



UNIVERSIDAD DE LA SERENA

Facultad de Ciencias

Escuela de Ingeniería Agronómica

**Evaluación de la calidad de aceites de oliva vírgenes,  
procesados industrialmente en almazara de dos fases,  
provenientes de cuatro localidades de la Región de  
Coquimbo.**

Seminario de Título para optar al Título de  
INGENIERO AGRÓNOMO  
y al Grado de Licenciado en Agronomía.

**Profesoras guías: Sra. Adriana Benavides López. Dr. Ing. Agr.  
Sra. Fabiola Jamett Díaz. Qco.Mg.en Ed.Cs.**

SOLANGE CAPOT SANTOS.

MAYO/2009

## **AGRADECIMIENTOS**

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a todos quienes participaron directa e indirectamente en la culminación de este estudio.

A mis profesoras guías quien me ayudaron en este desafío, con sus conocimientos, colaboración y apoyo de forma incondicional

Sra. Adriana Benavides López, Dra. Ingeniera Agrónoma y directora del Departamento de Agronomía de la Universidad de La Serena.

Sra. Fabiola Jamett Díaz, Químico Laboratorista Mg.en Ed.Cs. y jefa de Laboratorio de Análisis Químico de Aceite de Oliva de la Universidad de La Serena.

A todos los profesores, en especial al Sr. Ing. Agr. Héctor Troncoso, y al personal de la Escuela de Agronomía de la Universidad de La Serena, por darme las herramientas necesarias para formarme como persona y profesional.

A la empresa Agrocomercial Valle Arriba S.A. y su administrador en ese momento Sr. Ing. Agr. Jorge Astudillo, al panel de cata de aceite de oliva de la Universidad de La Serena.

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar este trabajo, el cual es el fin de un importante desafío que abre las puertas al futuro en el cual he proyectado mi vida, a todos los que confiaron y estuvieron conmigo en todos estos años.

A quien de manera incondicional siempre está a mi lado, me da la fuerza necesaria para superar situaciones y momentos difíciles que otorga la vida, ése, es Dios.

A mi familia, en especial a mi madre Mariana, que siempre ha tenido las palabras y sabios consejos que me han ayudado a crecer y a guiar mi vida.

A mi padre Jorge, mis hermanos Jorge y Sandro, al amor de Álvaro, ya que sin el apoyo y cariño de ellos jamás habría sido posible avanzar por este sendero.

*Las dificultades son parte de la preparación necesaria de la vida...por eso*

*Confía en tí y crea el tipo de vida que te gustará vivir a lo largo de tu vida...*

*Y cuando te sientas agobiado piensa que la naturaleza nos entrega mensajes maravillosos:*

*En cada capullo de flor que se abre, en cada tallo del naciente árbol...*

*Los hermosos pájaros que llenan el aire de melodías con sus preciosos cantos...*

*Las flores exquisitamente matizadas que en su perfección perfuman el aire...*

## ÍNDICE DE MATERIAS

Materia	Página
RESUMEN .....	xiii
ABSTRACT .....	xv
1 INTRODUCCION .....	1
1.1 CONCEPTO DE CALIDAD EN EL ACEITE DE OLIVA.....	1
1.1.1 Calidad Nutricional y Terapéutica.....	2
1.1.2 Calidad Comercial .....	3
1.1.3 Calidad Reglamentada .....	3
1.1.3.1 Criterios para establecer la calidad de un aceite.....	5
1.1.3.1.1 Acidez Libre.....	5
1.1.3.1.2 Índice de Peróxidos.....	6
1.1.3.1.3 Absorbancia en el Ultravioleta.....	6
1.1.3.1.4 Análisis Sensorial.....	7
1.1.3.1.5 Técnica de Cata de Aceites.....	9
1.1.3.1.6 Hojas de Perfil.....	10
1.1.3.1.6.1 Atributos Negativos.....	11
1.1.3.1.6.2 Atributos Positivos.....	11
1.1.3.1.7 Análisis de Resultados.....	12
1.2 FACTORES DIFERENCIALES EN LA PRODUCCIÓN DE ACEITE DE OLIVA.....	13
1.2.1 Factores Agronómicos.....	13
1.2.2 Variedades .....	14
1.2.3 Grado de Maduración, Recolección, Transporte y Proceso del Fruto .....	15
1.2.4 Componentes Diferenciales en los Aceites de Oliva. Caracterización .....	18
1.3 HIPÓTESIS .....	21

2	OBJETIVOS .....	22
2.1	OBJETIVO GENERAL .....	22
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	22
3	MATERIALES Y MÉTODOS .....	23
3.1	ÉPOCA Y UBICACIÓN DEL ESTUDIO.....	23
3.2	MATERIAL VEGETAL .....	23
3.3	DISEÑO EXPERIMENTAL .....	25
3.3.1	Toma de muestras.....	27
3.3.1.1	Muestreo de olivas.....	27
3.3.1.2	Muestreo de aceite.....	28
3.3.2	Procedimiento Experimental.....	30
3.3.2.1	Evaluación química.....	30
3.3.2.2	Evaluación sensorial.....	34
3.4	ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	34
4	PRESENTACION Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	36
4.1	DETERMINACIONES ANALITICAS EN FRUTOS DE OLIVAS .....	36
4.2	DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE GLOBAL DE CALIDAD DE ACEITE DE OLIVA.....	39
4.3	POLIFENOLES Y PERFIL DE ACIDOS GRASOS.....	42
4.3.1	Polifenoles .....	42
4.3.2	Perfil de ácidos grasos .....	47
4.4	EVALUACIÓN SENSORIAL.....	49

4.5	ANÁLISIS MULTIVARIABLE EN BASE A COMPONENTES PRINCIPALES .....	57
4.5.1.1	Variedad Arbequina Los Olivos.....	57
4.5.1.2	Variedad Arbequina Oruro.....	60
4.5.1.3	Variedad Arbequina Agua Amarilla.....	62
4.5.1.4	Variedad Arbequina Los Lirios.....	65
4.5.1.5	Variedad Frantoio Agua Amarilla.....	67
4.5.1.6	Variedad Frantoio Los Lirios.....	69
5	CONCLUSIONES.....	71
6	LITERATURA CITADA.....	76
7	ANEXOS .....	86

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Página</b>
Cuadro 1 Parámetros reglamentados de calidad según categoría de aceite de Oliva.....	4
Cuadro 2 Clasificación de aceite virgen según los resultados del análisis sensorial..	12
Cuadro 3 Antecedentes generales de procedencia de las olivas.....	24
Cuadro 4 Planilla de muestreo .....	26
Cuadro 5 Escala de coloración que determina el estado de madurez para el cálculo de IM.....	27
Cuadro 6 Parámetros analíticos y metodología.....	28
Cuadro 7 Estimación del índice global de calidad de aceites variedad Arbequina....	40
Cuadro 8 Estimación del índice global de calidad de aceites variedad Frantoio.....	42
Cuadro 9 Niveles de polifenoles (mg/Kg ácido cafeico) de aceites extra virgen de olivas variedad Arbequina cultivadas en distintas localidades de la provincia de Limarí y Choapa, región de Coquimbo.....	44
Cuadro 10 Niveles de polifenoles (mg/Kg ácido cafeico) de aceites extra virgen de olivas variedad Frantoio cultivadas en distintas localidades de la provincia de Limarí y Choapa, región de Coquimbo.....	46

Cuadro 11 Niveles (%) de ácidos grasos de aceites de las variedades Arbequina y Frantoio. ....	49
Cuadro 12 Evaluación sensorial (medianas) de aceites variedad Arbequina.....	52
Cuadro 13 Evaluación sensorial (medianas) de aceites variedad Frantoio.....	55



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
Figura 1 Antecedentes de nivel de polifenoles en aceites variedad Arbequina.....	45
Figura 2 Antecedentes de nivel de polifenoles en aceites variedad Frantoio.....	46
Figura 3 Perfil sensorial de aceites variedad Arbequina del fundo Los Olivos.....	53
Figura 4 Perfil sensorial de aceites variedad Arbequina del fundo Oruro.....	53
Figura 5 Perfil sensorial de aceites variedad Arbequina del fundo Agua Amarilla. ....	54
Figura 6 Perfil sensorial de aceites variedad Arbequina del fundo Los Lirios .....	54
Figura 7 Perfil sensorial de aceites variedad Frantoio del fundo Agua Amarilla.....	56
Figura 8 Perfil sensorial de aceites variedad Frantoio del fundo Los Lirios.....	56
Figura 9 Diagrama de muestras a partir de un modelo PCA de aceites de la variedad Arbequina del fundo Los olivos, provincia de Limarí. Modelo de cinco fechas de muestreo.....	58
Figura 10 Diagrama de variables del PC1 vs PC2 a partir de un modelo PCA de aceites de variedad Arbequina del fundo Los olivos, de la provincia de Limarí. Modelo compuesto de 15 variables. ....	59

Figura 11 Coeficientes de regresión del nivel de polifenoles en aceites de oliva variedad Arbequina provenientes de la localidad de Los Olivos y el resto de las variables .....	60
Figura 12 Diagrama de muestras del PC1 vs PC2 a partir de un modelo PCA de aceites variedad Arbequina del fundo Oruro, provincia de Limarí. Modelo de tres fechas de muestreo.....	61
Figura 13 Diagrama de variables del PC1 vs PC2 a partir de un modelo PCA de aceites de variedad Arbequina del fundo Oruro, provincia de Limarí. Modelo compuesto de 26 variables. ....	61
Figura 14 Coeficiente de regresión de nivel de polifenoles en aceites de oliva variedad Arbequina provenientes de la localidad de Oruro y el resto de las variables .....	62
Figura 15 Diagrama de muestras PC1 vs PC2 a partir de un modelo PCA para aceites de la variedad Arbequina del fundo Agua Amarilla, provincia de Choapa. Modelo de tres fechas de muestreo. ....	63
Figura 16 Diagrama de variables del PC1 vs PC2 a partir de un modelo PCA de la variedad Arbequina del fundo Agua Amarilla, provincia de Choapa. Modelo compuesto de 26 variables. ....	64
Figura 17 Coeficiente de regresión de nivel de polifenoles en aceites de oliva variedad Arbequina provenientes de la localidad de Agua Amarilla y el resto de las variables .....	64
Figura 18 Diagrama de muestras del PC1 vs PC2 a partir de un modelo PCA de aceites de la variedad Arbequina del fundo Los Lirios, provincia de Limarí. Modelo de cinco fechas de muestreo. ....	65

Figura 19 Diagrama de variables del PC1 vs PC2 a partir de un modelo PCA de aceites de variedad Arbequina del fundo Los Lirios, provincia de Limarí. Modelo compuesto de 28 variables. ....	66
Figura 20 Coeficiente de regresión de nivel de polifenoles en aceites de oliva variedad Arbequina provenientes de la localidad de Los Lirios y el resto de las variables .....	66
Figura 21 Diagrama de muestras del PC1 vs PC2 a partir de un modelo PCA de aceites de la variedad Frantoio del fundo Agua Amarilla, provincia de Choapa. Modelo de cinco fechas de muestreo.....	67
Figura 22 Diagrama de muestras y variables del PC1 vs PC2 a partir de un modelo PCA de aceites de la variedad Frantoio del fundo Agua Amarilla, provincia de Choapa. Modelo compuesto de 24 variables.....	68
Figura 23 Coeficiente de regresión de nivel de polifenoles en aceites de oliva variedad Frantoio provenientes de la localidad de Agua Amarilla y el resto de las variables .....	68
Figura 24 Diagrama de muestras del PC1 vs PC2 a partir de un modelo PCA de aceites de la variedad Frantoio del fundo Los Lirios, provincia de Limarí. Modelo de cinco fechas de muestreo. ....	69
Figura 25 Diagrama de muestras y variables del PC1 vs PC2 a partir de un modelo PCA de aceites de la variedad Frantoio del fundo Los Lirios, provincia de Limarí. Modelo compuesto de 24 variables. ....	70

Figura 26 Coeficiente de regresión de nivel de polifenoles en aceites de oliva variedad Frantoio provenientes de la localidad de Los Lirios y el resto de las variables .....	70
---	----

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo</b>	<b>Página</b>
Anexo 1. Ubicación geográfica de los fundos .....	86
Anexo 2. Esquema de proceso y extracción de muestras en la almazara .....	87
Anexo 3. Hoja de perfil simplificada con una escala no estructurada de 0 a 10 cm de longitud, para cata de aceites de oliva.....	88

## RESUMEN

Calidad en aceite de oliva puede considerarse desde diversas ópticas: reglamentada, comercial, nutricional, terapéutica y organoléptica.

La diferenciación de los aceites se ve influenciada por factores agronómicos, culturales, grado de maduración del fruto, transporte y proceso en la almazara entre otros. La caracterización de los aceites de oliva vírgenes de calidad está en función del equilibrio de sus componentes diferenciales tales como polifenoles, ácidos grasos y tocoferoles.

En este estudio se evaluó la variación de la calidad química y sensorial de aceites de oliva de la variedad Arbequina, procedentes de cuatro localidades (Los Olivos, Oruro, Agua Amarilla, Los Lirios) y de la variedad Frantoio, procedente de dos localidades (Los Lirios y Agua Amarilla) de la región de Coquimbo, respectivamente. Se extrajeron 5, 3, 3,5 muestras para Arbequina (factorial de 48 U.E.) y 5,5 muestras para Frantoio (factorial de 30 U.E.), con tres repeticiones cada una, considerando como tratamiento las fechas de muestreo, en el año de cosecha 2007, el cual comprendió los meses de Abril a Junio.

La toma de muestras se realizó en dos etapas: frutos y aceite en forma complementaria, en almazara comercial de dos fases, perteneciente a la empresa Agrocomercial Valle Arriba S.A. en la ciudad de Ovalle.

De las olivas se determinó: índices de madurez, rendimientos grasos y posteriormente, se evaluó en los aceites: el índice global de calidad y las características nutricionales y sensoriales.

Las determinaciones analíticas fueron realizadas en el laboratorio de Análisis Químico de Aceite de Oliva y Panel de Cata, ubicado en dependencias del Campus Limarí de la Universidad de La Serena, en la ciudad de Ovalle.

Los resultados manifestaron que existe poca incidencia de la fecha de recolección sobre el estado de madurez y el rendimiento graso de los frutos durante el periodo de la recolección, ya que estos se comportaron oscilatorios, sin embargo mantuvieron la media.

El Índice Global de Calidad, según los parámetros normados clasifica a los aceites de la variedad Arbequina como extra vírgenes y los de la variedad Frantoio como vírgenes.

El análisis de perfil sensorial para los aceites procedentes de la variedad Arbequina manifiestan la condición de ser aceites suaves, con un equilibrio entre el picante, el amargo y ligeramente mas dulces.

Los aceites procedentes de la variedad Frantoio se presentaron con un cuerpo equilibrado en las intensidades de sus atributos, picante y amargo notoriamente más elevadas que las presentadas por la variedad Arbequina.

**Palabras clave:** Aceite de oliva, Calidad, Caracterización, Componentes diferenciales, Índice global de calidad.

## ABSTRACT

Quality olive oil can be seen from different points of view, regulated, commercial, nutritional and organoleptic therapy.

The differentiation of oils is influenced by agronomic factors, culture, degree of fruit ripening, transportation and processing at the mill and others. Characterization of virgin olive oil quality is a function of the differential balance of its components such as polyphenols, fatty acids and tocopherols.

This study evaluated the variation in chemical and sensory quality of olive oils of the Arbequina variety, from four locations (Los Olivos, Oruro, Yellow Water, The Irises) and the Frantoio variety, coming from two locations (The Water lilies and yellow) in the Coquimbo region, respectively. We extracted samples for 5,3,3,5 Arbequina (factorial 48 EU) and 5.5 for samples Frantoio (factorial 30 EU), with three repetitions each, whereas treatment sampling dates in vintage year 2007, which covered the months from April to June.

Sampling was conducted in two stages: fruit and oil in a complementary fashion, commercial mill in two stages, from the Valle Arriba Agrocomercial Company SA in the city of Ovalle.

Of olives was determined: index of maturity, yield and fatty subsequently evaluated in the oils: the overall quality and the nutritional and sensory characteristics.

The analytical determinations were performed in the laboratory of Chemical Analysis and Olive Oil Tasting Panel, located on the premises Limarí Campus of the University of La Serena in the city of Ovalle.



The results showed that there is little effect of harvest date on the state of maturity and yield of fat fruit during the harvest, since they behaved oscillatory but remained average.

The Index of Global Quality, regulated according to the parameters to classify the variety of oils as extra virgin Arbequina and Frantoio variety of as virgins.

Analysis of sensory profile for the oils from the Arbequina variety show the condition of being soft oils with a balance of spicy, bitter and slightly sweeter.

