.

**Cuadro 15.** Niveles totales de ácidos grasos saturados e insaturados y las relaciones existentes entre estos de distintas variedades de olivo cultivadas de la localidad de Las Cañas, Provincia de Choapa. Temporada 2005.

Variedad	Ácidos Grasos (%)				Relaciones	
	Monoinsaturados	Poliinsaturados	Total Insaturados	Total Saturados	Insaturado/Saturados	Monoinsaturado/Poliinsaturados
Arbequina	76,86 a*	7,76 a	84,62 b	15,19 a	5,57 b	9,91 a
Frantoio	78,38 a	7,30 a	85,68 a	14,02 b	6,11 a	10,73 a

\* Medias seguidas por distintas letras en cada columna presentan diferencias significativas, de acuerdo a la prueba de comparación rangos múltiples de Fisher ( $p \leq 0,05$ ).

El Cuadro 16 muestra los valores obtenidos para las relaciones entre los principales ácidos grasos. Los resultados presentan niveles superiores a los obtenidos por Romero y Tous en España e Italia. Dichos valores más altos nos indicarían que los aceites obtenidos en la localidad de Las Cañas presentan mayores niveles de ácidos grasos poliinsaturados y saturados, y un menor contenido de ácido oleico en comparación a los aceites Italianos y Españoles.

Los resultados obtenidos muestran diferencias significativas sólo en la relación oleico/palmítico, presentando un valor superior en la variedad Frantoio, lo

que indica una menor concentración de ácido palmítico con respecto a la variedad Arbequina, bajo iguales condiciones edafoclimáticas y de manejo.

**Cuadro 16.** Relaciones entre los principales ácidos grasos provenientes de aceites de diferentes variedades cultivadas en la localidad de Las Cañas.

Variedad	Oleico/Palmítico	Palmítico/Linoleico	Linoleico/Linolénico
Arbequina	6,21 b*	1,69 a	12,17 a
Frantoio	6,89 a	1,67 a	11,67 a

\* Medias seguidas por distintas letras en cada columna presentan diferencias significativas, de acuerdo a la prueba de comparación rangos múltiples de Fisher ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.2.3. Contenido de Polifenoles totales.

Los polifenoles totales, antioxidantes naturales, son muy variables de acuerdo al medio agroecológico y condiciones del cultivo, obteniéndose aceites con características sensoriales diferentes ya que los polifenoles son en parte responsables del amargor y picor (Barranco et al., 1999). Además estudios realizados muestran una influencia de los polifenoles totales en la estabilidad de los aceites, habiéndose observado una correlación significativa entre el contenido de estos y la estabilidad (Gutiérrez, 2001).

Los polifenoles como antioxidantes naturales ejercen una función neutralizadora de los radicales libres. Actualmente se postula que estos son una protección eficaz contra el envejecimiento celular y las enfermedades degenerativas, esta es una de las razones por lo que en los últimos años el consumo de aceite de oliva ha tenido una amplia difusión (Fundación Chile, 2000a).

#### 4.2.3.1. Localidad de Los Lirios.

El contenido de polifenoles totales para los aceites obtenidos en la Localidad de Los Lirios presenta diferencias significativas (Cuadro 17), donde las variedades Frantoio y Coratina muestran los mayores contenidos con 133 y 108 (ppm ácido cafeico) respectivamente. Estos valores son inferiores a los deseado en los aceites de calidad donde se prefieren valores entre 150 a 300 (ppm ácido cafeico) (Gutiérrez, 2001).

**Cuadro 17.** Contenido de polifenoles totales de distintas variedades de olivos cultivadas en la localidad de Los Lirios, Provincia de Limarí. Temporada 2005.

Variedad	Polifenoles Totales (ppm Ac. Cafeico)
Frantoio	133 ± 53,26 a*
Coratina	108 ± 23,58 a
Leccino	25 ± 9,29 b

\* Medias seguidas por distintas letras en cada columna presentan diferencias significativas, de acuerdo a la prueba de comparación rangos múltiples de Fisher ( $p \leq 0,05$ ).

El riego no ejerce influencia sobre los índices físico-químicos de la calidad reglamentada, sin embargo incide sobre el contenido de polifenoles totales de los aceites. La mayoría de los estudios publicados coinciden en afirmar que la concentración de los compuestos fenólicos en el aceite disminuye a medida que se aumenta la dosis de riego, lo que origina aceites más amargos y picantes cuando proceden estos de una condición de secano (Tovar de Dios, 2001). Por otra parte algunos autores señalan que los polifenoles totales disminuyen al avanzar la maduración (COI, 1996). Los resultados del presente estudio muestran que existen diferencias significativas para el contenido de polifenoles totales, donde el aceite de la variedad Leccino presentó un contenido bastante inferior al de las otras variedades, esto se puede atribuir a que esta variedad presentó un índice de madurez mayor que Frantoio y Coratina (Cuadro 7). Si bien el contenido

de polifenoles totales, en general fue inferior a 200 ppm expresadas como ácido cafeico, comportamiento esperado en variedades cultivadas bajo riego, los resultados están de acuerdo con lo señalado por otros autores en que la variación de los polifenoles muestra una fuerte componente varietal (Barranco et al, 1999).

#### 4.2.3.2. Localidad de Las Cañas.

En la localidad de Las Cañas los análisis muestran que existen diferencias significativas para el contenido de polifenoles totales (Cuadro 18), donde la variedad Frantoio presenta un contenido muy superior a Arbequina con 114 ppm ácido cafeico. Situación que podría ser atribuida a un índice de madurez mayor en esta variedad (Cuadro 8) en conjunto a un comportamiento varietal según lo señalado por Barranco et al. (1999), debido a que la variedad Arbequina presenta aceites con menos picor y amargor, atributos positivos de los que son en parte responsable el contenido de polifenoles totales.

**Cuadro 18.** Contenido de polifenoles totales de distintas variedades de olivos cultivadas en la localidad de Las Cañas, Provincia de Choapa. Temporada 2005.

Variedad	Polifenoles Totales (ppm Ac. Cafeico)
Arbequina	30 ± 23,54 b*
Frantoio	114 ± 5,00 a

\* Medias seguidas por distintas letras en cada columna presentan diferencias significativas, de acuerdo a la prueba de comparación rangos múltiples de Fisher ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.3. VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA DE LOS ACEITES.

La calidad final del aceite de oliva no está subordinada sólo a factores asociados con su producción; de hecho, por una serie de factores agronómicos, climáticos y varietales, el producto presenta, aparte de una base de componentes

aromáticos comunes, notables variaciones en cuanto a sus características organolépticas (COI, 1996).

En ambas localidades se obtuvieron aceites sin defectos por lo que sólo se presentan los resultados obtenidos para los atributos positivos.

#### 4.3.1. Localidad de Los Lirios.

Las características sensoriales se señalan en el Cuadro 19, donde se presentan las intensidades medias para los atributos positivos de los aceites estudiados en la localidad de Los Lirios. Los resultados muestran que existen diferencias estadísticamente significativas en los atributos de amargo, picante y dulce, obteniéndose en las variedades Frantoio y Coratina aceites con mayor picor y amargo, a diferencia de los de la variedad Leccino que presenta aceites más dulces. En relación al frutado todas las variedades estudiadas presentaron aceites con un frutado medio.