The oils from the Frantoio variety were presented with a balanced body in the intensities of their attributes, spicy and bitter notoriously higher than those presented by the variety Arbequina.

**Key words:** Olive oil, Quality, Characterization, differential components, Global Quality Index

# 1 INTRODUCCION

## 1.1 CONCEPTO DE CALIDAD EN EL ACEITE DE OLIVA

En los años recientes, se ha fijado la atención en las virtudes de la dieta Mediterránea y en especial en el aceite de oliva, por tener buen sabor, además existe una clara evidencia de que una dieta basada en este producto va directamente relacionada con una esperanza de vida más larga y con una disminución de las enfermedades causadas en gran parte por malos hábitos culinarios occidentales. El consumo de aceite de oliva se ha vinculado con un menor riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares (Galli et al., 1999; Miró-Casas et al., 2002; Gimeno et al., 2002) y con un menor riesgo de desarrollar varios tipos de neoplasias malignas (Owen et al., 2003).

Este líquido 100% natural, que se produce a partir de un fruto que es la oliva, ha demostrado ser una gran fuente de grasa monoinsaturada, sus efectos beneficiosos sobre la salud pueden atribuirse tanto a su alto contenido en ácido oleico como a la presencia de antioxidantes, que no se encuentran en otros aceites (Fitó, 2003).

Dicha diferenciación debe estar respaldada por el consumo de un aceite de oliva virgen de Calidad, es un término que se encuentra en multitud de contextos y con el que se busca despertar una sensación positiva, transmitiendo la idea de que algo es mejor, técnicamente una forma de hacer las cosas en las que, fundamentalmente, predominan la preocupación por satisfacer al cliente y por mejorar, día a día, procesos y resultados; desde una perspectiva comercial “la percepción que el cliente tiene de un producto o servicio. Conjunto de propiedades

inherentes a un objeto que permiten apreciarlo como igual, mejor o peor que el resto de objetos de los de su especie” (Mirándola et al., 1989).

La norma ISO 8402 define calidad como el conjunto de características de una entidad, que le confieren la aptitud para satisfacer las necesidades establecidas y las implícitas.

La norma UNE-EN ISO 9000:2000 la define como el grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos (Pillou, 2004).

Desde un punto de vista de la producción y comercialización, la calidad del aceite de oliva puede considerarse desde diversas ópticas (Uceda y Hermoso, 1998): calidad reglamentada, comercial, nutricional, terapéutica y organoléptica o sensorial.

### **1.1.1 Calidad Nutricional y Terapéutica**

Esta definición está referida al contenido de ácidos grasos, polifenoles y tocoferoles, los cuales representan un importante parámetro de calidad relacionado con la composición química del aceite, ya que afectan a la estabilidad frente a la oxidación del mismo, a su color y sabor y a otras características nutricionales y terapéuticas (Maestro Duran et al., 1994).

Su equilibrada composición, constituida fundamentalmente por ácido oleico, monoinsaturado, pero con una cantidad adecuada de ácidos linoleico y  $\alpha$ -linolénico, poliinsaturados esenciales, y la presencia de antioxidantes, lo posicionan como un excelente alimento nutricional, recomendado para fines terapéuticos por los especialistas (Viola Publio, 2004).

### **1.1.2 Calidad Comercial**

Se señala como una medida de la estabilidad oxidativa de los aceites y por ende su tiempo posible de almacenamiento y caducidad. Este es un parámetro analítico, relacionado con la calidad, que predice el tiempo que tarda un aceite de oliva virgen en enranciarse. Se expresa en horas Rancimat a 98°C. Una hora de estabilidad Rancimat puede considerarse como una semana de estabilidad del aceite, conservado en oscuridad y a 20°C (Jamett et al., 2007).

### **1.1.3 Calidad Reglamentada**

El Reglamento de la Comunidad Económica Europea (CE) N° 1989/2003 de la Comisión del 6 de noviembre de 2003, por el que se modifica el Reglamento (CE) N° 2568/91 relativo a las características de los aceites de oliva y de los aceites de orujo de oliva y sobre sus métodos de análisis, así como la normativa del Consejo Oleícola Internacional (COI) Res-4/75-IV/96 del 20 de noviembre de 1996, establece categorías comerciales para el aceite virgen de oliva y así diferenciar calidades, desde un punto de vista netamente comercial. Es así que tenemos aceites de oliva Virgen Extra, Virgen o Fino, Corriente y Lampante (a escala europea, la categoría Corriente queda incluida en Lampante, a partir de noviembre de 2003).

Dicha clasificación es relevante dado que limita las posibilidades de comercialización y uso del aceite; en efecto, sólo está permitido envasar aceite virgen de las categorías Extra y Fino, mientras que los Lampantes deben ser obligatoriamente refinados (proceso que implica diversas etapas fisicoquímicas para eliminar todos aquellos compuestos y aromas que hacen inviable su consumo directo como lo señala Romero y Tous (2003).

La acidez es uno de los parámetros químicos de los aceites de oliva que indica la cantidad de ácidos grasos libres que contiene el aceite (expresada en % de ácido oleico). Es importante saber que la acidez es un parámetro químico más para determinar su calidad reglamentada y que no tiene relación con el sabor. Una acidez baja garantiza que los aceites vírgenes se han elaborado con frutos sanos y en las mejores condiciones en todas las fases del proceso. Por ello, para cada categoría de aceite de oliva se exige que tenga, como máximo, un grado de acidez (Anónimo, 2007).

**Cuadro 1 Parámetros reglamentados de calidad según categoría de aceite de Oliva.**

<b>CATEGORÍA</b>	<b>ACIDEZ %</b>	<b>INDICE DE PERÓXIDOS MEQ/O<sub>2</sub>/KG</b>	<b>K<sub>232</sub></b>	<b>K<sub>270</sub></b>
Aceite de oliva virgen extra	Máx. 0,8	Máx. 20	Máx. 2,40	Máx. 0,22
Aceite de oliva virgen	Máx. 2,0	Máx. 20	Máx. 2,50	Máx. 0,25
Aceite de oliva virgen corriente	Máx. 3,3	Máx. 20	Máx. 2,50	Máx. 0,25
Aceite de oliva virgen lampante	> 3,3	> 20	Máx. 3,70	>= 0,25

Fuente: Comisión de la Comunidad Europea. CEE 2568/91.

### **1.1.3.1 Criterios para establecer la calidad de un aceite**

Existen diferentes mecanismos a través de los cuales se alteran los lípidos y se han dividido en dos grupos: lipólisis o rancidez hidrolítica y autoxidación o rancidez oxidativa; la primera se debe básicamente a la acción de las lipasas que liberan ácidos grasos de los triglicéridos, mientras que la segunda se refiere a la acción del oxígeno y de las lipoxigenasas sobre las insaturaciones de los ácidos grasos (Morales y Przybylski, 2003).

#### **1.1.3.1.1 Acidez Libre**

La cantidad de ácidos grasos libres expresados en porcentaje de ácido oleico, es un factor de calidad importante, ya que es utilizado como criterio para la clasificación de categorías comerciales de aceites de oliva, este parámetro pone en evidencia alteraciones sufridas por los aceites y si la acidez supera 3.3% estos no pueden ser directamente utilizados para la alimentación humana (Troncoso et al., 2006).

Después de la recolección de las olivas, durante su almacenamiento y en la extracción, la degradación celular está normalmente acompañada de la liberación de ácidos grasos libres, y la oxidación de ácidos grasos no saturados, así como la oxidación de pigmentos y otros componentes antioxidantes tales como los fenoles. Para evitar condiciones que favorezcan actividades enzimáticas las prácticas de fabricación deben ser las adecuadas (Boskou, 1998).

Los ácidos grasos liberados por la lipasa contienen más de catorce átomos de carbono, son poco volátiles y por lo tanto no se perciben por el olfato; su presencia sólo se puede advertir mediante la determinación del índice de acidez y de otras características (Aparicio y Hardwood, 2003).

#### **1.1.3.1.2 Índice de Peróxidos**

Expresa los miliequivalentes de oxígeno activo por kilogramo de aceite, da una indicación sobre los hidroxiperóxidos, y da una medida mas directa de la peroxidación de los lípidos; Determinan la oxidación inicial del aceite y el deterioro que pueden haber sufrido los antioxidantes naturales como los tocoferoles y polifenoles (Jamett et al., 2007).

Los peróxidos o compuestos de oxidación inicial se originan si la oliva se maltrata, si el aceite no se protege de la luz y el calor o no se guarda en envases adecuados, como consecuencia de ello, a mayor índice de peróxidos menor será la capacidad antioxidante de un aceite (Jamett et al., 2007; Troncoso et al., 2006).

Al avanzar el estado de oxidación de un aceite, desaparecen los peróxidos, dando lugar a otros productos por lo que es posible que un aceite muy alterado de un bajo índice de peróxido y requiera de una información completa sobre el estado de oxidación, y esta se adquiere con la determinación de la absorbancia por radiación ultravioleta,  $K_{232}$  y  $K_{270}$  (Troncoso et al., 2006).

#### **1.1.3.1.3 Absorbancia en el Ultravioleta**

Se utiliza para detectar los componentes anormales de un aceite; son indicadores de la presencia en un aceite de compuestos de oxidación complejos, distintos de los peróxidos. Los métodos espectrofotométricos UV se utilizan para estudiar la calidad o la determinación de la autenticidad del aceite de oliva y se basan en medir los coeficientes de extinción a 232 y 270 nm, correspondientes a la absorción máxima de los dienos y trienos conjugados (Jamett et al., 2007). Coeficientes altos de extinción UV, se deben al desdoblamiento u oxidación de productos formados durante el almacenamiento del aceite, por una mala conservación o por modificaciones inducidas por los procesos tecnológicos. Por

tanto a mayor K270 menor será la capacidad antioxidante de un aceite (Jamett et al., 2007).

#### **1.1.3.1.4 Análisis Sensorial**

La calidad sensorial se aprecia por los sentidos. Es lo que hace concluir que algo esta bien, o que gusta el aroma o su aspecto. En los alimentos, aunque se pueda hablar de otros tipos de calidad, la sensorial es muy importante (Gutiérrez, 2002).

El análisis sensorial es el estudio de la respuesta humana frente a los atributos sensoriales de los alimentos y cuando dicha evaluación no tiene en cuenta, en su sistemática, los factores hedónicos de la persona, vale decir, aquellos que provienen de su experiencia personal o de su propia cultura (Izquierdo, 1997). Es una herramienta útil para la industria alimentaria, que la utiliza principalmente con finalidades de control de calidad y de estudios de mercado. Aunque a menudo la dotación sensorial tiene una gran importancia desde el punto de vista del consumidor, habitualmente son ignorados o abordados de manera muy tangencial por la industria, que ha ganado competencia y tecnología a partir de la investigación en seguridad, se suele olvidar que una de las funciones más importantes de la alimentación es la nutrición y la sensación de placer que el alimento, en este caso el aceite de oliva, provoca, transmitiendo información sensorial suficiente como para identificarlos, discriminarlos y asociarlos, en cualquier caso, a sus expectativas de calidad de vida y a la concordancia nutricio-sensorial (Estruch, 2002).

La percepción del perfil sensorial, y de manera más concreta, de aquello que es identificable a la capacidad de cada sentido, sirve para reconocer moléculas distintas en su reconocimiento primario y su capacidad de interpretarlas y discriminarlas (Benavides et al., 2007). El mismo autor señala que el gusto



consiste en registrar el sabor e identificar determinadas sustancias solubles en la saliva por medio de algunas de sus cualidades químicas.

El aroma delicado y fragante del aceite de oliva virgen es la suma de las sensaciones percibidas cuando varios compuestos químicos, transportados por corrientes de aire durante los actos de inspiración y expiración, alcanzan y estimulan los receptores localizados en las neuronas del epitelio olfativo (Kiritsakis y Christie, 2003).

El color de los aceites, cuando están recién extraídos, se encuentra entre un amarillo ligero y un verde más o menos intenso, dependiendo del contenido de pigmentos que se encuentran de manera natural en el fruto. En los métodos sensoriales desarrollados para la evaluación del aceite de oliva no se incluye la determinación del color con el fin de evitar sesgos psíquicos de los catadores (Benavides et al., 2007).

Los estímulos que se encuentran en el aceite de oliva virgen, provocan una respuesta que trata de identificar y cuantificar, con el objetivo de realizar un perfil sensorial del aceite y en base a éste, una posterior clasificación del mismo (Cheftel et al., 2000).

El análisis sensorial de aceites debe realizarse utilizando un panel de catadores, seleccionados y entrenados para dicha evaluación. La Norma COI T20/Doc.14 (17 de noviembre de 1994) define el método de selección de catadores, para constituir un grupo cuyas evaluaciones sean suficientemente fiables para constituir un panel de cata (Romero y Tous, 2003).

### 1.1.3.1.5 Técnica de Cata de Aceites

La cata de aceites se realiza en una sala que debe cumplir los requisitos descritos en la norma UNE 87-004-79, con el fin de evitar que las condiciones ambientales (aromas, ruidos, temperatura, luz, grado de comodidad, etc.) interfieran en la respuesta de los catadores, los cuales deben realizar la cata en cabinas independientes, también descritas en la misma norma (Romero y Tous, 2003).

La muestra de aceite va codificada para garantizar la confidencialidad de su origen y se analiza utilizando una copa normalizada (norma COI/T.20/Doc.nº5 de 1996) de vidrio oscuro, dado que el color podría condicionar la evaluación del catador y puede analizarse por otros métodos (Gutiérrez y Gutiérrez, 1986; Melgosa et al., 2000). Dicha copa contiene 15 mL de aceite, está tapada con un vidrio reloj y calentada a  $28 \pm 2^\circ\text{C}$ , todo ello para favorecer la evaporación y concentración de aromas en igual medida en todas las copas (Romero et al., 1999).

La cata comprende tres fases:

1. **Fase olfativa**, donde se identifican y cuantifican los aromas y su intensidad.
2. **Fase de boca**, en que el catador analiza los atributos dulce (en la superficie de la lengua), amargo (al final de la misma), picante (en la garganta, tras tragar el aceite y respirar para oxigenarlo) y astringencia (sensación residual en la superficie de la lengua).
3. **Fase retronasal**, tras ingerir el aceite, éste se calienta a la temperatura corporal y desprende volátiles que, por vía retronasal, permiten identificar aromas secundarios y confirmar los percibidos en la primera fase olfativa (Romero y Tous, 2003).

La reflexión final sobre el perfil anotado durante la cata, utilizando una hoja normalizada, permite al catador decidir sobre la coherencia y fiabilidad de sus anotaciones. Dado que los atributos aparecen en tiempos distintos de la cata y, en

el caso concreto de las sensaciones de boca, a medida que el aceite incide en distintas zonas de la boca y garganta, el catador debe respetar un orden y unos tiempos suficientes, para evaluar su intensidad y evitar solapamientos que puedan implicar evaluaciones erróneas (Guerrero et al., 1998).

#### **1.1.3.1.6 Hojas de Perfil**

La norma CE N°.796/2002 y COI T20/Doc.nº5 Rev.1 de 1996 fijan un modelo oficial de perfil, para realizar un análisis de clasificación comercial, común a todos los paneles oficiales del mundo (Anexo 3). Según Romero y Tous (2003) dejan de manifiesto que la reflexión final sobre el perfil anotado durante la cata, utilizando dicha hoja, se analiza la intensidad de cada atributo sobre una escala no estructurada de 10 cm de longitud, anclada en su origen, permitiendo al catador decidir sobre la coherencia y fiabilidad de sus anotaciones.

En concreto se analizan seis atributos negativos del aceite, relacionados con una mala calidad del fruto (atrojado, avinado, moho), del proceso de extracción y conservación (borras, rancio), o de otros aspectos (otros defectos, siempre que estén definidos en el vocabulario recogido en la norma vigente); y atributos positivos (principalmente frutado, amargo y picante) (Romero y Tous, 2003).

#### 1.1.3.1.6.1 Atributos Negativos

**Atrojado:** Flavor característico del aceite obtenido de olivas amontonadas que han sufrido un avanzado grado de fermentación anaerobia.

**Moho-humedad:** Flavor característico del aceite obtenido de olivas en las que se han desarrollado abundantes hongos y levaduras a causa de haber permanecido amontonadas con humedad varios días.

**Borras:** Flavor característico del aceite que ha permanecido en contacto con los lodos de decantación en depósitos.

**Avinado-avinagrado:** Flavor característico de algunos aceites que recuerda al vino o vinagre. Es debido fundamentalmente a un proceso fermentativo de las olivas que da lugar a la formación de ácido acético, acetato de etilo y etanol.

**Rancio:** Flavor de los aceites que han sufrido un proceso oxidativo (Boskou, 1998).

#### 1.1.3.1.6.2 Atributos Positivos

**Frutado:** Conjunto de sensaciones olfativas características del aceite, dependientes de la variedad de las olivas, procedentes de frutos sanos y frescos, verdes o maduros y percibidos por vía directa o retronasal.

**Amargo:** Sabor característico del aceite obtenido de olivas verdes o en fenofase de pinta.

**Picante:** Sensación táctil de picor, característica de los aceites obtenidos al comienzo de la temporada, principalmente de olivas todavía verdes.

**Astringente:** Sensación compleja producida en la boca por una solución acuosa diluida de productos con propiedades de cuerpos puros o mezclas que producen esta sensación.

**Dulce:** Sabor elemental producido por las soluciones acuosas de diversas sustancias, por ejemplo, la sacarosa. Propiedad de las sustancias puras o mezclas, que al ser degustadas producen este sabor, correspondiente a dulzor (Boskou, 1998; Angerosa, 2003).

### 1.1.3.1.7 Análisis de Resultados

El jefe del panel debe recopilar los datos de cada miembro y analizar los resultados, utilizando los estimadores estadísticos siguientes: la mediana, la desviación típica sólida, el coeficiente de variación sólido y los intervalos de confianza al 95% sobre la mediana. Los métodos de cálculo se detallan en el Reglamento (CE) N°.796/2002 (Benavides et al., 2007).

**Cuadro 2 Clasificación de aceite virgen según los resultados del análisis sensorial**

CATEGORÍA	MEDIANA (ME) DEL DEFECTO DE MAYOR INTENSIDAD	MEDIANA DEL FRUTADO
Virgen Extra	0	> 0
Virgen Fino	$0 < Me \leq 2,5$	> 0
Virgen Corriente	$2,5 < Me \leq 6,0$ o también si $Me \leq 2,5$	= 0
Virgen Lampante	$Me > 6,0$	--

Fuente: Reglamento CE N°796/2002.

Por mediana de los defectos se entiende la mediana del defecto percibido con la intensidad más fuerte. El valor del coeficiente de variación sólido para este defecto será inferior o igual a 20%. La clasificación se hace comparando los valores de la mediana con los intervalos de referencia determinados en el cuadro N° 2. Mediante el programa informático la clasificación se visualiza en los datos estadísticos y en un gráfico.

## **1.2 FACTORES DIFERENCIALES EN LA PRODUCCIÓN DE ACEITE DE OLIVA**

Durante años, variadas investigaciones en diferentes zonas de producción de aceite de oliva, han dejado de manifiesto que existen importantes diferencias entre los aceites de diferentes cultivares y medios agroecológicos, que se reflejan en los parámetros de calidad establecidos, sobretodo en los aspectos nutricionales, como son el contenido de polifenoles, ácidos grasos monoinsaturados, carotenoides, tocoferoles, aromas, entre otros (Cimato, 1990; Tous y Romero, 1994; Uceda et al. , 1994; Uceda y Hermoso, 1998, Troncoso et al., 2006; Jamett et al., 2007).

Ahora bien los factores que influyen en la calidad y rendimiento del aceite son tecnológicos y principalmente agronómicos.

### **1.2.1 Factores Agronómicos**

El aceite acusa una gran influencia del cultivar del que procede. Tanto las características de los frutos como el proceso lipogénico o el grado de insaturación, dependen mucho de los factores genéticos; sobre todo en lo que se refiere a la fracción ácida. También el contenido de polifenoles se ve estrechamente relacionado con el cultivar (Cimato, 1990).

El medio agrológico tiene una incidencia mayor o menor, pero en general pequeña, sobre la composición acídica de los aceites de un mismo cultivar. Sin embargo, este medio presenta una clara influencia sobre la fracción insaponificable; a su vez el contenido de polifenoles, ya que estos son, en parte, responsables del amargor de los aceites que muestran una marcada incidencia del medio edafoclimático, lo que se traduce en aceites de diferentes caracteres sensoriales (Alcubilla y Romero, 2005).

En estudios conjunto INIA-ULS, en la Región de Coquimbo se determinó que los contenidos de ácido oleico varían de acuerdo a la zona en la que se desarrolla el olivar y que la altitud influye en dicho contenido, en la variedad Arbequina, encontrándose niveles medios de 75 y 74% para las temporadas 2005 y 2006 respectivamente, estos niveles disminuyen al aumentar en altitud.

La variedad Frantoio presentó un comportamiento similar a Arbequina, los mayores niveles se encontraron en bajas altitudes con un promedio de 77% para ambas temporadas, sobre 700 m.s.n.m. el contenido de ácido oleico fue de 74,2%.

Respecto a la variedad Picual presentó los mayores niveles de ácido oleico de las tres variedades y a su vez una marcada influencia de la zona de origen, con valores medios de 79 y 78,3% para las temporadas respectivas. Los mayores contenidos fueron de 80% de ácido oleico en las zonas a menos de 340 m.s.n.m. (Troncoso et al., 2006).

### **1.2.2 Variedades**

**Arbequina:** Variedad de origen español, originaria de la localidad de Arbeca, de donde adquiere su nombre (Guerrero, 1997).

Agronómicamente se caracteriza por su alta productividad, gran tolerancia a la sequía, resistencia al frío, susceptible a clorosis férrica, y su magnífica calidad nutricional y organoléptica (Pastor et al., 1998; Barranco, 2004; Oliveras, 2005).

Su bajo vigor permite la plantación con densidades ligeramente superiores a las normales.

Los frutos son pequeños, redondos (1,5 g/fruto) arracimados, con un contenido de aceite en base húmeda aproximado de 16 a 19 %, aunque la media en la región de Coquimbo es de 21 % (Troncoso et al., 2006).

**Frantoio:** Es una de las más importantes variedades de la zona norte de Italia, muestra una lenta entrada en producción (Pastor et al., 1998).

Agronómicamente es un árbol grande y vigoroso, tiene buena adaptación al sistema de conducción en eje central o monocono y a diferentes condiciones medio ambientales. La variedad Frantoio a diferencia de la variedad Arbequina es una variedad mas sensible al frío. El aceite que se elabora con esta variedad es apreciado por sus características organoléptica y su estabilidad, condición que se la entrega su rico contenido en polifenoles (Barranco et al., 1998; Troncoso et al., 2006).

Los frutos son heterogéneos dentro del mismo árbol, de tamaño medio (2,5 g/fruto) de forma ovalada, con un contenido graso medio a elevado, presentándose para la región un promedio de 20,4% en base húmeda (Troncoso et al., 2006).

### **1.2.3 Grado de Maduración, Recolección, Transporte y Proceso del Fruto.**

**La Cosecha** de olivas se realiza entre mediados de abril y mediados de junio, dependiendo de la variedad y la zona. El cambio de color de piel de las olivas indica el momento óptimo para procesarlas. Cuando la mitad del fruto está pintado se logra el máximo contenido de polifenoles y la mejor calidad de aceite, sin embargo, la maduración no ocurre al mismo tiempo en los diferentes árboles, por lo que hay que considerar otras variables para determinar el punto exacto de cosecha. Una de ellas es la medición constante del aceite y humedad de los frutos (Aparicio, 2003; Tapia et al., 2003).



**Recolección** Es importante el momento en que se efectúa. Si es mal realizada puede entorpecer el esfuerzo realizado con las prácticas culturales en precosecha e incidir negativamente tanto en la cantidad como en la calidad del producto final (Fontanazza, 1993; Bianchi et al., 2003).

Con el avance del grado de maduración, disminuyen los aldehídos en beneficio de los alcoholes y compuestos fenólicos. El contenido en polifenoles alcanza un máximo cuando la mayoría de los frutos están en pinta, decreciendo después; con esto, se pierden en parte las características organolépticas y el aceite tiene menor estabilidad.

Las olivas se recogen inmediatamente para ser transportadas en cajas o bins a la almazara. Para lograr un aceite de oliva extra virgen no pueden pasar más de 12 horas sin ser procesadas, puesto que es un fruto que se oxida rápidamente. En la planta se pesa la carga y se eliminan todas las impurezas que pueda traer el fruto (hojas, tallos, piedras o cualquier material externo) antes de entrar a las máquinas (Kiritsakis y Christie, 2003; Aparicio, 2003).

**Proceso en Almazara** La preparación del aceite de oliva, está dada por una serie de procesos, tales como molienda: primera etapa para obtener el aceite, destrucción de los tejidos del fruto; batido: la pasta obtenida en el molino se bate con objeto de favorecer la salida del aceite. Las gotas de éste se van aglutinando para formar una fase oleosa más grande y más fácilmente separable de la fase acuosa y de la fase sólida; separación de fases por centrifugación o sistema continuo: este sistema consiste en introducir la pasta en un cilindro horizontal y hacerla girar a gran velocidad. En ausencia de aire, y a lo largo del trayecto del cilindro, se consigue la separación, por diferencia de su densidad, del orujo, el agua y el aceite (Boskou, 1998; Hermoso et al., 1998; Aparicio, 2003).

Este cilindro horizontal, es conocido como decánter, y dependiendo del número de fases que se quieran obtener se destaca: (Besana, 2005)

**1.- Sistema continuo de tres fases.** Se introduce un poco de agua del exterior para incrementar la fase acuosa y facilitar la separación del aceite. Se consume más agua y se produce más alpechín. Tras la centrifugación obtendremos una fase oleosa (aceite con restos de agua y partículas sólidas finas), una fase acuosa o alpechín (agua, algo de aceite y alguna partícula sólida) y una fase sólida (orujo con agua y algo de aceite).

**2.- Sistema continuo de dos fases.** No se adiciona agua del exterior, por lo tanto el volumen de la fase acuosa o alpechín generado es casi nulo, de ahí que se le conozca también como sistema ecológico. Tras la centrifugación obtendremos una fase oleosa (aceite con restos de agua y partículas sólidas finas), una fase sólida con bastante humedad (orujo con más agua que el que se obtiene en el sistema continuo de tres fases y algo de aceite) (Ranalli et al., 2000). Proceso más recomendado y que se utilizó en el presente estudio.

Cada sistema de extracción le da características diferentes al aceite, hasta la existencia de compuestos fenólicos es fuertemente afectado por el proceso de extracción del aceite (Servili et al., 2000). La cantidad de agua que es agregada a la pasta debe ser bien calculada, ya que ésta se convierte en un ente contaminante de desecho. Para minimizar las pérdidas se debe buscar un punto óptimo, donde la curva, que relaciona la cantidad de agua y las pérdidas, alcanza un mínimo (Khlif et al., 2000).

Estudios actuales muestran que el sistema de dos fases da un rendimiento del 86,1% (porcentaje de la relación entre aceite producido y aceite contenido en las olivas), que es mayor que el rendimiento del sistema de tres fases (decantador convencional con adición de agua) 85,5%. Esto se debe en parte a que, al no añadir agua para la dilución de la pasta, se evita la formación de emulsiones de aceite en agua. También parece ser superior en lo referente a calidad ya que el aceite presenta un contenido total superior de polifenoles y o-difenoles, es decir,

más estable durante el almacenamiento, determinados con el equipo Rancimat (Boskou, 1998).

Este sistema tiene otras ventajas como:

- Ahorra agua y energía, ya que no es necesario diluir la pasta de las olivas con agua potable caliente.
- El aceite producido contiene más polifenoles y o-difenoles totales, siendo más estable durante su almacenamiento.
- Ahorra costes en el tratamiento de las aguas de vegetación, ya que apenas produce.

La única desventaja del decantador de dos fases es que el orujo producido tiene un contenido mayor de humedad que el obtenido mediante la centrifugación convencional (Boskou, 1998).

#### **1.2.4 Componentes Diferenciales en los Aceites de Oliva. Caracterización**

Se ha convertido en cuestión de interés el papel de los componentes alimenticios, como nutrientes esenciales y como compuestos no nutricionales que contribuyen en el mantenimiento de la salud y de la vida.

Estudios de los efectos de parámetros tales como la variedad de la oliva, la madurez del fruto, la técnica de extracción del aceite y cómo éstos afectan al nivel y composición de los componentes del aceite de oliva han tomado vital importancia (Angerosa, 1996).

En general, por ejemplo, los compuestos fenólicos están relacionados con el amargor y la astringencia de los alimentos en los que se encuentran. El sabor amargo de las aceitunas se debe al glucósido de la oleuropeína y su aglucona. El aceite obtenido de aceitunas ricas en fenoles (ej. variedad Coratina) se espera que

sea más amargo y picante que el procedente de variedades dulces (Catalano y Caponio, 1996; Kallithraka, Bakker y Clifford, 1997).

Los polifenoles se suelen encontrar en los vegetales en forma de glucósidos, pero la acción de enzimas o de algunos procesos, puede liberar las correspondientes agliconas, a las que se les atribuye mayor capacidad antioxidante que la de los glucósidos correspondientes. Cabe destacar que los polifenoles son una fracción compleja, constituida por más de treinta compuestos, que pertenecen a diferentes clases químicas, entre ellos, han sido identificados los fenoles simples, como hidroxitirosol, tirosol, ácido cafeico, ácido vanílico, ácido p-cumárico, ácido ferúlico, vainillina; flavonoides como luteolina y apigenina (Pinelli et al., 2003). Los mecanismos por los que actúan todos estos compuestos varían dependiendo de su concentración y tipos de compuestos presentes en los alimentos, de manera que existe sinergismo o antagonismo entre diferentes componentes (Pedrielli et al., 2002).

El nivel de polifenoles en los aceites de oliva virgen es más alto que en otros tipos de aceites y varía desde unos pocos mg/kg a más de 500 mg/kg de aceite, cuando son expresados como equivalentes de ácido cafeico (Catalano y Caponio, 1996).

El aceite de oliva posee una amplia variedad de compuestos menores, tales como tocoferoles, tocotrienoles, esteroides, fosfolípidos, ácidos grasos libres, fenoles, clorofilas y sus derivados, carotenoides, mono y diacilglicéridos, y trazas de metales. La cantidad de estos componentes presentes en un aceite dependerá de la especie vegetal y de las condiciones de elaboración del aceite, afectando a la estabilidad oxidativa de las grasas y aceites (Perrin, 1992; Aparicio y Harwood, 2003).

La aparición de ácidos grasos libres en el aceite, reduce su estabilidad debido a la presencia en su estructura del grupo carboxilo, el probable mecanismo se atribuye a la acción catalítica de este grupo sobre la descomposición de una pequeña

cantidad de hidroperóxidos formados en las etapas iniciales de la autoxidación. Por otra parte, los aceites de oliva con altos valores de acidez libre son menos resistentes a la oxidación que los de baja acidez (Aparicio y Harwood, 2003).

El isómero alfa del tocoferol es el mayor antioxidante endógeno presente en el aceite de oliva, y se encuentra en el rango de 12-150 ppm. El aceite de oliva producido del hueso de la aceituna tiene mayores cantidades de tocoferoles (Ruiz-López et al., 1995).

Los tocoferoles se encuentran en semillas oleaginosas principalmente, aunque también en hojas y otras partes verdes de las plantas. Las distintas tablas de composición de alimentos señalan que los aceites vegetales son los más ricos en vitamina E. Existe una correlación importante entre el contenido de vitamina E de los aceites vegetales y su grado de insaturación. El alfa-tocoferol preserva de la oxidación al aceite de oliva virgen, alimento que supone una fuente adecuada de vitamina E. Por tanto, la función principal de ésta vitamina es la inhibición de los procesos de oxidación de lípidos en alimentos y en sistemas biológicos (Deiana et al., 2002)

La equilibrada composición del aceite de oliva virgen, constituida principalmente de ácido oleico, ácidos linoleico y Alfa-linolénico en cantidades adecuadas, y la presencia de un patrimonio rico en antioxidantes, características organolépticas, distingue y diferencia los aceites entre variedades (Lodge et al., 2000).

### **1.3 HIPÓTESIS**

De acuerdo a los antecedentes anteriormente explicitados, se postula que los aceites procesados comercialmente, en similares condiciones de almazara, manifestarán una pérdida de sus componentes nutricionales a medida que el índice de madurez, según método de Ferreira, se va incrementando durante el transcurso de la recolección. Sin embargo, la calidad reglamentada de los aceites frente a esta situación no se vería alterada.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Establecer si existe variación en la calidad química y sensorial de aceites de oliva dentro de una misma variedad durante el periodo de cosecha y proceso en almazara industrial.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Establecer la incidencia de la fecha de recolección en el estado de madurez y el rendimiento graso de los frutos durante el periodo de la recolección.
- Determinar los índices globales de calidad de los aceites obtenidos en el proceso de almazara comercial.
- Definir si existen diferencias nutricionales y sensoriales dentro de una misma variedad, provenientes de distintos huertos comerciales, independiente del proceso de almazara.