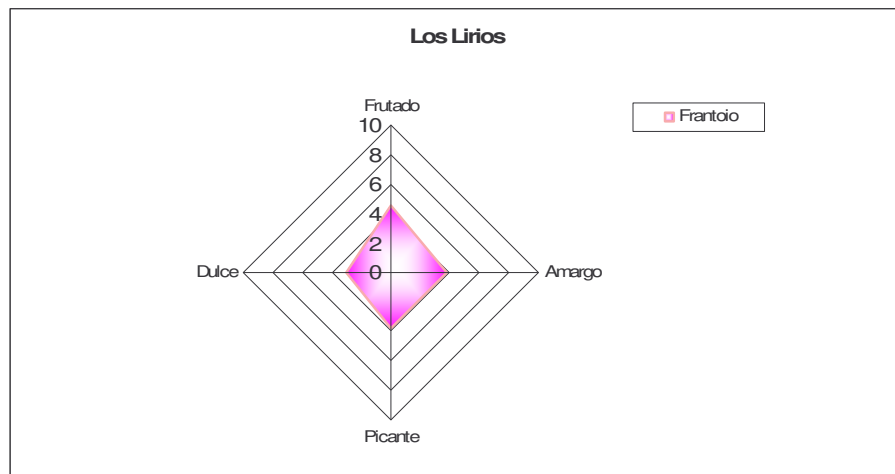
**Cuadro 19.** Atributos positivos (intensidad) de aceites provenientes de diferentes variedades de olivas cultivadas en la localidad de Los Lirios, Provincia de Limarí. Temporada 2005.

Variedad	Frutado	Amargo	Picante	Dulce
Frantoio	4,5 ± 0,21 a*	3,8 ± 0,57 a	3,9 ± 0,45 a	3,0 ± 0,29 b
Coratina	4,1 ± 0,31 a	2,7 ± 0,93 ab	3,0 ± 0,50 ab	3,3 ± 0,29 b
Leccino	3,5 ± 0,68 a	1,7 ± 0,46 b	1,8 ± 1,06 b	3,9 ± 0,15 a

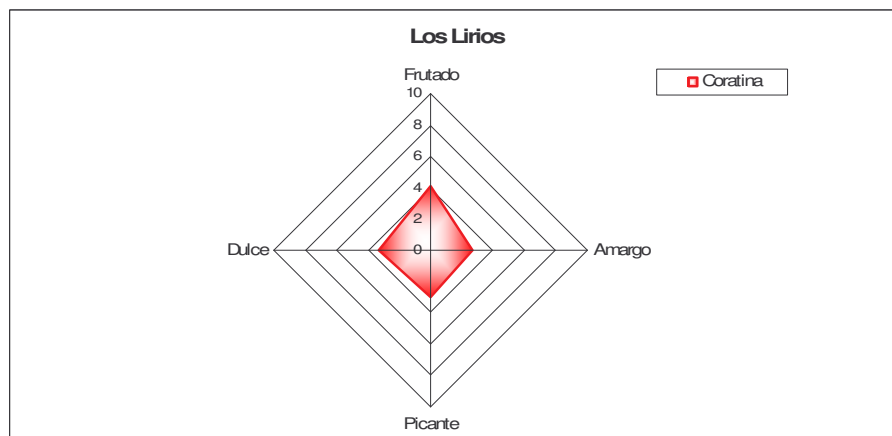
\* Medianas seguidas por distintas letras en cada columna presentan diferencias significativas, de acuerdo a la prueba de comparación rangos múltiples de Fisher ( $p \leq 0,05$ ).

En las Figuras 2, 3 y 4 se presentan los perfiles sensoriales de los aceites obtenidos en la localidad de Los Lirios. Se aprecia que las variedades Frantoio y Coratina generan aceites con mayor cuerpo y personalidad, siendo una buena alternativa para aquellos consumidores que poseen cultura olivícola, que

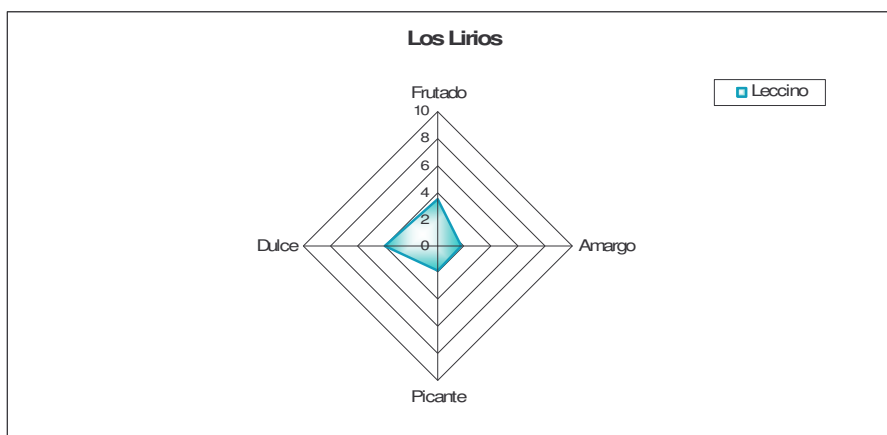
prefieren aceites con buen frutado, más picantes y amargos (Tous, 2001). Por otra parte Leccino da origen a aceites más suaves, haciéndola agradable a aquellas personas que prefieren aceites con un buen frutado, pero más dulces, menos picantes y amargas, como son los consumidores nacionales o aquellos que no tienen cultura olivícola. Siendo también una buena alternativa para la elaboración de coupage, al ser más dulce.



**Figura 2.** Perfil sensorial para aceites provenientes de la variedad Frantoio. Temporada 2005.



**Figura 3.** Perfil sensorial para aceites provenientes de la variedad Coratina. Temporada 2005.



**Figura 4.** Perfil sensorial para aceites provenientes de la variedad Leccino. Temporada 2005.

#### 4.3.2. Localidad de Las Cañas.

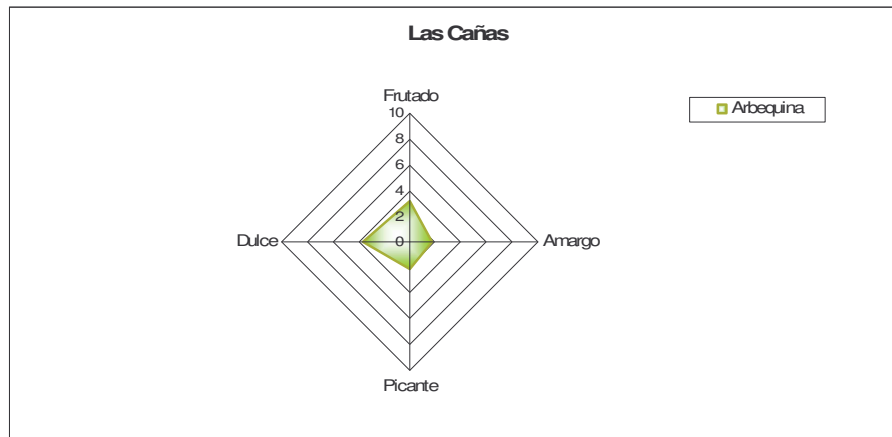
En la localidad de Las Cañas las intensidades medias para los atributos sensoriales positivos no presentan diferencias estadísticamente significativas como lo muestra el Cuadro 20. Ambas variedades poseen un frutado medio, un amargo ligero, un picante medio y un dulce medio (Romero, 1998). Estos resultados nos permiten la elaboración de aceites varietales de Frantoio, al ser menos picante y amargo, característica de los aceites de esta variedad.

**Cuadro 20.** Atributos positivos (intensidad) de aceites provenientes de diferentes variedades de olivas cultivadas en la localidad de Las Cañas, Provincia de Choapa. Temporada 2005.

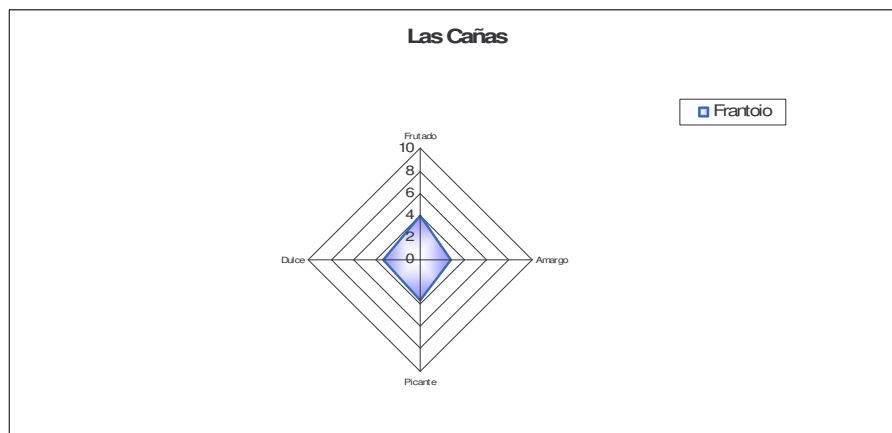
Variedad	Frutado	Amargo	Picante	Dulce
Arbequina	3,2 ± 1,86 a*	1,7 ± 0,56 a	2,1 ± 0,32 a	3,7 ± 0,26 a
Frantoio	4,0 ± 0,75 a	2,8 ± 0,47 a	3,6 ± 1,01 a	3,3 ± 0,20 a

\* Medianas seguidas por distintas letras en cada columna presentan diferencias significativas, de acuerdo a la prueba de comparación rangos múltiples de Fisher ( $p \leq 0,05$ ).

Las Figuras 5 y 6 muestran el perfil sensorial para los aceites obtenidos de las variedades Arbequina y Frantoio en la localidad de Los Lirios.



**Figura 5.** Perfil sensorial para aceites provenientes de la variedad Arbequina. Temporada 2005.



**Figura 6.** Perfil sensorial para aceites provenientes de la variedad Frantoio. Temporada 2005.



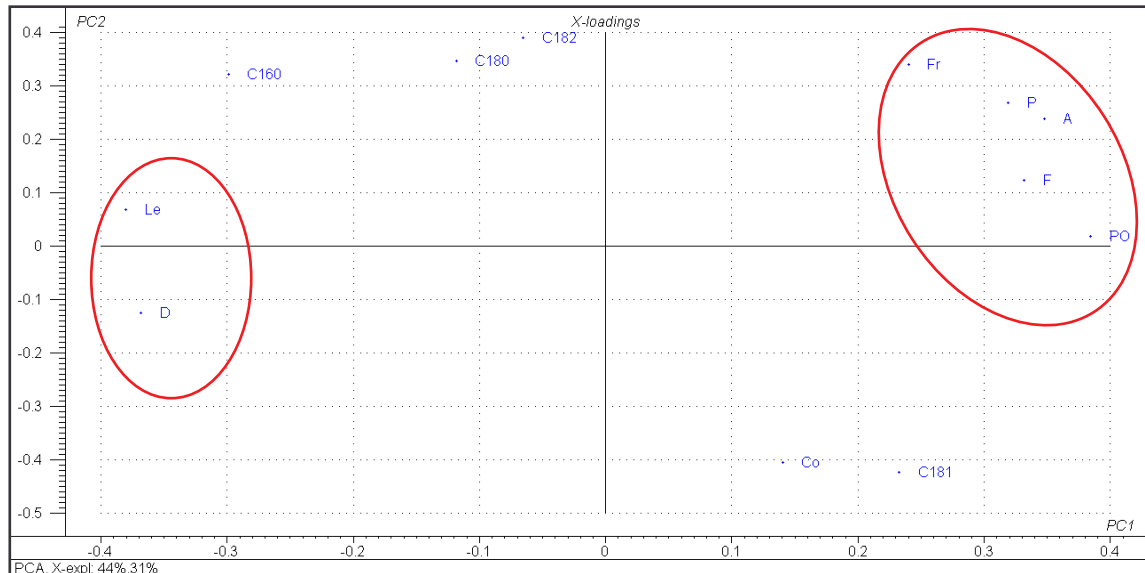
#### **4.4. COMPARACIÓN DE ATRIBUTOS QUÍMICOS Y SENSORIALES ENTRE VARIEDADES EN CADA ZONA DE PRODUCCIÓN.**

##### **4.4.1. Localidad de Los Lirios.**

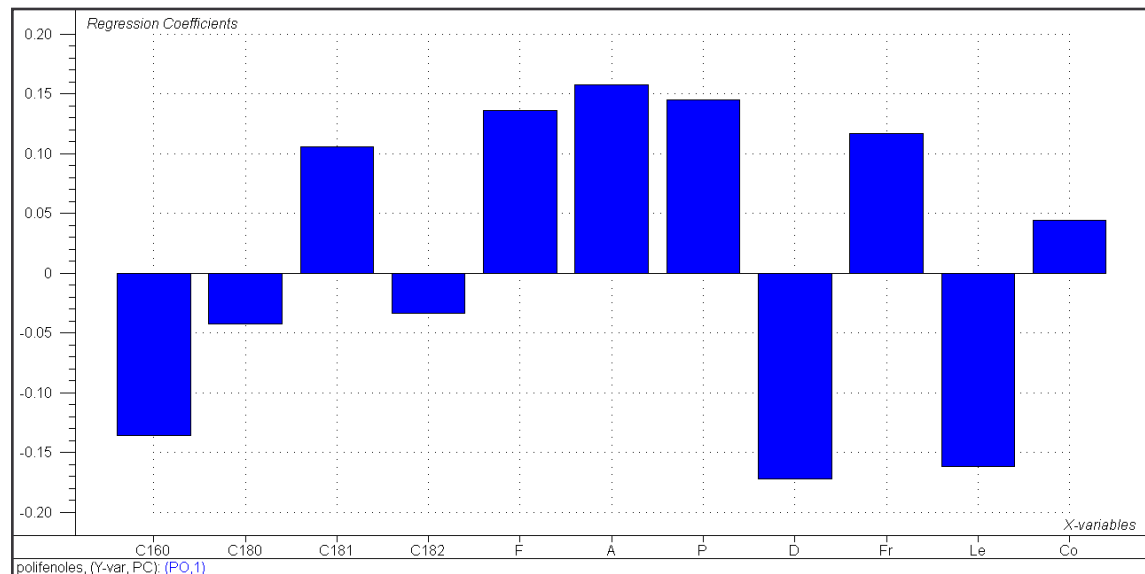
El análisis de componentes principales (PCA) permite explicar un 75% del comportamiento observado en la localidad de Los Lirios. Cuando ambos componentes principales explican más de un 70% de las diferencias entre las muestras, se puede establecer que variables muy cercanas entre ellas se correlacionan positivamente. En la Figura 7 se observa, que la variedad Frantoio (Fr) es aquella que se asocia fuertemente con el contenido de polifenoles totales (PO), lo que entrega cuerpo y personalidad al aceite al estar éstos correlacionados positivamente con los atributos de amargor (A), picante (P) y frutado (F), como lo muestra la Figura 8, donde se presenta los coeficientes de regresión con un valor de 0,16 para amargo, 0,15 para picante y 0,14 para frutado, esto indica que a mayor contenido de polifenoles totales mayor es la intensidad de estos atributos, lo que presenta a Frantoio como una variedad que da origen a aceites con buenas características organolépticas y nutricionales, bajo las condiciones edafoclimáticas y de manejos agronómicos de la localidad.

Si bien el contenido de polifenoles totales, fue inferior a 200 ppm expresadas como ácido cafeico, comportamiento esperado en variedades cultivadas bajo riego, como lo muestran los resultados en la sección 4.2.3. Así un bajo contenido de polifenoles totales se asocia a aceites con aromas más apagados, disminución del flavor amargo e intensificación del flavor dulce (D), comportamiento mostrado por la variedad Leccino (Le) como se observa en las Figuras 7, donde esta se encuentra en el cuadrante opuesto al contenido de polifenoles totales, lo que indica una correlación negativa con éstos, lo que es reafirmado por un coeficiente de correlación de un 93% y coeficientes de

regresión de -0,16 para la variedad Leccino y -0,17 para dulce como lo muestra la Figura 8.