### **3 MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 ÉPOCA Y UBICACIÓN DEL ESTUDIO**

La recolección de las muestras se realizó en una almazara comercial de dos fases, con capacidad de 40 ton/día perteneciente a la Empresa Agrocomercial Valle Arriba S.A. ubicada en camino a Camarico s/nº a 16 Km al sur oeste de la ciudad de Ovalle en la Provincia de Limarí (30°42'31.5"S 71°17'4.2°, 252 m.s.n.m.).

El periodo de toma de muestras consideró el año de cosecha 2007, el cual comprendió los meses de Abril a Junio.

Las mediciones y análisis se realizaron en el laboratorio de Análisis Químico de Aceites de Oliva y Panel de Cata ubicados en el Campus Limarí de la Universidad de La Serena, en la ciudad de Ovalle.

#### **3.2 MATERIAL VEGETAL**

Las olivas seleccionadas correspondieron a las variedades Arbequina y Frantoio. La procedencia de las mismas correspondió a cuatro fundos ubicados en la Región de Coquimbo (Anexo 1). En el Cuadro 3 se detallan los antecedentes de los huertos seleccionados<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Troncoso, H. 2009. Comunicación Personal. Ing. Agr. Asesor Privado.



**Cuadro 3 Antecedentes generales de procedencia de las olivas.**

Los Olivos	Predio	Parcela N° 51	
	Comuna	Ovalle	
	Empresa	Sociedad Agrícola Oasis Ltda.	
	Teléfono/Fax	53-622197 / 53-622197	
	Ubicación	Parcela 51 Los Olivos	
	Coordenadas	260898 E 6616212 N	261743 E 6615686 N
	Variedad	Arbequina	Arbequina
	Edad (años)	6	3
	Superficie (has)	6	43
	Marco Plantación (m)	4.5 x 1.75	5.5 x 3
Oruro	Predio	Los Maitenes	
	Comuna	Ovalle	
	Empresa	Juan Martín Espinoza Castillo	
	Teléfono/Fax	95825685	
	Ubicación	Comunidad de Oruro	
	Coordenadas	258513 E 6604758 N	
	Variedad	Arbequina	
	Edad (años)	4	
	Superficie (has)	2	
	Marco Plantación (m)	5 x 2	
Agua Amarilla	Predio	Quebrachas	
	Comuna	Los Vilos	
	Empresa	Agrícola e Inmobiliaria Las Agustinas S.A.	
	Teléfono/Fax	95192407	
	Ubicación	Km 7 camino ruta Los Vilos-Illapel	
	Coordenadas	269550 E 6472606 N	
	Variedad	Arbequina	Frantoio
	Edad (años)	6	6
	Superficie (has)	2,8	4,7
	Marco Plantación (m)	7 x 4	7 x 4
Los Lirios	Predio	Fundo Los Lirios	
	Comuna	Ovalle	
	Empresa	Agrocomercial Valle Arriba S.A.	
	Teléfono/Fax	53-681015	
	Ubicación	Camino a Camarico s/n	
	Coordenadas	281392 E 6600721 N	268047 E 6604964 N
	Variedad	Arbequina	Frantoio
	Edad (años)	8	8
	Superficie (has)	51,3	81,5
	Marco Plantación (m)	5 x 4 (5 x 2)	6 x 4,5 (5 x 2)

### 3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

El muestreo de las olivas y los aceites se realizaron en etapas consecutivas , en forma complementaria, por lo que se rotularon de igual manera (Anexo 2).

La primera recolección destinada a la obtención de olivas, se obtuvo desde la tolva de recepción de la almazara, y la segunda recolección destinada a la obtención de aceite, de las mismas olivas procesadas, se extrajeron directamente desde la centrífuga vertical.

De la variedad Arbequina procedente de los fundos de Los Olivos, Oruro, Agua Amarilla y Los Lirios, se extrajeron 5, 3, 3 y 5 muestras respectivamente con 3 repeticiones cada una, considerando como tratamientos las fechas de muestreo, expresados en un factorial de 48 U.E.

De la variedad Frantoio, precedentes de los fundos Agua Amarilla y Los Lirios, se extrajeron 5 muestras por cada lugar de origen, con 3 repeticiones cada una, considerando como tratamientos las fechas de muestreo, expresados en un factorial de 30 U.E.

Las fechas de recolección para la variedad Arbequina fueron realizadas a partir del 18 de abril hasta el 30 de mayo y para la variedad Frantoio desde el 4 de mayo hasta el 29 de junio del año 2007, como se detalla en el Cuadro 4.

**Cuadro 4 Planilla de muestreo**

**VARIEDAD: ARBEQUINA**

<b>Nº muestra</b>	<b>Fecha Muestreo</b>	<b>Origen</b>
M1	18-04-2007	LOS OLIVOS ( Provincia Limarí)
M2	20-04-2007	
M3	25-04-2007	
M4	26-04-2007	
M5	11-05-2007	
<b>Nº muestra</b>	<b>Fecha Muestreo</b>	<b>Origen</b>
M1	18-04-2007	ORURO ( Provincia Limarí)
M2	20-04-2007	
M3	26-04-2007	
<b>Nº muestra</b>	<b>Fecha Muestreo</b>	<b>Origen</b>
M1	27-04-2007	AGUA AMARILLA ( Provincia Choapa)
M2	28-04-2007	
M3	03-05-2007	
<b>Nº muestra</b>	<b>Fecha Muestreo</b>	<b>Origen</b>
M1	12-05-2007	LOS LIRIOS ( Provincia Limarí)
M2	17-05-2007	
M3	19-05-2007	
M4	25-05-2007	
M5	30-05-2007	

**VARIEDAD: FRANTOIO**

<b>Nº muestra</b>	<b>Fecha Muestreo</b>	<b>Origen</b>
M1	04-05-2007	AGUA AMARILLA ( Provincia Choapa)
M2	05-05-2007	
M3	09-05-2007	
M4	10-05-2007	
M5	11-05-2007	
<b>Nº muestra</b>	<b>Fecha Muestreo</b>	<b>Origen</b>
M1	14-06-2007	LOS LIRIOS ( Provincia Limarí)
M2	19-06-2007	
M3	22-06-2007	
M4	26-06-2007	
M5	29-06-2007	

### 3.3.1 Toma de Muestras

#### 3.3.1.1 Muestreo de olivas

Cada muestra, constó de 500 g de olivas, extraídas, a minutos de entrar a proceso de obtención de aceite, desde la tolva de recepción de la almazara.

Para determinar el índice de madurez, se tomaron 100 frutos al azar clasificándose según color de piel y pulpa de los frutos en una escala de coloración (Ferreira, 1979; Beltrán et al, 2004), distinguiéndose distintas categorías descritas en el Cuadro 5, calculándose a través de la siguiente ecuación:

$$IM = \frac{(A \times 0 + B \times 1 + C \times 2 + D \times 3 + E \times 4 + F \times 5 + G \times 6 + H \times 7)}{100 \text{ (N}^\circ \text{ total de frutos).}}$$

Donde cada letra corresponde al número de frutos en cada clase de madurez (0- 7)

**Cuadro 5 Escala de coloración que determina el estado de madurez para el cálculo de IM.**

FACTOR	COLORACION DE PIEL Y PULPA DEL FRUTO
0	Piel verde intensa
1	Piel verde amarillenta
2	Piel verde con manchas rojizas en menos de la mitad del fruto. Inicio de la fenofase pinta
3	Piel rojiza o morada en mas de la mitad del fruto Final de la fenofase pinta
4	Piel negra y pulpa blanca
5	Piel negra y pulpa morada sin llegar a la mitad de la pulpa.
6	Piel negra y pulpa morada sin llegar al hueso
7	Piel negra y pulpa morada hasta el hueso.

Fuente: Ferreira, 1979; Beltrán et al., 2004.

Para el análisis de rendimiento graso por el método de Soxhlet, expresado en base seca y húmeda se molieron 100 gramos de olivas.

### 3.3.1.2 Muestreo de aceite

Para cada muestra de aceite se recolectaron 250 mL, extraído directamente de la centrífuga vertical de la almazara. Estas muestras fueron filtradas en el laboratorio, con la ayuda de un embudo de porcelana y algodón hidrófilo, separando el filtrado en 2 frascos de vidrio, el primero destinado a los análisis químicos y el segundo destinado al análisis sensorial. Los parámetros analíticos y metodologías empleadas se señalan en el Cuadro 6.

**Cuadro 6 Parámetros analíticos y metodología.**

<b>Parámetros Analíticos</b>	<b>Método</b>
Índice de Acidez	Estándar internacional ISO 660 Aceites y Grasas animales y vegetales- Determinación de índices de ácidos y acidez.
Índice Peróxidos	Estándar internacional ISO 3960 Determinación del índice de peróxidos en aceites y grasas animales y vegetales
Espectrofotometría	COI/ T.20/Doc. N° 19/ Rev.1, 2001 Prueba espectrofotométrica en el ultravioleta.
Perfil de Ácidos Grasos	COI/T. 20 / Doc.n°24, 2001. Preparación de los ésteres metílicos de los ácidos grasos del aceite de oliva y el

	aceite de orujo de oliva. Determinación por cromatografía de gases.
Polifenoles	Método espectrofotométrico según el reactivo de Folin-Ciocalteu
Análisis Sensorial del Aceite de Oliva	Consejo Oleícola internacional COI/ T.20/ Doc.nº13/Rev.1, 20 noviembre 1996. Norma, Metodología general para la valoración organoléptica del aceite de oliva virgen.

Fuente: Jamett et al., 2007.

### 3.3.2 Procedimiento Experimental

#### 3.3.2.1 Evaluación química

##### ***Índice de acidez (IA)***

Se pesaron 15 g de aceite con precisión de 10 mg. en un matraz Erlenmeyer de 250 mL, en un segundo matraz se adicionó 50 mL de etanol p.a. calentándose a 60°C. Luego este se neutralizó con KOH 0,1N utilizando fenoftaleina como indicador, una vez neutralizado se adicionó sobre el aceite contenido en el primer matraz. En agitación continua se valoró hasta viraje del indicador (coloración rosa pálido que persiste 10 segundos).

Cálculo:

$$\% \text{ ácido oleico} = \frac{V * N * 282}{10 * p}$$

Donde:

V = volumen de solución gastado por la bureta de titulación en muestra.

N = Normalidad KOH (0.1).

p = peso de la muestra.

##### ***Índice de peróxidos (IP)***

En un matraz de 250 mL y se introdujeron 2 g de aceite masado con precisión de 10 mg. Luego se agregaron 50 mL de ácido acético/ isooctano (30:20), con el objetivo de disolver rápidamente el aceite por agitación, luego se agregaron 500 µL de solución saturada de yoduro de potasio (KI).

Luego se cerró el matraz y se agitó durante 1 minuto. Transcurrido ese tiempo se agregaron 30 mL de agua destilada, agitándolo con vigor para finalmente valorar el yodo liberado desde la bureta conteniendo una disolución de tiosulfato sódico 0,01 N y solución indicadora de almidón al 1%.

El índice de peróxido se expresó empleando la siguiente ecuación:

$$IP = \frac{1000 (V - V_o) c}{m}$$

V = volumen de solución gastado por la bureta de titulación en muestra

V<sub>o</sub> = volumen de solución gastado por la bureta de titulación en blanco.

c = concentración conocida [0.01]

m = masa de la muestra (g).

### ***Absorbancia ultravioleta (K232, K270, Δ)***

Se pesaron 0,25 g de aceite con precisión de 1 mg y se colocaron en un matraz aforado de 25 mL completándose a volumen con isooctano grado espectrofotométrico; se homogeneizó lográndose la disolución completa de la muestra, con lo cual se obtuvo una solución perfectamente clara y sin turbidez.

Posteriormente empleándose una cubeta de cuarzo, la solución obtenida se midió en un espectrofotómetro Spekol 1200 a 232, 266, 270 y 274 nm, usando como blanco de referencia el mismo isooctano Espectrofotométrico.



### ***Polifenoles***

Se pesaron 1 – 1.5 g de aceite con precisión 1 mg, empleando una solución metanol-agua (80:20) se procedió a extraer los polifenoles por 2 veces en agitación continua de tres minutos en cada extracción ayudándose por un Vortex-mixer.

Para la medida espectrofotométrica 200  $\mu$ L del extracto se adicionaron de 1 mL de metanol, 5 mL de agua destilada y 500  $\mu$ L de reactivo folin, se esperaron 3 minutos, al cabo de los cuales se adicionó 1 mL de carbonato de sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) al 35%, finalmente se completó el matraz con agua destilada dejándose 1 hora en reposo y oscuridad al cabo de este tiempo la solución fue medida a 725 nm frente a una curva de calibración en la cual se empleó como patrón ácido cafeico.

Usando curva de calibración

$\mu\text{g/ml}$		A
2	200 $\mu$ L	0.238
4	400 $\mu$ L	0.496
6	600 $\mu$ L	0.688
8	800 $\mu$ L	0.866

### ***Índice Global de Calidad***

Este índice adoptado por COI, es una aproximación simplificada para expresar de forma numérica las diferencias de calidades entre aceites de oliva vírgenes. Es una escala de 0 al 10, que toma en consideración cuatro parámetros: la puntuación de la valoración sensorial, la acidez, y los índices  $K_{270}$  y de peróxidos.

El Cuadro 7 presenta los límites para cada parámetro de calidad y el balance de factores (coeficiente de ponderación), indicados por el COI.

**Cuadro 7 Parámetros de calidad y coeficientes de ponderación para estimar el índice global de calidad.**

Parámetro	Límites	Coeficiente de ponderación
Valoración Sensorial	3.5 – 9	0.50
Acidez libre	0.1 – 3.3%	0.25
K <sub>270</sub>	0.08 – 0.25 nm	0.125
Índice de peróxidos	1.0 – 20.0 meq/O <sub>2</sub> /kg	0.125

Fuente: COI, 2003

Teniendo en cuenta la contribución de cada factor y los límites reales de cada factor, la ecuación propuesta es la siguiente:

$$IGC = 2.55 + 0.91 * SE - 0.78 * Ac - 7.35 * K_{270} - 0.066 * IP$$

Donde:

SE = Puntuación de la evaluación, mediana de frutado.

Ac = Acidez libre expresada en el % de ácido oleico

K<sub>270</sub> = Absorbancia específica expresada en E 1 cm/1%

IP = Índice de peróxidos expresados en mequiv. O<sub>2</sub> / Kg

### **3.3.2.2 Evaluación sensorial**

El análisis sensorial se realizó por el Panel de Cata de la Universidad de La Serena, formado por siete catadores entrenados, los que utilizaron una hoja de perfil simplificada con una escala no estructurada (Anexo 3), donde se determinaron las evoluciones que presentaron las distintas intensidades de atributos positivos (frutado, amargo, picante, dulce y astringente). Si se clasifican los aceites de ambas variedades exclusivamente a través de sus perfiles sensoriales en función de la intensidad de sus atributos y defectos, todas las muestras estarían dentro de la denominación virgen extra, si la mediana de sus defectos es igual a 0 y la mediana del frutado sea superior a 1 (Gutiérrez, 1997).

### **3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Para poder determinar la existencia de diferencias entre los tratamientos se realizó un análisis de varianza ANDEVA, posteriormente se realizó un análisis estadístico multivariable a través del análisis de componentes principales (PCA), que permitió determinar las asociaciones existentes entre los distintos componentes del aceite de oliva y las características sensoriales.

PCA (Análisis de componentes principales): Esta herramienta se utilizó a través de diagramas de muestras y variables. Su interpretación se basa en la cercanía gráfica que presentan tanto las variables como las muestras. Una relación negativa o inversa se exhibe cuando las variables se presentan en cuadrantes opuestos en base al origen. Estos diagramas exhiben el porcentaje de varianza explicada por las relaciones presentadas mediante componentes principales.

PLSR (Regresión de mínimos cuadrados parciales): La regresión mínimo de cuadrados parciales (PLSR), se utilizó para modelar el comportamiento de los

principales variables que afectaron la calidad nutricional de los aceites de oliva y para evaluar los determinantes del sistema que interactuaron en mayor magnitud en el comportamiento del rendimiento graso de las olivas. El modelo se presentó de forma gráfica y su nivel de predicción se manifestó mediante coeficientes de regresión (R) tanto de muestras a calibración como de muestras de validación. Mientras mayor fuese el valor absoluto de los coeficientes positivos o negativos de las variables, mayor la influencia sobre el modelo, es decir de mayor manera explica el comportamiento de la variable que se está evaluando (Benavides, 2001).

El set de datos incluyó 3 y 5 variables categorías, que corresponden a las fechas de muestreo. Estas variables fueron codificadas con sus respectivos nombres para cada categoría las cuales recibieron el valor de +1 para las muestras de su categoría y -1 en el caso opuesto. Ya que estas variables fueron medidas en diferentes unidades existe una gran diferencia entre ellas en relación a un valor promedio, varianza y desviación estándar. De modo que antes de realizar el análisis fueron centrados y pesados con el inverso de la desviación estándar para cada variable, dándole la misma oportunidad a todas las variables de influir en la estimación de los componentes.