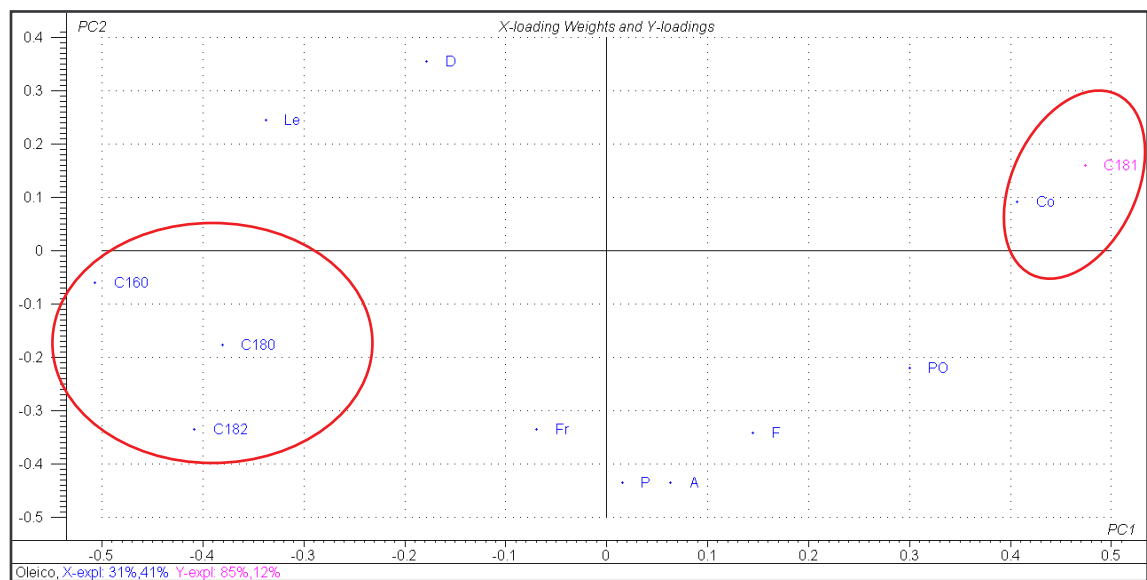
**Figura 7.** Características sensoriales, polifenoles totales y ácidos grasos de distintas variedades de olivos cultivadas en la localidad de Los Lirios, Provincia de Limarí. Temporada 2005. Presentación de componentes principales (PC1=44%, PC2=31%).



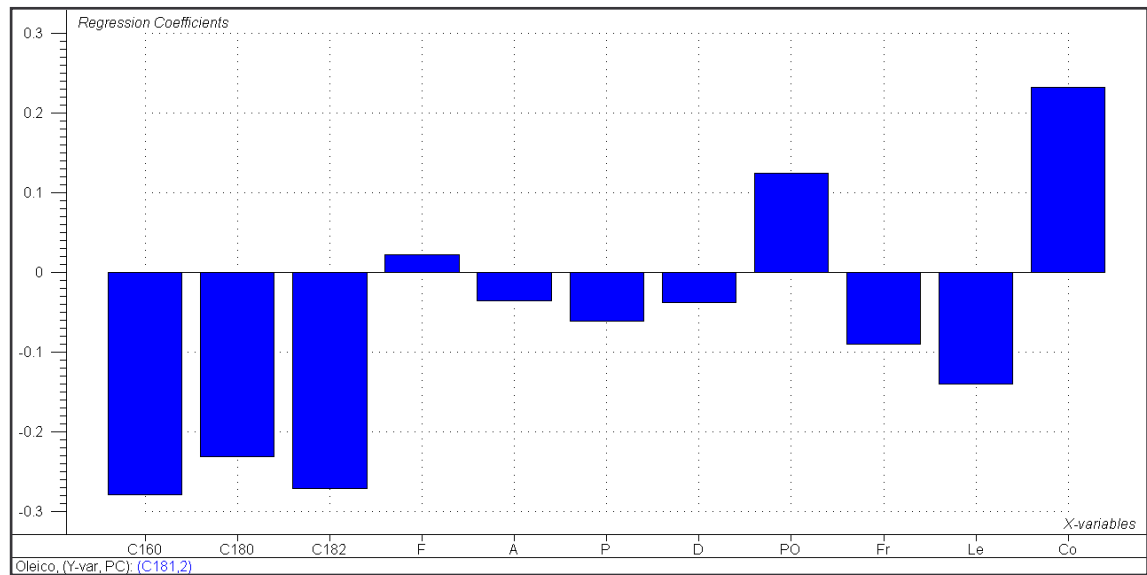
**Figura 8.** Coeficientes de regresión entre el nivel de polifenoles y los principales ácidos grasos, atributos positivos y variedades en estudio.

Respecto a la composición acídica la Figura 9 muestra un coeficiente de correlación de 99% para el ácido oleico (C18:1), donde se observa que existe una correlación positiva, entre este y la variedad Coratina (Co) y una correlación negativa con la variedades Frantoio (Fr) y Leccino (Le), las cuales presentan un coeficiente de regresión de 0,23 para Coratina, - 0,09 para Frantoio y -0,14 para Leccino, como lo muestra la Figura 10. Esto nos indica que los aceites de la variedad Coratina son más ricos en ácido oleico respecto a las otras variedades en estudio, bajo las condiciones edafoclimáticas y de manejo agronómicas de la localidad.

La Figura 9 nos muestra que los ácidos palmítico (C16:0), esteárico (C18:0) y linoleico (C18:2) presentan una correlación negativa con el contenido de ácido oleico (C18:1), esto nos indica que a mayor nivel de ácido oleico el aceite presenta un menor niveles de los ácidos mencionados, característica que presentaron los aceites de la variedad Coratina. Esto se reafirma con los coeficientes de regresión (Figura 10), con un valor de -0,27 para el ácido palmítico, -0,23 para el ácido esteárico y -0,27 para el ácido linoleico.



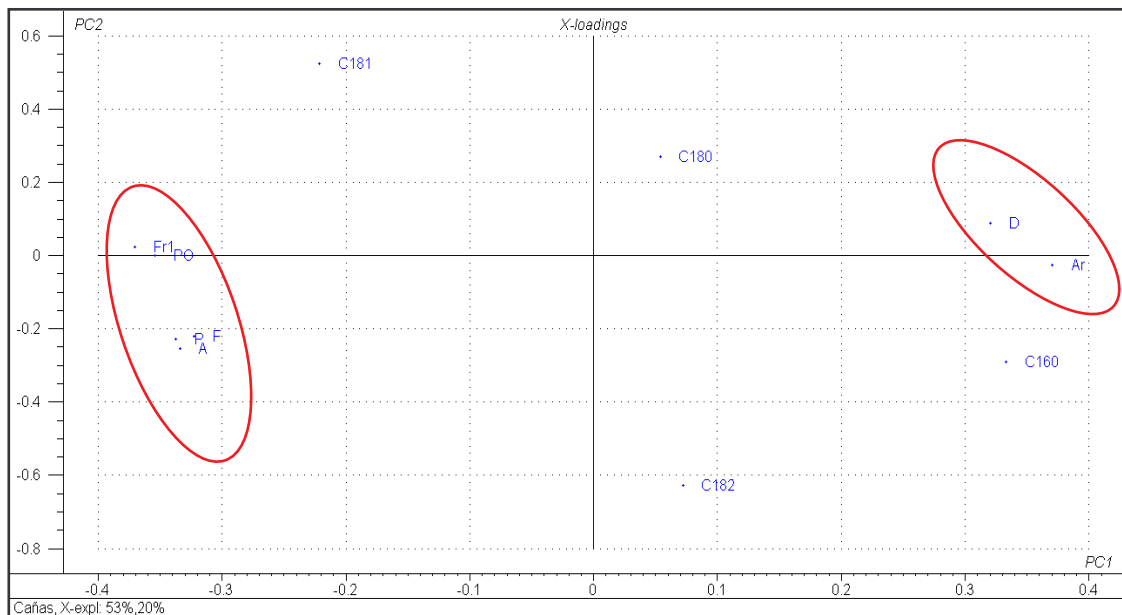
**Figura 9.** Correlación del ácido oleico con los principales ácidos grasos, atributos positivos y variedades en estudio.



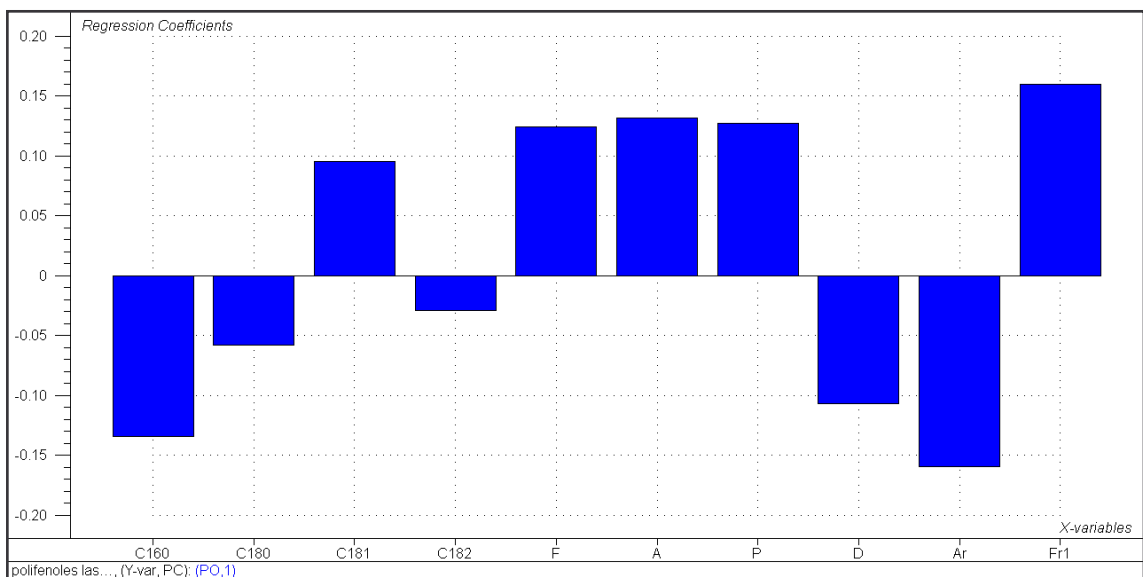
**Figura 10.** Coeficientes de regresión entre el nivel de ácido oleico y los principales ácidos grasos, atributos positivos y variedades en estudio.

#### 4.4.2. Localidad de Las Cañas.

La Figura 11 muestra el análisis de componentes principales que explica un 73% del comportamiento en la localidad de Las Cañas, según esto se puede establecer que al igual que en la localidad de Los Lirios la variedad Frantoio se encuentra fuertemente relacionada con el contenido de polifenoles totales, lo que da origen a un aceite con mayor cuerpo y personalidad al encontrarse estos correlacionados positivamente con los atributos de frutado (F), amargo (A) y picante (P), con un coeficiente de correlación de 99% como lo muestra la Figura 12 y coeficientes de regresión de 0,12 para frutado 0,13 para amargo y 0,13 para picante. Por otra parte se observa que el contenido de polifenoles totales presenta una correlación negativa con la variedad Arbequina y el atributo de dulce, con coeficientes de regresión de -0,11 para dulce y -0,16 para la variedad Arbequina. Estos resultados nos indican que aceites con un menor contenido de polifenoles totales son más suaves, como es el caso de los aceites de la variedad Arbequina.

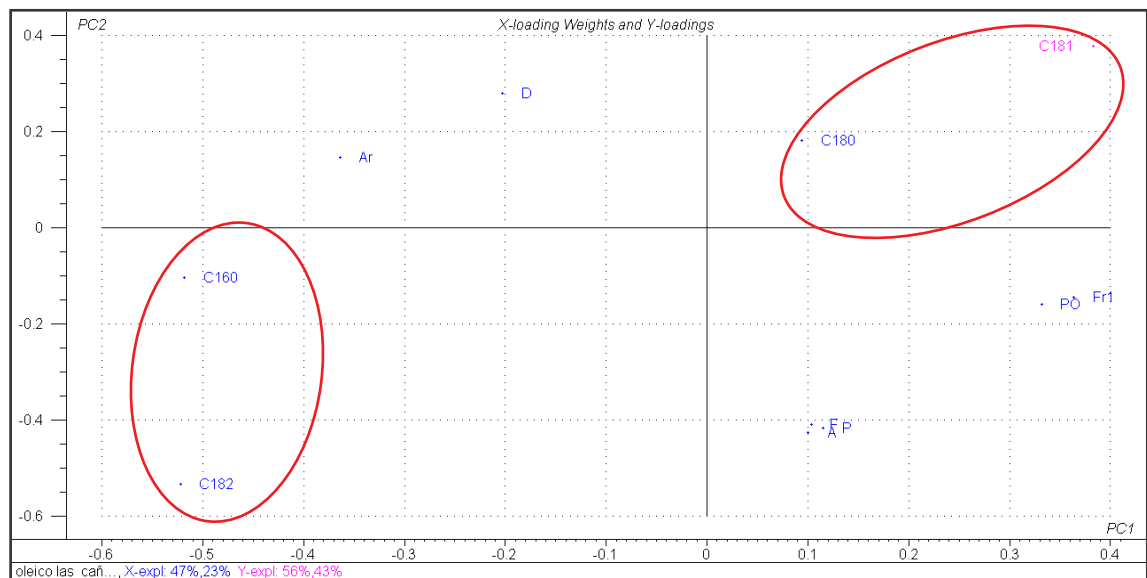


**Figura 11.** Características sensoriales, polifenoles totales y ácidos grasos de distintas variedades de olivos cultivadas en la localidad de Las Cañas, Provincia de Choapa. Temporada 2005. Presentación de componentes principales (PC1=53%, PC2=20%).

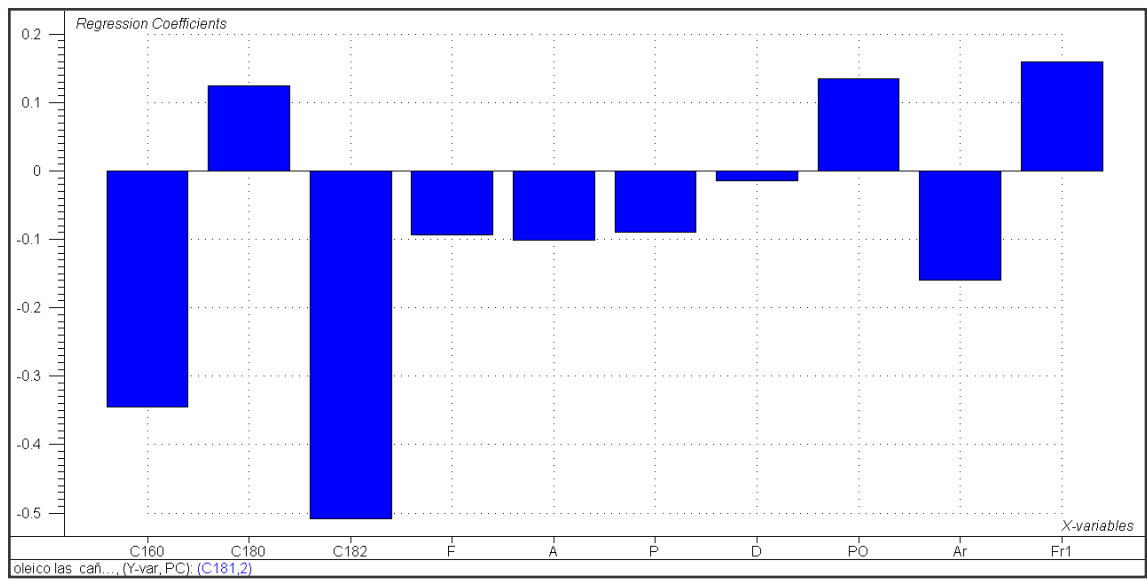


**Figura 12.** Coeficientes de regresión entre el nivel de polifenoles y los principales ácidos grasos, atributos positivos y variedades en estudio.