## 4 PRESENTACION Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 4.1 DETERMINACIONES ANALITICAS EN FRUTOS DE OLIVAS

El grado de madurez con el que se procesan las olivas es un factor determinante para el sabor del aceite de oliva. Dos aceites procedentes de olivas recogidas del mismo fundo, pero con una semana de diferencia en la recolección, pueden dar dos perfiles de sabor muy diferentes; o bien frutos más maduros tienen a generar un sabor más dulce y frutado debido al desarrollo de alcoholes, ésteres y aldehídos.

En estudios realizado por Araya (2007) el índice de madurez de las olivas se incrementaba a medida que transcurría el periodo de cosecha, situación que no se evidencia en este estudio, ya que la madurez de los frutos no puede ser coordinada entre las localidades y fundos de donde proviene la fruta, a nivel de almazara comercial.

En otro estudio realizado en Chile en las variedades Arbequina y Frantoio se evidenció que el rendimiento industrial de aceite se incrementa a medida que aumenta la madurez de los frutos, obteniéndose un aceite de buena calidad en desmedro de la cantidad si el índice de madurez es inferior al ideal, por otro lado en una situación inversa una pérdida de la calidad con un incremento en la cantidad si el índice de madurez es mayor al ideal en teoría Cirea et al., (2006)

Manejar el concepto de índice de madurez como criterio de calidad y/o cantidad de aceite en una almazara comercial se hace difícil por el tiempo programado para la cosecha, sobre todo que los índices de madurez en cada árbol son muy heterogéneos.

El rendimiento graso que corresponde al contenido de aceite en el fruto, en base seca en ambas variedades estudiadas coinciden en cierta manera con lo expuesto por diversos autores que mencionan que el contenido de los frutos en aceite aumenta a medida que avanza la maduración (Antari, 2000; Beltrán 2004, Araya 2007).

Sin embargo a pesar de que los resultados del análisis de varianza muestran que no existen diferencias significativas marcadas entre el índice de madurez y el contenido graso, el análisis multivariable evidencia diferenciación en los aceites sobre las propiedades sensoriales, tales como picante, amargo, frutado y del valor nutricional (perfil ácido, polifenoles).

En relación a lo expuesto se puede afirmar que existe poca incidencia de la fecha de recolección sobre el estado de madurez y el rendimiento graso de los frutos durante el periodo de la recolección de este estudio, ya que los valores de índice de madurez no incrementaron en relación a la fechas de cosecha como se esperaba si no que estos se presentaron oscilatorios manteniéndose en promedio dentro de los valores establecidos para la cosecha de las dos variedades.

En el Cuadro 8 se puede observar que las muestras correspondientes a la variedad Arbequina de Los Olivos, muestra una recolección tardía (índice de madurez elevado) y manifiesta mayor rendimiento graso en base seca. Por otro lado en la localidad de Agua Amarilla los índices de madurez fueron inferiores a 2, sin embargo los rendimientos grasos mantuvieron la media, esto podría ser atribuido a condiciones edafoclimáticas (localidad).

**Cuadro 8 Índices de madurez (test de Ferreira), rendimientos grasos en olivas y prueba de Duncan.**

**ARBEQUINA LOS OLIVOS\***

Fechas Muestreo	FM	IM		RGS		RGH	
18-04-2007	1	3,62	ab	48,01	a	24,98	a
20-04-2007	2	4,06	a	49,67	a	25,07	a
25-04-2007	3	4,00	a	50,08	a	24,22	a
26-04-2007	4	2,92	b	50,05	a	24,46	a
11-05-2007	5	3,98	a	48,47	a	23,74	a

**ARBEQUINA ORURO\***

Fechas Muestreo	FM	IM		RGS		RGH	
18-04-2007	1	1,58	ab	47,25	a	20,13	a
20-04-2007	2	1,49	b	46,67	a	20,32	a
26-04-2007	3	1,82	a	47,14	a	21,88	a

**ARBEQUINA AGUA AMARILLA \***

Fechas Muestreo	FM	IM		RGS		RGH	
27-04-2007	1	1,45	a	39,44	b	16,78	b
28-04-2007	2	1,70	a	41,62	a	18,77	a
03-05-2007	3	1,62	a	41,36	a	19,02	a

**ARBEQUINA LOS LIRIOS\***

Fechas Muestreo	FM	IM		RGS		RGH	
12-05-2007	1	2,15	ab	44,27	a	20,23	a
17-05-2007	2	1,94	b	41,49	a	19,18	a
19-05-2007	3	2,47	ab	42,67	a	19,84	a
25-05-2007	4	2,55	a	40,82	a	18,84	a
30-05-2007	5	1,96	b	40,24	a	17,97	a

**FRANTOIO AGUA AMARILLA\***

Fechas Muestreo	FM	IM		RGS		RGH	
04-05-2007	1	1,58	ab	43,93	cb	21,68	ab
05-05-2007	2	1,57	ab	40,85	c	19,96	b
09-05-2007	3	1,53	b	45,90	ab	23,18	a
10-05-2007	4	1,44	b	45,47	ab	23,19	a
11-05-2007	5	2,06	a	47,76	a	23,71	a

**FRANTOIO LOS LIRIOS\***

Fechas Muestreo	FM	IM		RGS		RGH	
14-06-2007	1	1,60	c	41,68	a	22,61	b
19-06-2007	2	2,16	b	43,04	a	23,85	ab
22-06-2007	3	2,50	b	42,61	a	22,20	b
26-06-2007	4	3,36	a	43,27	a	23,88	ab
29-06-2007	5	3,28	a	44,22	a	26,74	a

- Cada valor representa la media de tres réplicas. En cada localidad medias seguidas por letras diferentes en cada columna presentan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Duncan (alfa  $\leq$  0.05).

Fuente: Elaboración Propia

## 4.2 DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE GLOBAL DE CALIDAD DE ACEITE DE OLIVA

En el Cuadro 9 se presentan los resultados del índice global de calidad (IGC) para los aceites evaluados en este estudio, este análisis pone de manifiesto que aceites de la variedad Arbequina clasificados como extra vírgenes según los parámetros normados, evidencian rangos de IGC que fluctúan entre 5,3 y 6,2. Estos valores señalan una diferencia entre aceites extra vírgenes de una misma variedad influenciados por la puntuación del frutado, por lo tanto es el parámetro de puntuación organoléptica quien más influye en el resultado final del IGC resaltando la importancia de la valoración de los aceites a través del panel de cata.

Es importante señalar además que la estabilidad de los aceites medida a través del índice de peróxidos puede llegar a afectar este índice, indicando indirectamente que el contenido de antioxidantes es un factor que debe ser considerado en la caracterización de los aceites de oliva. Esto se ve reflejado en el comportamiento que tuvo la variedad Frantoio, cuyos valores de índices de peróxidos superan el umbral permitido por la norma establecida (demarcado de color celeste en el Cuadro 10). Por tanto, son clasificados como vírgenes y no como extra.

La razón de este comportamiento señala que los aceites debieron haber sufrido un deterioro durante su obtención con un incremento de los niveles de glicerol, como consecuencia de una oxidación espontánea en presencia de O<sub>2</sub>, lo que pudo traducirse en un aumento del índice de peróxidos (Hurtado, 2003).

Sin embargo estos valores parecieron no afectar las características organolépticas y el contenido nutricional de los aceites de esta variedad.



Considerando este comportamiento los aceites de la variedad Frantoio se clasificaron con este índice con fines comparativos<sup>2</sup>.

**Cuadro 9 Estimación del índice global de calidad de aceites variedad Arbequina.**

<b>LOS OLIVOS</b>						
<b>Fechas Muestreo</b>	<b>FM</b>	<b>AC ( Me)</b>	<b>IP( Me)</b>	<b>K270( Me)</b>	<b>FR ( Me)</b>	<b>IGC</b>
18-04-2007	1	0,09	6,95	0,04	4,77	6,1
20-04-2007	2	0,09	7,07	0,05	4,80	6,0
25-04-2007	3	0,11	9,22	0,05	4,73	5,8
26-04-2007	4	0,11	8,51	0,06	5,15	6,2
11-05-2007	5	0,18	18,06	0,06	5,03	5,3
<b>ORURO</b>						
<b>Fechas Muestreo</b>	<b>FM</b>	<b>AC ( Me)</b>	<b>IP( Me)</b>	<b>K270( Me)</b>	<b>FR ( Me)</b>	<b>IGC</b>
18-04-2007	1	0,08	7,44	0,05	3,60	4,9
20-04-2007	2	0,08	7,81	0,05	4,43	5,6
26-04-2007	3	0,09	9,13	0,05	4,87	5,9
<b>AGUA AMARILLA</b>						
<b>Fechas Muestreo</b>	<b>FM</b>	<b>AC ( Me)</b>	<b>IP( Me)</b>	<b>K270( Me)</b>	<b>FR ( Me)</b>	<b>IGC</b>
27-04-2007	1	0,07	8,16	0,05	4,97	6,1
28-04-2007	2	0,07	13,19	0,05	5,22	6,0
03-05-2007	3	0,08	13,16	0,06	4,97	5,7
<b>LOS LIRIOS</b>						
<b>Fechas Muestreo</b>	<b>FM</b>	<b>AC ( Me)</b>	<b>IP( Me)</b>	<b>K270( Me)</b>	<b>FR ( Me)</b>	<b>IGC</b>
12-05-2007	1	0,12	17,17	0,07	4,97	5,3
17-05-2007	2	0,11	17,15	0,07	4,93	5,3
19-05-2007	3	0,09	16,93	0,06	5,43	5,9
25-05-2007	4	0,12	17,97	0,04	5,13	5,6
30-05-2007	5	0,11	15,17	0,04	5,27	6,0

Fuente: Elaboración Propia

Los valores de índice de calidad global para las variedades estudiadas de Arbequina obtenidos, no presentan marcadas diferencias entre las localidades, con puntuaciones promedios de 5,9 para Los Olivos y Agua Amarilla, 5,6 y 5,5 para Los Lirios y Oruro respectivamente. Estas diferencias de puntuación pueden

<sup>2</sup> Jamett F, 2009. Comunicación Personal. Químico Laboratorista. Académica Universidad de La Serena.

atribuirse al manejo de almazara, ya que los valores de índice de peróxidos para la mayoría de las fechas de recolección superaron los 10 mg O<sub>2</sub>/K. Aceites de oliva vírgenes, de olivas recién cosechadas, por un proceso cuidadoso de almazara podrían llegar a tener menos de 5 mg de O<sub>2</sub>/Kg, incidiendo en un aumento del ICG.

Esta situación se ve reflejada muy marcadamente en las variedades Frantoio, cuyos índices de peróxidos superaron el valor permitido para una clasificación extra Virgen, con índices de madurez dentro de rangos normales. Por lo tanto se puede estimar que esta variación se deba posiblemente al manejo poco eficiente de almazara y no a cosecha tardía o incidencia de la localidad; sobre todo que esta variedad debiera presentar un mayor contenido de antioxidantes y mayor estabilidad, con parámetros de ICG superiores a Arbequina. Si se comparan los valores promedio de polifenoles entre las variedades Arbequina y Frantoio (160 y 314 respectivamente), los valores en esta última son mayores, lo que estaría confirmando lo anterior, que la pérdida de calidad del aceite no es un factor por falta de antioxidantes sino que por manejo de almazara.

**Cuadro 10 Estimación del índice global de calidad de aceites variedad Frantoio.**

<b>AGUA AMARILLA</b>						
<b>Fechas Muestreo</b>	<b>FM</b>	<b>AC ( Me)</b>	<b>IP( Me)</b>	<b>K270( Me)</b>	<b>FR ( Me)</b>	<b>IGC</b>
04-05-2007	1	0,13	26,53	0,05	4,57	4,5
05-05-2007	2	0,12	18,92	0,05	5,33	5,7
09-05-2007	3	0,15	24,46	0,07	5,00	4,9
10-05-2007	4	0,12	27,12	0,06	5,02	4,8
11-05-2007	5	0,18	27,62	0,06	4,93	4,6
<b>LOS LIRIOS</b>						
<b>Fechas Muestreo</b>	<b>FM</b>	<b>AC ( Me)</b>	<b>IP( Me)</b>	<b>K270( Me)</b>	<b>FR ( Me)</b>	<b>IGC</b>
14-06-2007	1	0,49	20,36	0,06	4,50	4,5
19-06-2007	2	0,26	17,07	0,08	4,65	4,8
22-06-2007	3	0,72	26,18	0,07	4,67	4,0
26-06-2007	4	0,36	25,03	0,08	4,55	4,2
29-06-2007	5	0,47	19,27	0,10	5,08	4,8

Fuente: Elaboración Propia

### **4.3 POLIFENOLES Y PERFIL DE ACIDOS GRASOS**

#### **4.3.1 Polifenoles**

En relación a los polifenoles se puede señalar que los resultados obtenidos en este estudio para la variedad Arbequina no presenta una evolución clara y no concuerdan con lo reportado por diversos autores, que han constatado que la mayor concentración de éstos se encontraría en los aceites obtenidos de olivas más inmaduras (Cimato et al., 1990; Angustias y Alcubilla, 1999; Rovellini y

Cortesi, 2003; Espejo, 2005; Oliveras, 2005; Araya, 2007) ya que en este caso los índices de madurez de las olivas y contenido de polifenoles se manifestaron de forma oscilatoria durante el periodo (Cuadro 11).

Una posible explicación es que el contenido de polifenoles depende de la zona de cultivo, la variedad, la madurez y el sistema de extracción de los aceites (Araya, 2007).

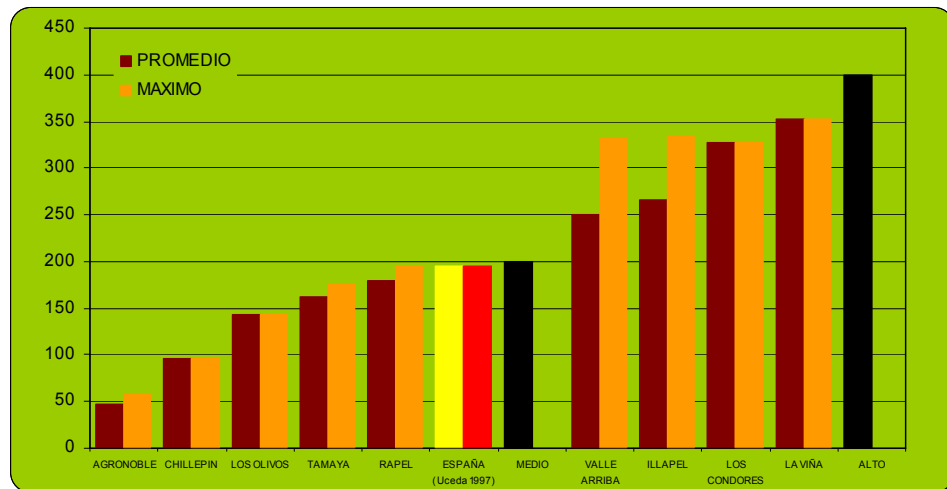
El contenido promedio de polifenoles para la variedad Arbequina se enmarcó en el rango de 110 – 266 mg/k ácido cafeico, presentando mayores contenidos los aceites procedentes del Fundo Los Lirios con un promedio de 217,27 mg/k ácido cafeico, seguido por 167,13 mg/k ácido cafeico (Fundo Los Olivos) ,137 mg/k ácido cafeico (Fundo Oruro), 126,78 mg/k ácido cafeico (Fundo Agua Amarilla). Lo cual concuerda con los antecedentes de la variedad entregados por Troncoso, 2007 (Figura 1) y Villalón (2007).

**Cuadro 11 Niveles de polifenoles (mg/Kg ácido cafeico) de aceites extra virgen de olivas variedad Arbequina cultivadas en distintas localidades de la provincia de Limarí y Choapa, región de Coquimbo.**

<b>LOS OLIVOS</b>			
<b>Fechas Muestreo</b>	<b>FM</b>	<b>P ( Me) mg/k ácido cafeico</b>	
18-04-2007	1	180,33	ba
20-04-2007	2	215,67	a
25-04-2007	3	144,67	b
26-04-2007	4	141,33	b
11-05-2007	5	153,67	b
<b>ORURO</b>			
<b>Fechas Muestreo</b>	<b>FM</b>	<b>P ( Me)</b>	
18-04-2007	1	131,00	a
20-04-2007	2	120,33	a
26-04-2007	3	159,67	a
<b>AGUA AMARILLA</b>			
<b>Fechas Muestreo</b>	<b>FM</b>	<b>P ( Me)</b>	
27-04-2007	1	110,00	a
28-04-2007	2	135,00	a
03-05-2007	3	135,33	a
<b>LOS LIRIOS</b>			
<b>Fechas Muestreo</b>	<b>FM</b>	<b>P ( Me)</b>	
12-05-2007	1	266,00	a
17-05-2007	2	247,00	ba
19-05-2007	3	263,00	a
25-05-2007	4	146,67	c
30-05-2007	5	163,67	bc

\* Cada valor representa la media de tres replicas. En cada localidad medias seguidas por letras diferentes en cada columna presentan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Duncan (alfa  $\leq$  0.05).