En relación a la composición acídica como se observa en la Figura 13 que el ácido oleico presenta un coeficiente de correlación de 99%, donde existe una correlación positiva del nivel de ácido oleico con el ácido esteárico (C18:0) con un coeficiente de regresión de 0,12 y una correlación negativa con los ácidos linoleico (C18:2) y palmítico (C16:0) con coeficientes de regresión de -0,50 y -0,34 respectivamente. Esto implica que a mayor nivel de ácido oleico los niveles de ácidos linoleico y palmítico disminuyen fuertemente, bajo las condiciones edafoclimáticas y de manejo agronómico de la localidad. En la Figura 14 se observa la importancia que presentan los ácidos antes mencionados, debido a lo bajo de los coeficientes de regresión. Por otra parte la Figura 14 muestra que existe una correlación positiva de la variedad Frantoio y los nivel de ácido oleico y polifenoles totales, con coeficientes de regresión de 0,16 y 0,14 respectivamente, esto nos indica que de las variedades en estudio en la localidad de Las Cañas, Frantoio es la que presenta los más altos niveles de ácido oleico y contenidos de polifenoles totales, presentando a los aceites de esta variedad con buenas características organolépticas y nutricionales bajo las condiciones edafoclimáticas y de manejo agronómico de la localidad.



**Figura 13.** Correlación del ácido oleico con los principales ácidos grasos, atributos positivos y variedades en estudio.



**Figura 14.** Coeficientes de regresión entre el nivel de ácido oleico y los principales ácidos grasos, atributos positivos y variedades en estudio.

## 5. CONCLUSIONES

- De las variedades en estudio Leccino, en la localidad de Los Lirios y Arbequina en la localidad de Las Cañas, mostraron una mayor relación pulpa/hueso, manifestando un menor tamaño de hueso.
- Según los criterios de calidad establecidos por el COI, todos los aceites analizados clasifican en la categoría de aceite de oliva extra virgen. Con excepción de la variedad Coratina en la localidad de Los Lirios que presentó un Índice de Peroxido superior a 20 (meq O<sub>2</sub>/kg).
- La composición acídica de los aceites obtenidos, en ambas localidades, muestra que las variedades en estudio dan origen a aceites ricos en ácidos grasos monoinsaturados, con un alto nivel de ácido oleico y bajo nivel de ácidos palmítico y linoleico.
- De las variedades en estudio, Frantoio dio origen, en ambas localidades, a aceites con mayor contenido de polifenoles totales, respecto al resto de las variedades estudiadas.
- De acuerdo al análisis sensorial permitió establecer para la localidad de Los Lirios un frutado medio en todas las variedades estudiadas. La variedad Frantoio produce aceites con un mayor picor y amargor, mientras que Leccino presentó mayor dulce dando origen a aceites más suaves.
- En la localidad de Las Cañas los aceites presentaron un frutado medio, donde no se observaron diferencias significativas en los perfiles sensoriales de las variedades Frantoio y Arbequina.



- En ambas localidades en estudio se puede establecer que Frantoio es la variedad que se asocia fuertemente con el contenido de polifenoles totales, lo que da origen a aceites con cuerpo y personalidad, es decir, más frutados, amargos y picantes, con características sensoriales y nutricionales excelentes.

## 6. BIBLIOGRAFIA.

- ALBA, J.; J. IZQUIERDO y F. GUTIÉRREZ. 1997. Aceite de oliva virgen. Análisis sensorial. Agrícola española S.A. 102 p.
- ANÓNIMO. 2002. Aceite de oliva, salud e inmunidad. [en línea] <[www.homeopatiaunicista.itgo.com/aceite\\_y\\_salud\\_e\\_inmunidad\\_htm.htm](http://www.homeopatiaunicista.itgo.com/aceite_y_salud_e_inmunidad_htm.htm)> [Consulta: 20 de Abril de 2005].
- ANÓNIMO. 2004. Influencia de los factores agronómicos en la calidad de aceite [En línea] <[www.gata-hurdes.com/revista/cuestionestecnicas.htm](http://www.gata-hurdes.com/revista/cuestionestecnicas.htm)> [Consulta: 13 de Mayo de 2005].
- APARICIO, R. y J. HARWOOD. 2003. Manual de aceite de oliva. Mundi-Prensa. Madrid. España. 614 p.
- BARRANCO, D.; R. FERNÁNDEZ-ESCOBAR Y L. RALLO. 1999. El Cultivo del olivo. Mundi-Prensa, Madrid, España, 701 p.
- BENAVIDES, A. (Com. pers.). Mayo de 2006. Cátedra de frutales de hoja persistente. Dra. Ingeniera Agrónoma. Universidad de La Serena.
- CARPIO, A. y B. JIMÉNEZ. 1993. Características organolépticas y análisis sensorial en el aceite de oliva. Junta de Andalucía. Consejería de agricultura y pesca. España. 74 p.
- CIREN CORFO.1990. Atlas agroclimático de Chile. Regiones IV a IX. Publicación N° 87. 67 p.

- CIREN-ODEPA. 2005. Catastro frutícola. Principales resultados IV Región. Septiembre 2005. 44 p.
- CIVANTOS, L. 1999. Obtención del aceite de oliva virgen. Agrícola Española S.A. 210 p.
- CIVANTOS, L. 2004. El olivo, el aceite, las aceitunas. Consejo Oleícola Internacional. España. 131 p.
- COI. 1996. Enciclopedia mundial del olivo. España. 750 p.
- DEIDDA, P.; G. BANDINO; M. SOLINAS; G. NIEDDU; V. ORRU; A. SERRIOCCO y D. SPANO. 1994. Olive oil quality in relation to environmental conditions. Actas Horticulturae 356. Olive growing II. 354-357 p.
- DIARIO PYME. 2003. Para desarrollar la industria olivícola. Inversiones hispanas en la IV Región. [en línea] <[www.disriopyme.cl/newtenberg/1517/article-51112.html](http://www.disriopyme.cl/newtenberg/1517/article-51112.html)> [Consulta: 20 de Abril de 2005]
- EL ANTARI, A.; A. HILAL; B. BOULOUHA y A. EL MOUDNI. 2000. Estudio de la influencia de la variedad, los factores ambientales y técnicas de cultivo en las características de los frutos y composición química de los aceites de oliva virgen extra de Marruecos. Olivae. España .N° 80. 29-36 p.
- ELLENA, M. 2000. Cultivo de olivo en climas fríos. Tierra Adentro. N° 33. 10-13 p.
- FIA. 1999. El cultivo del olivo. Diagnostico y perspectivas. 100 p.
- FIA. 2002. Boletín olivícola N° 10 [en línea] <[www.fia.gob.cl](http://www.fia.gob.cl)> [Consulta: 10 de Febrero de 2006]

FUNDACIÓN CHILE. 2000. Desarrollo de la industria de aceite de oliva. Agroeconómico. N° 54. 4-5 p.

FUNDACIÓN CHILE. 2000a. Aceite de oliva: una gama de calidades y beneficios para la salud. Agroeconómico. Instituto de Investigación Agropecuaria (INIA).N° 59. 32-36 p.

FUNDACIÓN CHILE. 2001. Elaboración del aceite de oliva. Agroeconómico. N° 61. 46-51 p.

FUNDACIÓN CHILE. 2003. Hacia dónde debe ir la industria olivícola nacional. Agroeconómico. N° 77. 26-29 p.

GUERRA, A. 2005. José Mingo y las exportaciones de aceite de oliva: “El proceso tiene que acelerarse, pero sin bajar los precios”. Revista del Campo. Chile. N° 1505. A6-A7 Pág.

GUERRERO, A.1997. Nueva olivicultura. Mundi-prensa. España. 281 P.

GUTIÉRREZ, F. 2002. Valoración de la calidad del aceite de oliva virgen. [en línea] <[www.percepnet.com](http://www.percepnet.com)> [consulta: 10 Febrero de 2006].

HERMOSO, M.; J. GONZÁLEZ; M. UCEDA; A. GARCÍA-ORTIZ; J. MORALES; L. FRÍAS y A. FERNÁNDEZ. 1998. Elaboración de aceites de oliva de calidad. Obtención por el sistema de dos fases. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. España. 83 p.

HERNANDEZ, R.; C. FERNANDEZ y P. BATISTA. 2001. Metodología de la investigación. McGraw-Hill. Mexico. 501 p.

- IBACACHE, A. 2001. Frutales de nuez y el olivo. En Román S. Agenda del salitre. 977-992 p. Sociedad química y minera de Chile S.A. Undécima edición. 1515 p.
- IGLESIA, R. 2004. Aceite de oliva: Temporadas agrícolas 2003/04 y 2004/05. Revista Temporadas Agrícolas. Chile. N° 23. 5-24 p.
- INFOAGRO. 2004a. Aceite de oliva. [En línea] <[www.infoagro.com/olivo/aceite\\_de\\_oliva2.asp](http://www.infoagro.com/olivo/aceite_de_oliva2.asp)> [consulta: 10 de Abril de 2005].
- INFOAGRO. 2004b. Cultivo del olivo. [En línea] < [www.infoagro.com/olivo/olivo.asp](http://www.infoagro.com/olivo/olivo.asp)> [consulta: 10 de Abril de 2005].
- INIA. 2005. Informe final Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) de la Región de Coquimbo, Proyecto “Manejo de huertos de olivos y su desarrollo en la IV Región”. 126 p.
- INSTITUTO OMEGA3. 2004. Aceite de oliva virgen: Nuestro patrimonio alimentario. [En línea] <[www.pulevasalud.com/zip/9973/aceite\\_oliva.pdf](http://www.pulevasalud.com/zip/9973/aceite_oliva.pdf)> [Consulta: 20 de Abril de 2005].
- JIMÉNEZ, B. 2004. La Producción de Aceite de Oliva. [en línea] <[www.meseoaceite.com/docum/docs/5-%20produccion.doc](http://www.meseoaceite.com/docum/docs/5-%20produccion.doc)> [Consulta: 20 de Abril de 2005].
- JIMÉNEZ, B. 2004a. El aceite de oliva. [En línea] <[www.museoaceite.com/docum/docs/6-clasificacion%20aceite.doc](http://www.museoaceite.com/docum/docs/6-clasificacion%20aceite.doc)> [Consulta: 13 de Mayo de 2005].

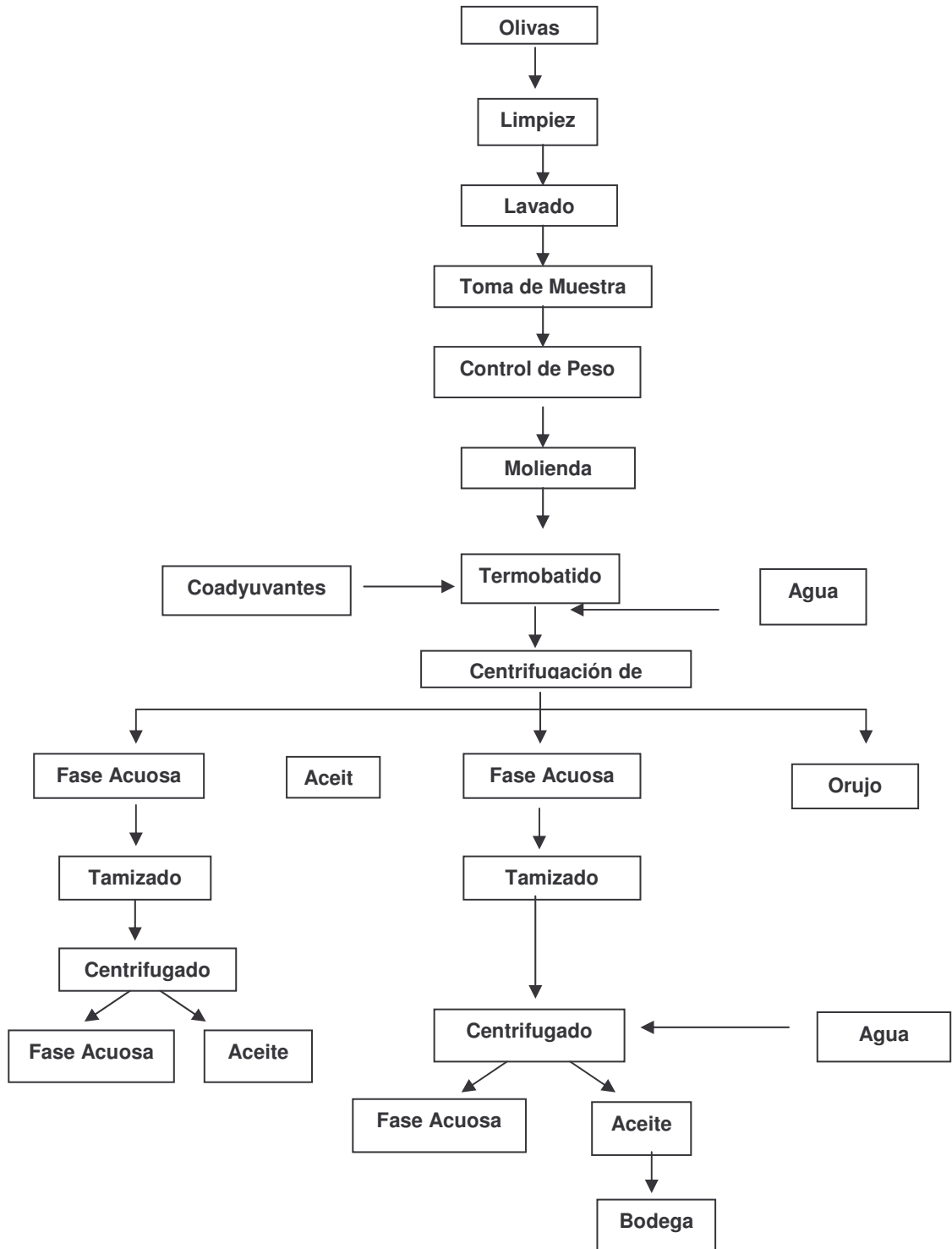
- LITTLE, T. y F. HILLS. 1976. Método estadístico para la investigación en la agricultura. Trillas. México. 270 p.
- MALFONTI, M. 2003. Comercio exterior de aceite de oliva en Chile. Universidad Mayor. 95 p.
- NOLASCO, M.; L. AQUIRREZÁBAL y J. LÚQUEZ. 2002. Concentración de tocoferoles en el aceite de híbridos de girasol (*Helianthus annuus* L.) tradicionales y "alto oleico" sembrados en diferentes ambientes en Argentina. [En línea] <[www.intagov.ar/balcarce/info/documentos/agrie/olaeg/girasol/tocoferoles.htm](http://www.intagov.ar/balcarce/info/documentos/agrie/olaeg/girasol/tocoferoles.htm)> [Consulta: 20 de Abril de 2005].
- NOVOA, R.; S. VILLASECA; P. DEL CANTO; J. ROUANET; C. SIERRA y A. DEL POZO. 1989. Mapa agroclimático de Chile. Instituto de Investigación Agropecuaria (INIA). Chile. 221 p.
- OLEOHISPANA. 2005. Aceite: concepto, forma de extracción y tipos de aceite [En línea] <[www.oleohispana.com/aceite.htm](http://www.oleohispana.com/aceite.htm)> [Consulta: 13 de Mayo de 2005].
- PASTOR, M.; J. HUMANES; V. VEGA y J. CASTRO. 1998. Diseño y manejo de plantaciones de olivar. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. España. 225 p.
- RODRÍGUEZ, F. y A. BALLESTER. 1989. Hoja divulgadora N° 6. Ministerio de Agricultura y Pesca. España. 75 p.
- SANTIBÁÑEZ, F. 1990. Aspectos agroclimáticos de la producción del olivo. En IV Jornadas Olivícolas Nacionales. Trabajos y resúmenes. 35-53 p. Ministerio de Agricultura. Chile. 116 p.