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 1 Antecedentes de nivel de polifenoles en aceites variedad Arbequina**

Fuente: Troncoso, 2007.

Los aceites de oliva ricos en polifenoles presentan un grado de estabilidad mayor, y unas propiedades organolépticas características, con unas notas de picante y amargo fuertes que son indicadores de alta calidad.

La concentración promedio de polifenoles para la variedad Frantoio (Cuadro 12) se enmarcó en el rango de 178 – 415 mg/k ácido cafeico, presentando mayores contenidos los aceites procedentes del Fundo Los Lirios con un promedio de 347,8 mg/k ácido cafeico, seguido por 280,4 mg/k ácido cafeico (Fundo Agua Amarilla). Considerados bajos a medios, lo cual concuerda con los antecedentes de la variedad señalados por Troncoso (2007) como se observa en la Figura 2.

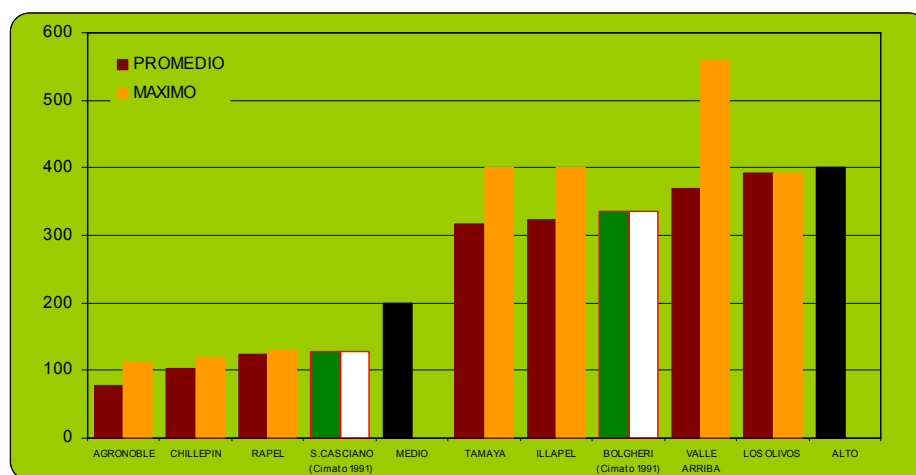
Al comparar ambas variedades, los inferiores contenido de polifenoles se presentaron en aceites provenientes de Agua Amarilla (Provincia de Choapa).

**Cuadro 7 Niveles de polifenoles (mg/Kg ácido cafeico) de aceites extra virgen de olivas variedad Frantoio cultivadas en distintas localidades de la provincia de Limarí y Choapa, región de Coquimbo.**

<b>AGUA AMARILLA</b>			
<b>Fechas Muestreo</b>	<b>FM</b>	<b>P ( Me) mg/k ácido cafeico</b>	
04-05-2007	1	178,00	b
05-05-2007	2	311,33	a
09-05-2007	3	335,67	a
10-05-2007	4	300,67	a
11-05-2007	5	276,33	a
<b>LOS LIRIOS</b>			
<b>Fechas Muestreo</b>	<b>FM</b>	<b>P ( Me)</b>	
14-06-2007	1	292,67	b
19-06-2007	2	415,67	a
22-06-2007	3	333,67	b
26-06-2007	4	351,00	b
29-06-2007	5	346,00	b

\* Cada valor representa la media de tres replicas. En cada localidad medias seguidas por letras diferentes en cada columna presentan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Duncan (alfa ≤ 0.05).

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 2 Antecedentes de nivel de polifenoles en aceites variedad Frantoio**

Fuente: Troncoso, 2007.

### 4.3.2 Perfil de ácidos grasos

A fin de establecer una descripción más efectiva de los aceites, se describen los contenidos de los ácidos grasos palmítico, esteárico, oleico, linoléico y linolénico los cuales determinan las principales propiedades químicas y nutricionales de un aceite.

El ácido palmítico es un ácido graso saturado y la importancia de éste radica en su valor energético exclusivamente. Como se muestra en el Cuadro 13, valores promedio de éste ácido en la variedad Arbequina fluctuaron entre los 12,44 % y 14,61%, en la variedad Frantoio entre los 12,41 % y 12,54%. Considerando que la componente varietal evidencia una variación porcentual del contenido del ácido superior a 15% para la variedad Arbequina y entre 13 y 15 % para Frantoio (Uceda et al., 2004).

El ácido Esteárico no se acumula, ya que es un ácido de transición presentando siempre bajos contenidos. En la variedad Arbequina fluctuaron entre los 1,78% y 1,96%; en la variedad Frantoio entre los 1,85 % y 2,07%, ambas variedades coinciden con los contenidos encontrados por Uceda et al. (2004) y Araya (2007) quienes mencionaron que para ambas variedades los contenidos de este ácido se enmarcan en un rango que va entre 1 y 2.

El ácido oleico, es el ácido graso mayoritario en el aceite de oliva (55-83%). Este ácido es escasamente susceptible al desencadenamiento de los procesos de peroxidación y prácticamente no requiere ninguna protección antioxidante, lo que demuestra su alta estabilidad (Beltrán et al., 2004; Civantos, 2004; Araya, 2007). El contenido de este ácido se mantiene relativamente constante cualquiera sea el cultivar, periodo de recolección y zona (Araya, 2007), en la variedad Arbequina fluctuaron entre los 67,41% y 72,77% y en la variedad Frantoio entre los 73,35% y



74,05%, ambas variedades coincidieron con los contenidos encontrados por Tous et al. (1997); Tous y Romero,(1999); Uceda et al.(2004) ; Araya (2007), quienes mencionaron que para la variedad Arbequina los rangos oscilan entre los 65 y 74% , y para Frantoio 70 y 75%, por tanto ambas variedades se enmarcan dentro de la media de valores normales.

El ácido Linoleico es un ácido graso poliinsaturado que presenta gran importancia en la estabilidad de los aceites, debido a que se oxida más rápido y es menos estable.

El contenido de ácido Linoleico fue considerado bajo 7,66%, 8,15% (Los Lirios y Agua Amarilla) y mayores pero bajo el rango normal, en las muestras de aceite de la variedad Arbequina 11,58 y 10,41% procedentes de fundo Oruro y Los Olivos respectivamente, considerando que para la variedad y reportado por Uceda et al. (2004), donde valores normales fluctúan entre 12 y 15%. Para la variedad Frantoio es relativamente bajo ya que valores normales para la variedad se encuentran entre 9 y 12% según lo constatado por Uceda et al., 2004, mientras que en este estudio el rango fue 5,29 y 7,14%.

El ácido Linolénico es un ácido graso poliinsaturado que no pertenece a los ácidos grasos mas abundantes en el aceite de oliva, pero presenta el mayor grado de desaturación que el linoleico (Beltrán et al., 2004).

El contenido de éste ácido en la variedad Arbequina se mantuvo entre los 0,51 y 0,60% y Frantoio presentó un rango 0,52 y 0,65%, por tanto ambas variedades presentaron contenidos inferiores al 1% establecido por norma COI.

**Cuadro 8 Niveles (%) de ácidos grasos de aceites de las variedades Arbequina y Frantoio.**

ACIDOS GRASOS	A B E Q U I N A				F R A N T O I O	
	LOS OLIVOS	ORURO	AGUA AMARILLA	LOS LIRIOS	AGUA AMARILLA	LOS LIRIOS
Palmitico	13,09	14,61	12,44	12,87	12,54	12,41
Palmitico etil	0,16	0,17	0,16	0,14	0,08	0,11
Palmitoleico	1,07	1,12	0,55	0,96	0,43	0,60
Margarico	0,10	0,11	0,10	0,14	0,00	0,02
Margaroleico	0,22	0,23	0,18	0,25	0,09	0,11
Estearico	1,78	1,90	1,95	1,96	2,07	1,85
Oleico	69,67	67,41	72,62	72,77	73,35	74,05
Linoleico	10,41	11,58	8,15	7,66	5,29	7,14
Linolenico	0,52	0,60	0,56	0,51	0,52	0,65
Araquidico	0,36	0,40	0,38	0,39	0,36	0,35
Eicosenoico	0,30	0,28	0,32	0,30	0,30	0,36
Behenico	1,24	1,37	2,84	1,02	3,06	1,07
Lignoserico	0,45	0,40	0,97	0,57	0,85	0,77

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4 EVALUACIÓN SENSORIAL

Al analizar el perfil sensorial de los aceites de la variedad Arbequina se observó que los atributos no presentaron diferencias significativas en las localidades de Los Olivos, Oruro, Agua Amarilla, sin embargo aceite de Los Lirios presentaron una leve diferencia significativa dentro de sus atributos entre sus fechas de muestreo lo cual no se evidencia en sus valores como se puede observar en el Cuadro 14.

En cuanto al atributo frutado, los aceites presentaron una valoración promedio por parte del panel de 4.89, 4.3, 5.05, 5.15 respectivamente, en aceites procedentes

de Oruro se presentaron intensidades inferiores, sin embargo, se establecería un frutado medio para la variedad.

El atributo amargo en los aceites presentó valores promedio de 2.68, 2.1, 2.79, 2.79 por localidades respectivamente, siguiendo la misma tendencia por lo que se establecería un leve amargo en los aceites.

El atributo picante en los aceites presentó valores promedio de 3.16, 2.58, 3.23, 3.29 por localidades respectivamente, por tanto se evidencia el predominio sobre el amargo.

El atributo de dulzor en los aceites predomina sobre el amargo y picante con valores promedios de 4.04, 4.6, 4.12, 3.92 respectivamente, presentándose superior en aceites de Oruro, por tanto se otorga suavidad en el aceite y finalmente la astringencia se presentó con valores similares a los de amargo, presentándose niveles inferiores en aceites de Oruro.

Al analizar el perfil sensorial de los aceites de la variedad Frantoio se observó que los atributos no presentaron diferencias significativas en Agua Amarilla, pero los aceites de Los Lirios presentaron una leve diferencia significativa dentro de sus atributos frutado y picante entre sus fechas de muestreo lo cual no se evidencia en sus valores como se puede observar en el Cuadro 15.

En cuanto al atributo frutado, los aceites presentaron valores promedio de 4.99, 4.69 (Agua Amarilla y Los Lirios), el aceite de Los Lirios se presentó levemente inferior, sin embargo se establecería un frutado medio levemente inferior a la variedad Arbequina, coincidiendo con lo expuesto por Araya (2007).

El atributo amargo en los aceites presentaron valores promedio de 3.01, 3.04 respectivamente, similares entre ellos, pero con significancia estadística en aceites de Agua Amarilla, por lo que se establecería un leve amargo en los aceites pero mayores a los presentados en la variedad Arbequina.

El atributo picante en los aceites presentó valores promedio de 3.53, 3.17 respectivamente, evidenciándose superior en aceites de Agua Amarilla coincidente en lo expresado en el análisis multivariable en base a componentes principales.

El atributo de dulzor en los aceites predomina levemente sobre el amargo y picante con valores promedios de 3.89, 3.91 (Agua Amarilla y Los Lirios respectivamente), presentándose inferior en aceites variedad Arbequina, por tanto la astringencia se presentó con valores superiores a los de Arbequina 2.78, 2.58 en las mismas localidades), lo que de igual manera se evidencia en el análisis multivariable.

Se puede observar que existe una correlación de los atributos respecto al contenido de polifenoles (Cuadro 11 y 12), en especial que a mayor contenido de polifenoles, mas amargos y picantes fueron los aceites de la variedad Frantoio (Jamett et al., 2007).

De modo general, los aceites procedentes de la variedad Arbequina manifiestan la condición de ser aceites suaves, con un equilibrio entre el picante y el amargo y ligeramente más dulces y los atributos picante y amargo no son tan elevados (Figura 3, 4, 5, 6), estos resultados son respaldados por los antecedentes expuestos por Vossen, (2004).

Los aceites procedentes de la variedad Frantoio se presentan como aceites con un cuerpo equilibrado en las intensidades de sus atributos, se destaca que tienen toques de frutado que se realzan moderadamente en comparación a los demás atributos sensoriales (Figura 7 y 8). Por otra parte se debe destacar que los aceites de esta variedad manifestaron sensaciones de picante y amargo notoriamente más altas que las presentadas por los aceites de la variedad Arbequina, estos atributos son característicos de esta variedad Vossen, (2004).

**Cuadro 9 Evaluación sensorial (medianas) de aceites variedad Arbequina.**

**ARBEQUINA LOS OLIVOS**

Fechas Muestreo	FM	FR		AM		PI		D		AS	
18/04/2007	1	4,77	a	2,50	a	3,00	b	4,35	a	2,38	a
20/04/2007	2	4,80	a	2,82	a	3,47	a	4,12	a	2,50	a
25/04/2007	3	4,73	a	2,53	a	3,07	b	3,87	a	2,50	a
26/04/2007	4	5,15	a	2,77	a	3,10	b	3,68	a	2,62	a
11/05/2007	5	5,03	a	2,77	a	3,17	b	4,17	a	2,67	a

**ARBEQUINA ORURO**

Fechas Muestreo	FM	FR		AM		PI		D		AS	
18/04/2007	1	3,60	b	1,80	a	2,00	b	5,00	a	0,50	a
20/04/2007	2	4,43	ba	2,00	a	2,67	a	4,83	a	2,38	a
26/04/2007	3	4,87	a	2,50	a	3,07	a	3,98	b	2,50	a

**ARBEQUINA AGUA AMARILLA**

Fechas Muestreo	FM	FR		AM		PI		D		AS	
27/04/2007	1	4,97	a	3,00	a	3,25	a	4,25	a	2,78	a
28/04/2007	2	5,22	a	2,68	b	3,27	a	4,02	a	2,55	b
03/05/2007	3	4,97	a	2,68	b	3,18	a	4,08	a	2,65	ba

**ARBEQUINA LOS LIRIOS**

Fechas Muestreo	FM	FR		AM		PI		D		AS	
12/05/2007	1	4,97	c	3,20	a	3,65	a	3,42	c	2,75	a
17/05/2007	2	4,93	c	2,67	ba	3,40	ba	3,80	b	2,63	a
19/05/2007	3	5,43	a	3,10	a	3,50	a	3,82	b	2,65	a
25/05/2007	4	5,13	bc	2,50	b	3,07	bc	4,30	a	2,50	a
30/05/2007	5	5,27	ba	2,50	b	2,85	c	4,27	a	2,60	a

\* Cada valor representa la mediana de tres replicas. En cada localidad medianas seguidas por letras diferentes en cada columna presentan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Duncan (alfa  $\leq$  0.05).

Fuente: Elaboración Propia

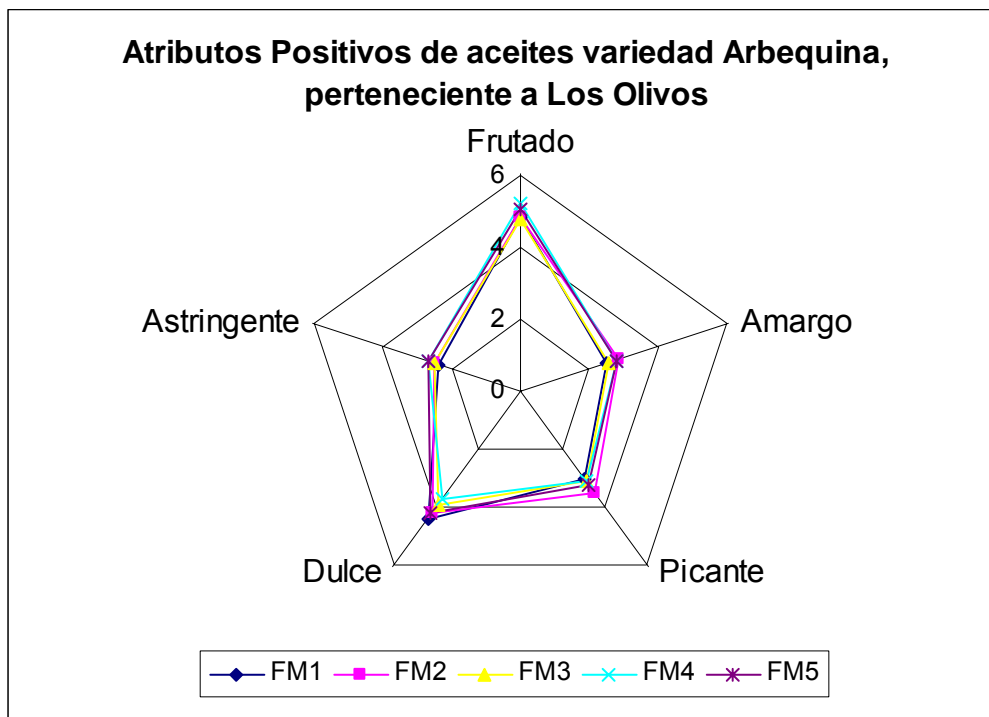


Figura 3 Perfil sensorial de aceites variedad Arbequina del fundo Los Olivos.