- SCHWARTZ, M.; W. KERN; R. MARCHANT; R.CALLEJAS y M. SEPULVEDA. 2002. Actualización del diagnóstico del sector olivícola nacional y formulación de estrategias de desarrollo. Aceite de oliva. Dirección de promoción de exportaciones (PROCHILE). Chile. 110 p.
- TAPIA, F.; M. ASTORGA; A. IBACACHE; L. MARTÍNEZ; C. SIERRA; C. QUIROZ; P. LARRAÍN y F. RIVEROS. 2003. Manual del cultivo del olivo. Instituto de Investigación Agropecuaria (INIA). 128 p.
- TOUS, J. y A. ROMERO. 1993. Variedades de Olivo. Fundación la Caixa. España. 125 p.
- TOUS, J.; A. ROMERO; J. PLANA; L. GUERRERO y I. DÍAZ. 1997. Características químico-sensoriales de los aceites de oliva Arbequina obtenidos en distintas zonas de España. Grasas y Aceites. España. N°48 (6). 415-424 p.
- TRONCOSO, H.; F. JAMETT y A. BENAVIDES. 2006. Guía experta. Producción de aceite de oliva de calidad [CD] La Serena. Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
- TRONCOSO, H.; F. JAMETT; A. BENAVIDES y M. ASTORGA. 2006. Caracterización química de aceites de oliva producidos en la Región de Coquimbo. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Chile. Boletín INIA 153. 30p.
- VALDEBENITO, L. (Com. pers.). Agosto de 2005. Manejos agronómicos del fundo Los Lírios. Administrador planta Ovalle. Agroindustrial Valle Arriba S.A.
- VILLA P. 2004. El cultivo del olivo. Editorial De Vecchi. España. 143 p.

VIVERO SUR. 2004. Situación mundial del mercado de aceite de oliva. [En línea]  
< [www.viverosur.com/mundial.ppt#18](http://www.viverosur.com/mundial.ppt#18) > [consulta: 10 de Abril de 2005].

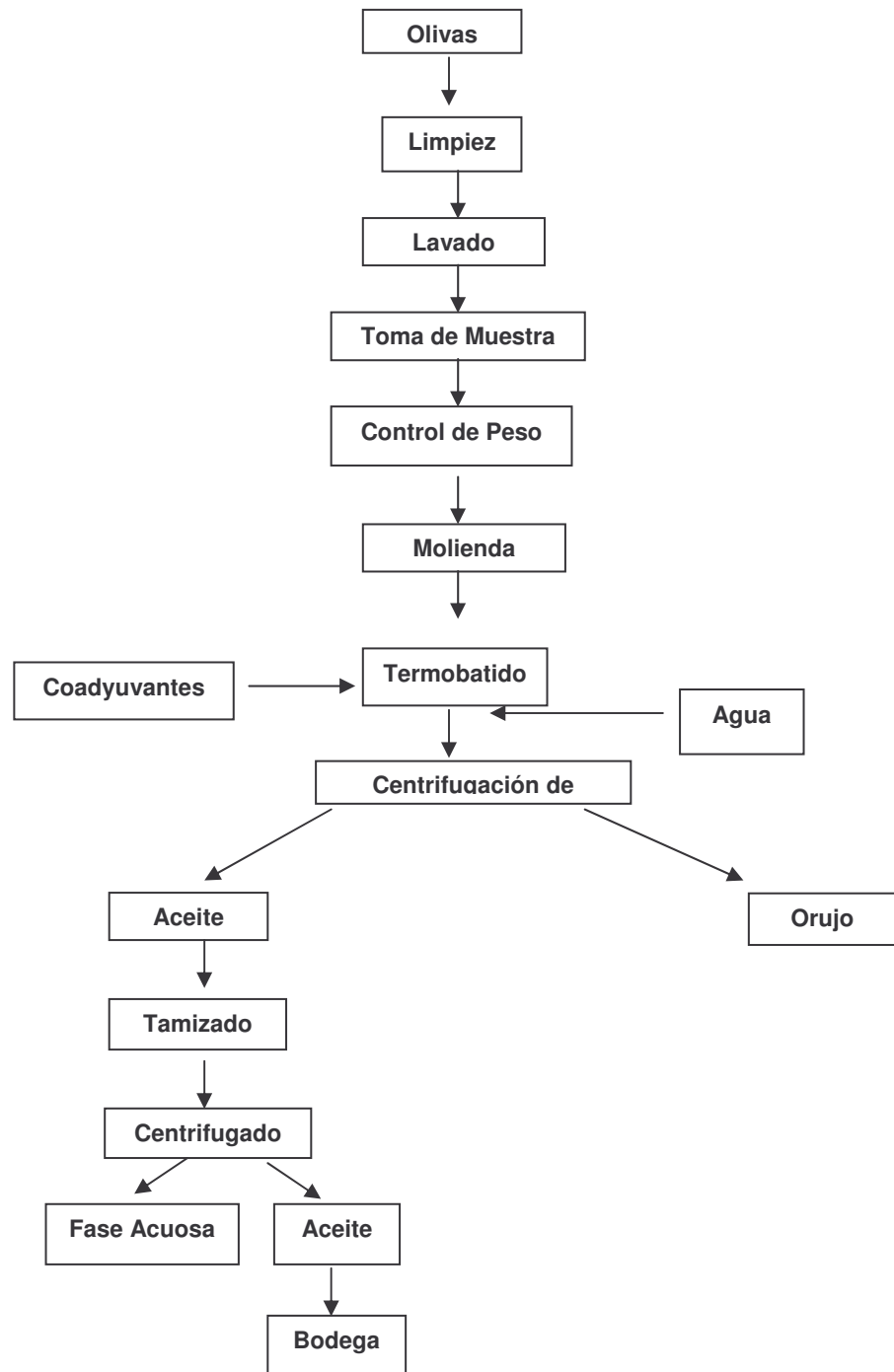


### Anexo 1



Sistema de Centrifugación de 3 Fases.  
Fuente: Barranco et al., 1999.

## Anexo 2



Sistema de Centrifugación de 2 Fases.  
Fuente: Barranco et al., 1999.

### Anexo 3

<b>PERCEPCIÓN DE LOS ATRIBUTOS POSITIVOS</b>	<b>INTENSIDAD</b>
Frutado	_____
Amargo	_____
Picante	_____
Otros (cuáles)	_____
<b>PERCEPCIÓN DE LOS DEFECTOS</b>	
Atrojado	_____
Moho	_____
Avinado	_____
Borras	_____
Metálico	_____
Rancio	_____
Otros (cuáles)	_____
<b>NOMBRE DEL CATADOR:</b>	
<b>CÓDIGO DE MUESTRA:</b>	
<b>FECHA:</b>	

Hoja de valoración (COI/T20 Doc N° 15 Rev 1). Vigente desde el 1 de septiembre de 2002.