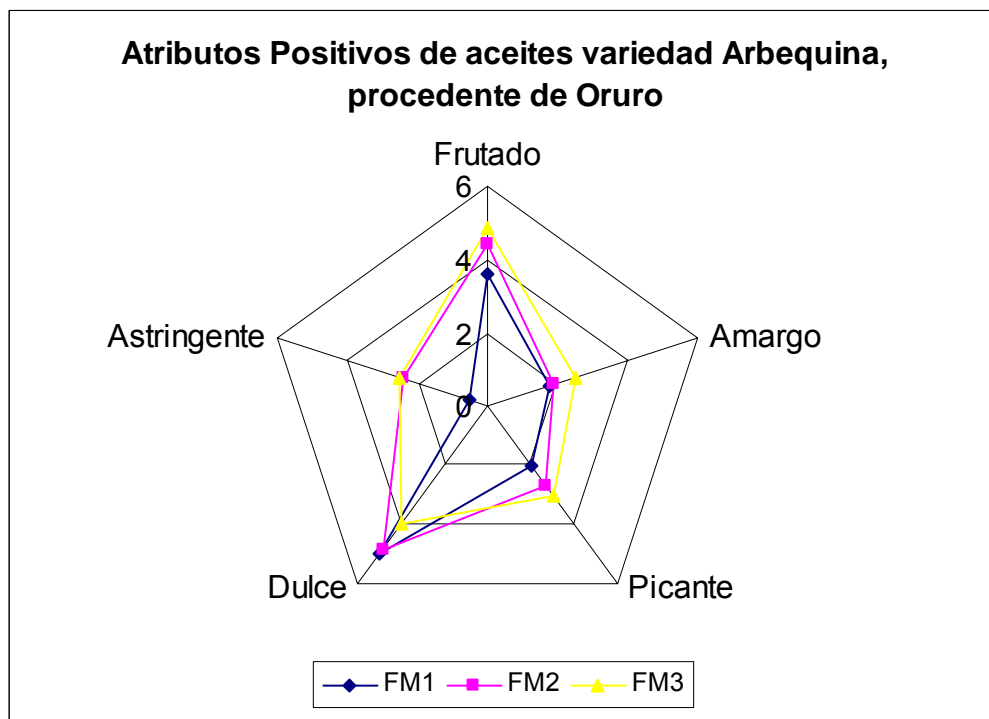


Figura 4 Perfil sensorial de aceites variedad Arbequina del fundo Oruro.

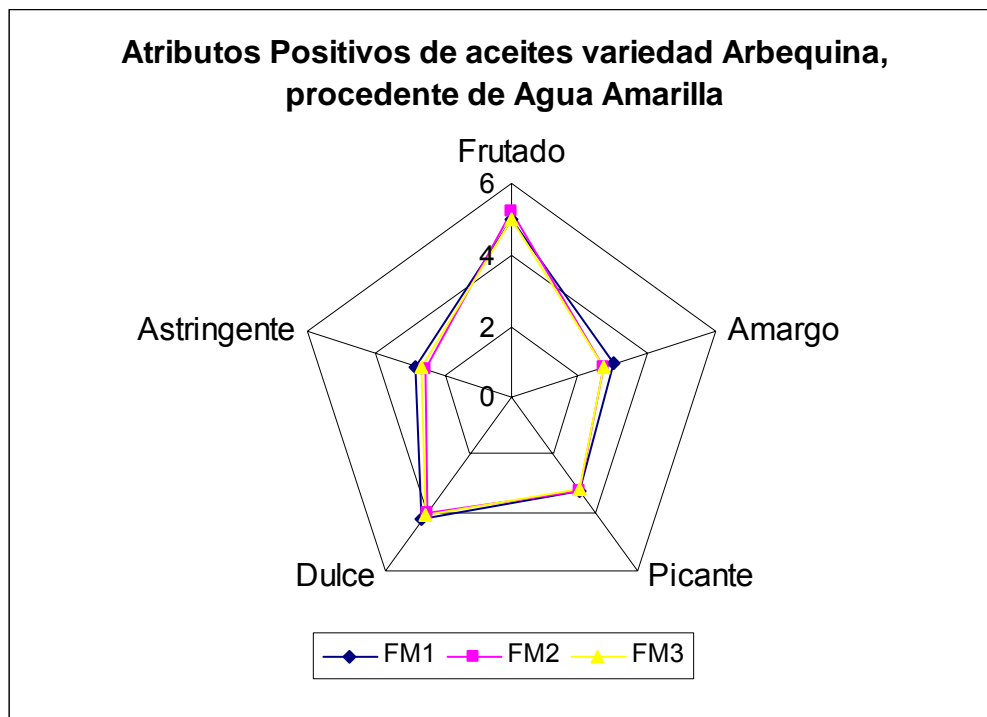


Figura 5 Perfil sensorial de aceites variedad Arbequina del fundo Agua Amarilla.

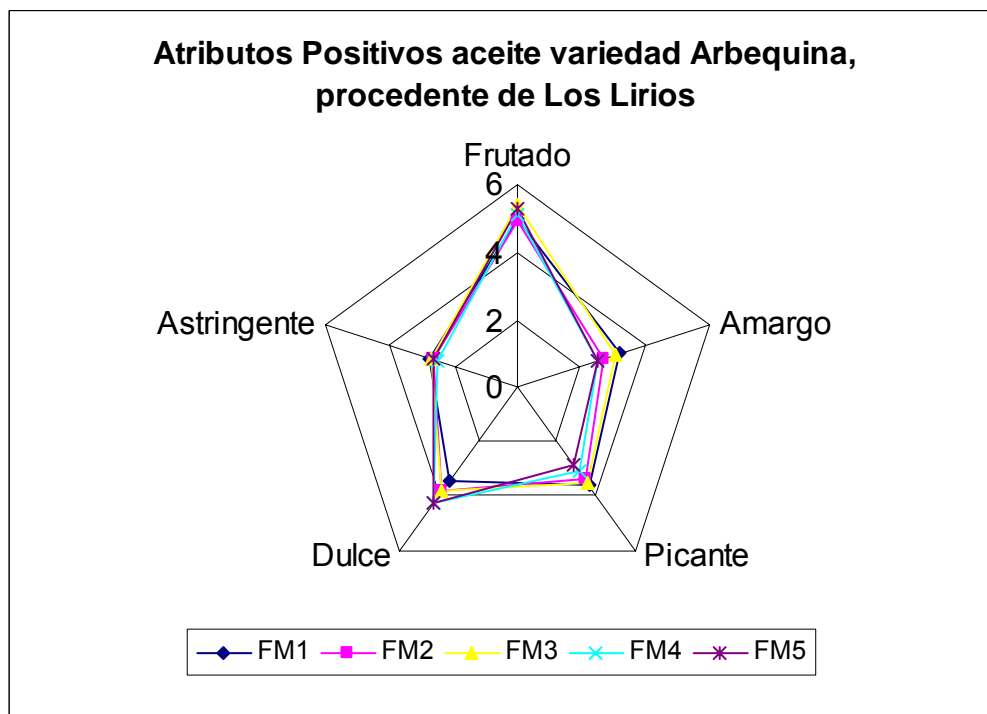


Figura 6 Perfil sensorial de aceites variedad Arbequina del fundo Los Lirios

**Cuadro 10 Evaluación sensorial (medianas) de aceites variedad Frantoio.**

<b>FRANTOIO AGUA AMARILLA</b>											
<b>Fechas Muestreo</b>	<b>FM</b>	<b>FR</b>		<b>AM</b>		<b>PI</b>		<b>D</b>		<b>AS</b>	
04/05/2007	1	4,57	b	2,92	ba	3,52	a	3,83	a	2,58	a
05/05/2007	2	5,33	a	2,80	b	3,42	a	3,98	a	2,50	a
09/05/2007	3	5,00	ba	3,32	a	3,63	a	4,00	a	2,97	a
10/05/2007	4	5,02	ba	3,05	ba	3,53	a	3,85	a	2,92	a
11/05/2007	5	4,93	ba	2,95	ba	3,55	a	3,77	a	2,93	a
<b>FRANTOIO LOS LIRIOS</b>											
<b>Fechas Muestreo</b>	<b>FM</b>	<b>FR</b>		<b>AM</b>		<b>PI</b>		<b>D</b>		<b>AS</b>	
14/06/2007	1	4,50	a	2,77	b	2,77	b	4,02	a	2,33	a
19/06/2007	2	4,65	b	3,55	a	3,65	a	3,60	a	2,65	a
22/06/2007	3	4,67	b	2,85	b	2,78	b	3,97	a	2,50	a
26/06/2007	4	4,55	b	2,97	ba	3,25	ba	3,88	a	2,70	a
29/06/2007	5	5,08	a	3,08	ba	3,38	a	4,08	a	2,70	a

\* Cada valor representa la mediana de tres replicas. En cada localidad medianas seguidas por letras diferentes en cada columna presentan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Duncan (alfa  $\leq$  0.05).

Fuente: Elaboración Propia



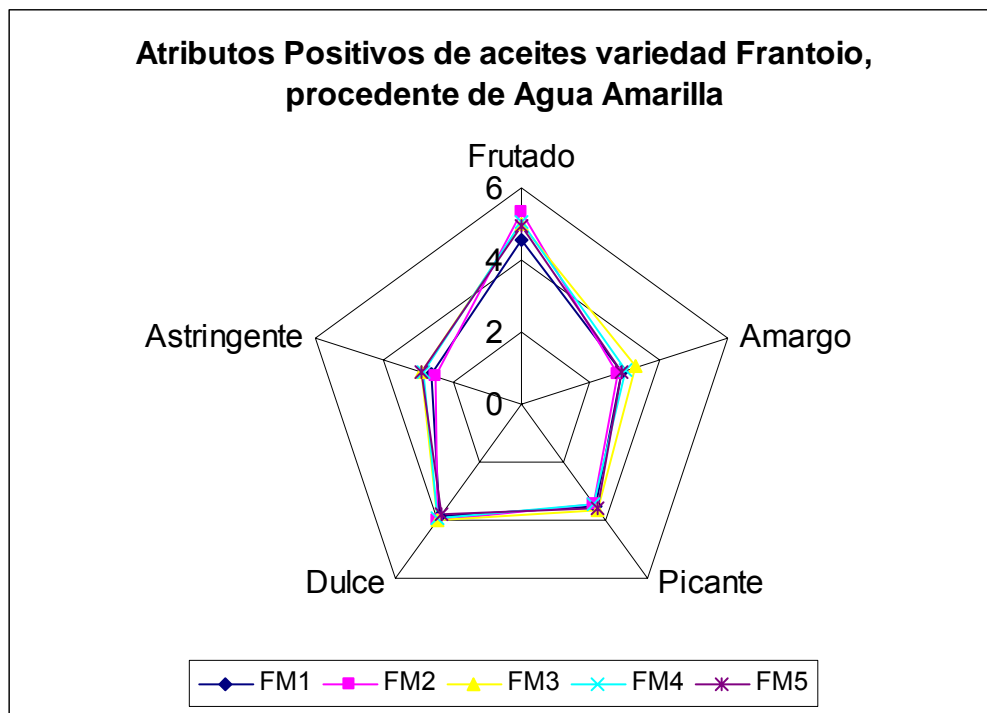


Figura 7 Perfil sensorial de aceites variedad Frantoio del fundo Agua Amarilla.

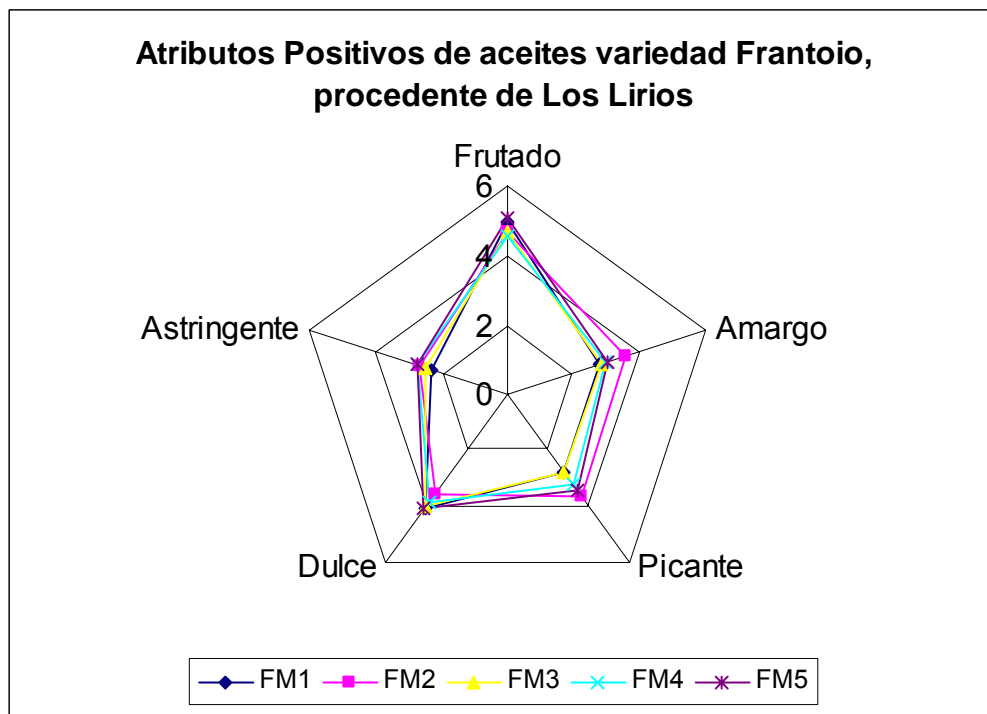


Figura 8 Perfil sensorial de aceites variedad Frantoio del fundo Los Lirios.

## 4.5 ANÁLISIS MULTIVARIABLE EN BASE A COMPONENTES PRINCIPALES

Debido a que no hubo mucha significancia en los valores obtenidos, de acuerdo a los análisis de varianza, se procedió a analizar e interrelacionar las muestras de aceite y sus variables en base a componentes principales y análisis de regresión de acuerdo a cuadrados mínimos parciales.

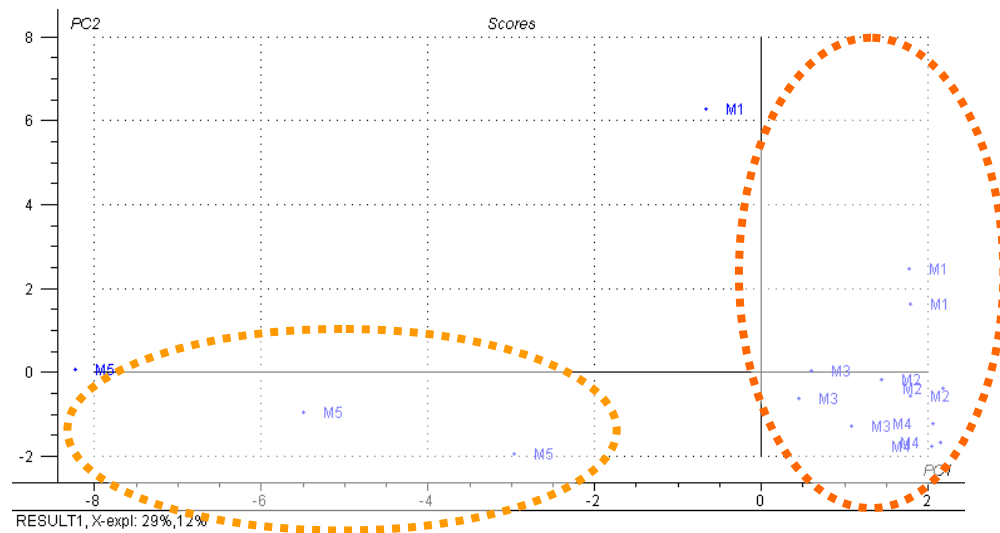
A continuación se presentan en dos columnas los códigos que se utilizaran en el análisis multivariable en base a componentes principales y análisis de regresión multivariable.

FM : Fecha de Muestreo	A1 : Ácido Palmítico
IM : Índice de Madurez	A2 : Ácido Palmítico etíl
RGS : Rendimiento Graso Seco	A3 : Ácido Palmitoleico
RGH : Rendimiento Graso Húmedo	A4: Ácido Margárico
AC : Acidez	A5 : Ácido Margaroleico
IP : Índice de Peróxidos	A6: Ácido Esteárico
P : Polifenoles	A7: Ácido Oleico
K232 : Absorbancia Ultravioleta a 323 nm.	A8 : Ácido Linoleico
K270 : Absorbancia Ultravioleta a 270nm.	A9 : Ácido Linolénico
FR : Frutado	A10 : Ácido Araquídico
AM : Amargo	A11 : Ácido Eicosenóico
PI : Picante	A12 : Ácido Behénico
D : Dulce	A13 : Ácido Lignosérico
AS : Astringente	PLS: Cuadrado mínimos parciales

### 4.5.1.1 Variedad Arbequina Los Olivos

Dicho análisis corresponde a una técnica estadística de análisis multivariable en base a componentes principales cuyo objetivo es la búsqueda de patrones de datos en una amplia dimensión, cuya ventaja es la utilización del universo completo de datos obtenidos. Con una explicación del 41% de la varianza se

puede observar en la Figura 9 que existen dos grandes grupos bien diferenciados, los que corresponden a los aceites de la variedad Arbequina recolectados hacia finales del periodo de la cosecha (M5) respecto de las otras muestras y M1,M2,M3 y M4, provenientes del Fundo Los Olivos.

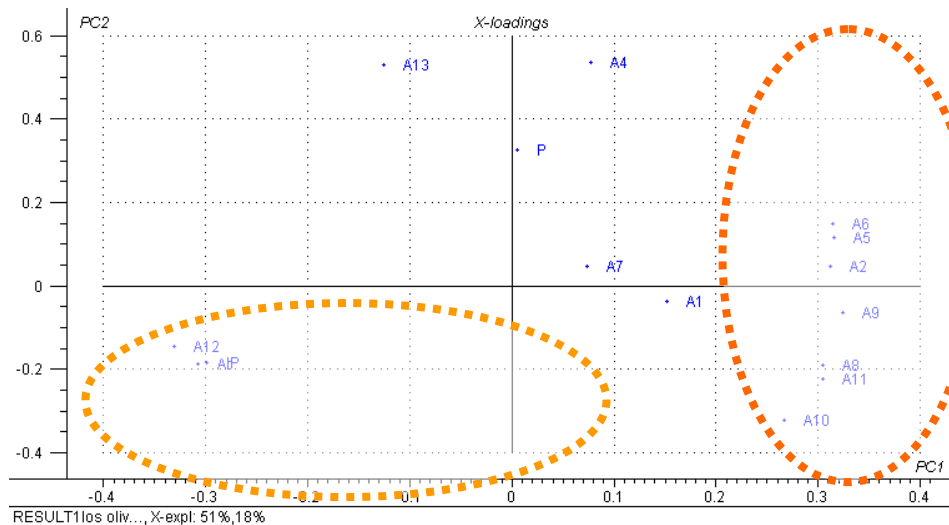


**Figura 9 Diagrama de muestras a partir de un modelo PCA de aceites de la variedad Arbequina del fundo Los olivos, provincia de Limarí. Modelo de cinco fechas de muestreo.**

Las elipses punteadas en los diagramas (Figura 9 y 10) permiten interpretar la diferenciación de los aceites a través de las muestras.

Se puede observar en la Figura 10 que los aceites de la variedad Arbequina recolectados en las cuatro primeras fechas de muestreo (M1, M2, M3, M4) se ven diferenciados principalmente por los ácidos esteárico, margarólico, palmítico etil, linolénico (A6, A5, A2, A9), que son variables que influyen fuertemente en el PC1, respecto de aceites de la última fecha de muestreo (M5), que se diferencia por índice de peróxidos, acidez y ácido behénico (IP, Ac y A12). Esto nos estaría indicando que a finales de cosecha hay un cambio en las características de los aceites obtenidos para una misma variedad que podría estar afectando el

contenido de los componentes principales que dan estabilidad a los aceites, sin afectar mayoritariamente sus características organolépticas.

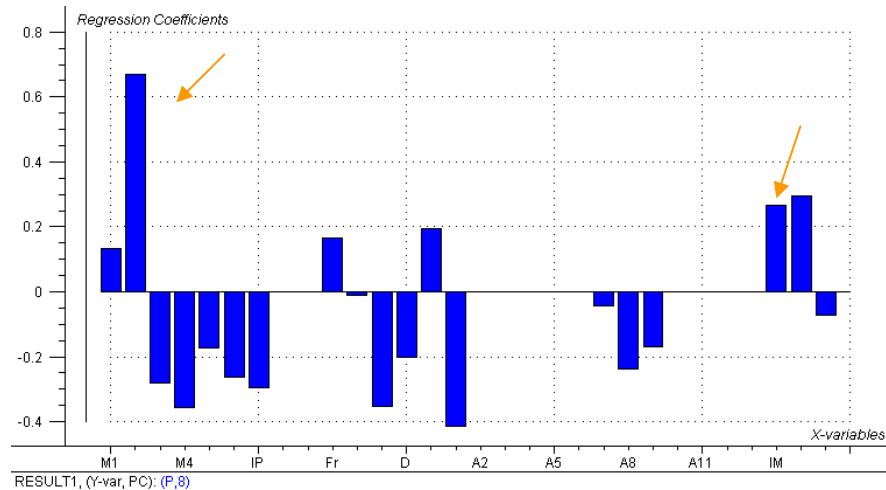


**Figura 10 Diagrama de variables del PC1 vs PC2 a partir de un modelo PCA de aceites de variedad Arbequina del fundo Los olivos, de la provincia de Limarí. Modelo compuesto de 15 variables.**

Para analizar el comportamiento de las variables y las influencias existentes entre ellas, se realizaron análisis de regresión en base a cuadrados mínimos parciales (PLS). Este modelo permite estudiar la distribución relativa de una variable (y), en este caso nivel de polifenoles, con respecto a la evolución de las demás variables analizadas (x) y de esta manera, determinar la influencia existente sobre el comportamiento de la variable y (polifenoles). Por tanto el coeficiente de regresión explica la importancia de la variable en cuanto al tamaño de la barra determinando la correlación positiva o negativa entre las variables.

En la Figura 11 los polifenoles tienen una correlación positiva con aquellos aceites de olivas recolectados en M2 (segunda quincena de abril) principalmente, otra variable a destacar es el índice de madurez, los cuales tienen barras más alta, por tanto son variables que explica fuertemente el comportamiento de los polifenoles

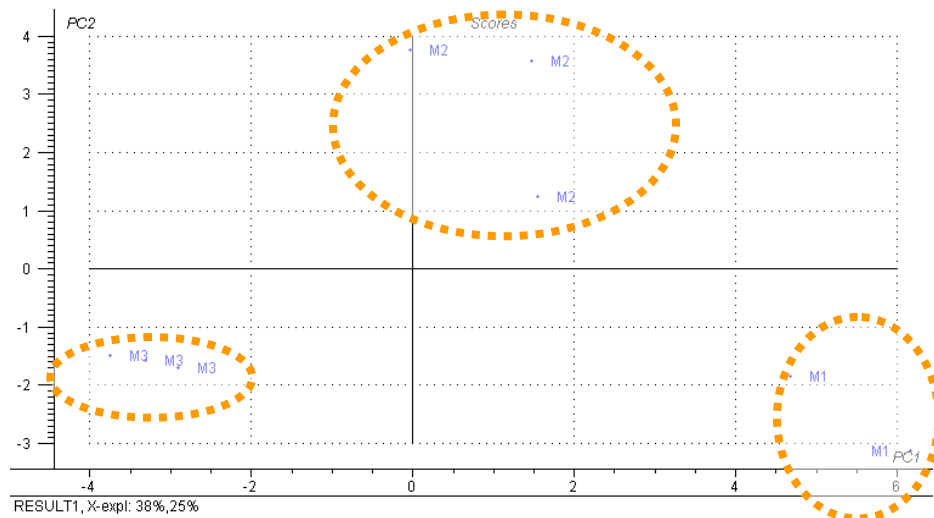
por ser variables cercanas y estar en el mismo cuadrante en relación al resto de las variables (señaladas por flechas de color anaranjado).



**Figura 11 Coeficientes de regresión del nivel de polifenoles en aceites de oliva variedad Arbequina provenientes de la localidad de Los Olivos y el resto de las variables químicas y sensoriales.**

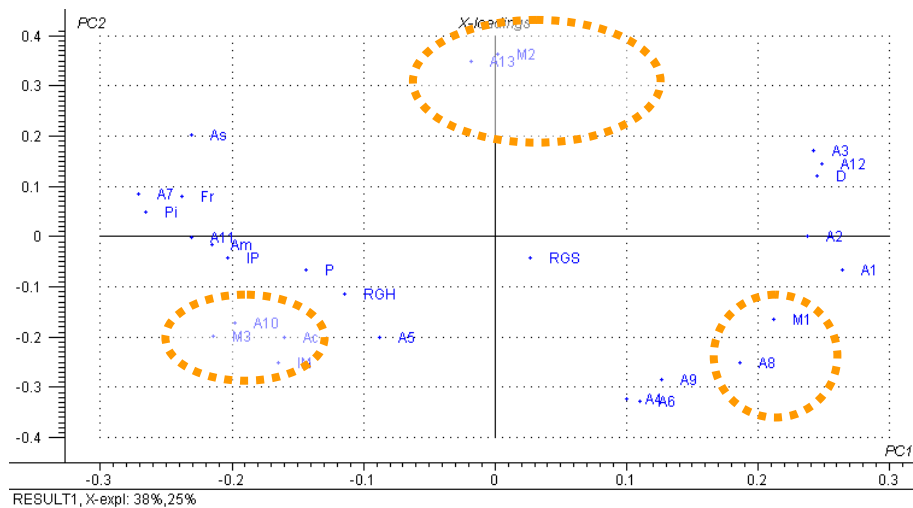
#### 4.5.1.2 Variedad Arbequina Oruro

Con una explicación del 63% de la varianza, se puede observar en la Figura 12 que existen tres grupos diferenciados por la fecha de muestreo, los que corresponden a los aceites de la variedad Arbequina, provenientes del Fundo Oruro.



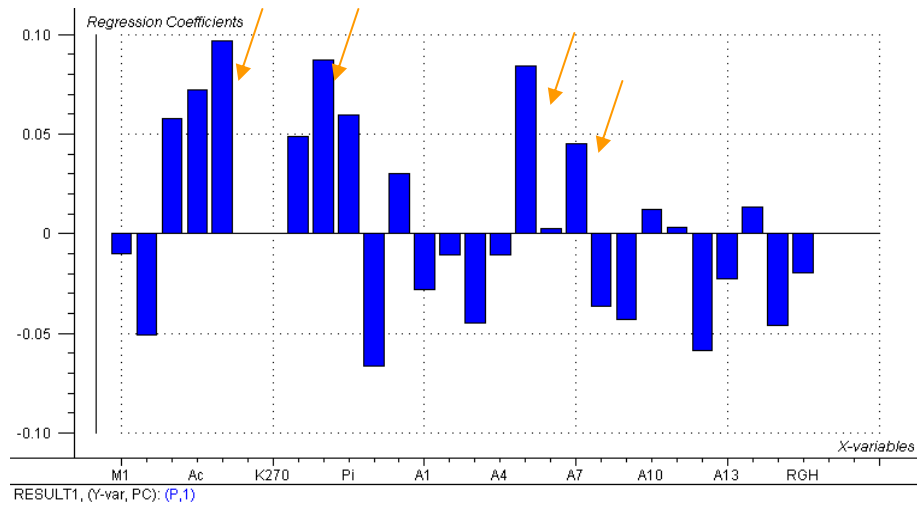
**Figura 12 Diagrama de muestras del PC1 vs PC2 a partir de un modelo PCA de aceites variedad Arbequina del fondo Oruro, provincia de Limarí. Modelo de tres fechas de muestreo.**

Se puede observar en la Figura 13 que los aceites de la variedad Arbequina recolectados en M1, se ven diferenciados principalmente por los ácido linoléico (A8) respecto de aceites de M2 por ácido behénico (A13) y M3 por el ácido araquídico (A10).



**Figura 13 Diagrama de variables del PC1 vs PC2 a partir de un modelo PCA de aceites de variedad Arbequina del fondo Oruro, provincia de Limarí. Modelo compuesto de 26 variables.**

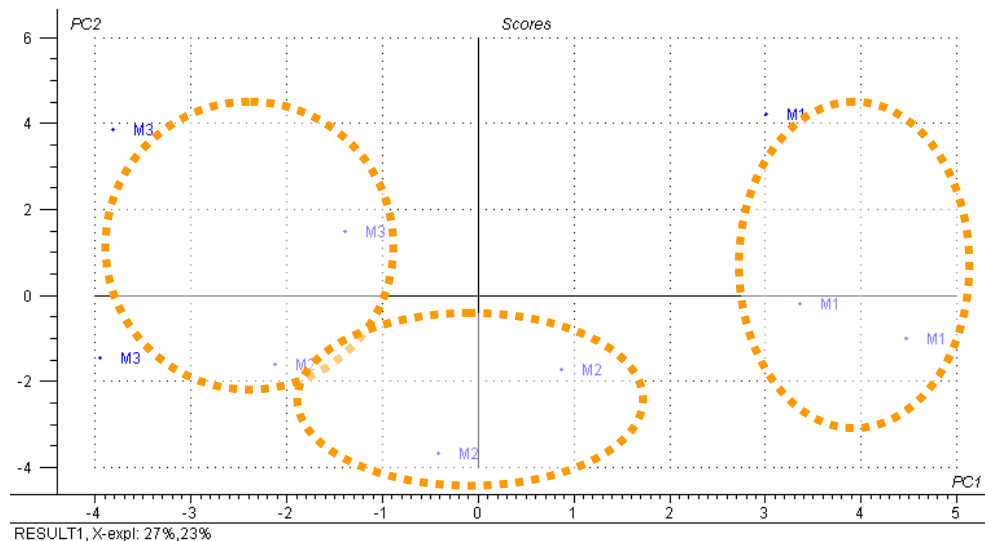
Según los coeficientes de regresión (Figura 14) los polifenoles pareciera presentar una correlación positiva por ser variables cercanas entre el índice de peróxidos, amargor, ácido margaroleico, ácido oleico, ácido araquídico.



**Figura 14 Coeficiente de regresión de nivel de polifenoles en aceites de oliva variedad Arbequina provenientes de la localidad de Oruro y el resto de las variables químicas y sensoriales.**

#### 4.5.1.3 Variedad Arbequina Agua Amarilla

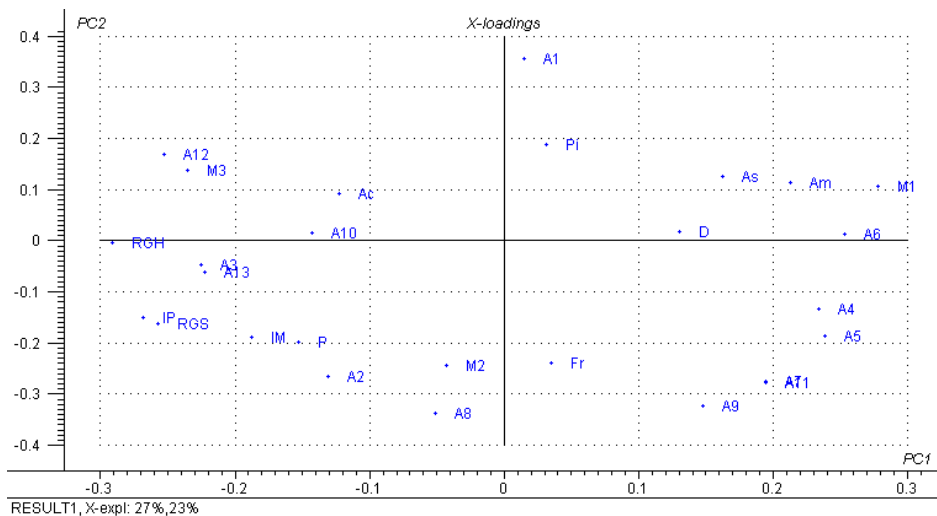
Con una explicación del 50% se puede observar en la Figura 15 que existen tres grandes grupos diferenciados, a las tres fechas de muestreo (M1, M2, M3), los que corresponden a los aceites de la variedad Arbequina, provenientes del Fundo Agua Amarilla.



**Figura 15 Diagrama de muestras PC1 vs PC2 a partir de un modelo PCA para aceites de la variedad Arbequina del fundo Agua Amarilla, provincia de Choapa. Modelo de tres fechas de muestreo.**

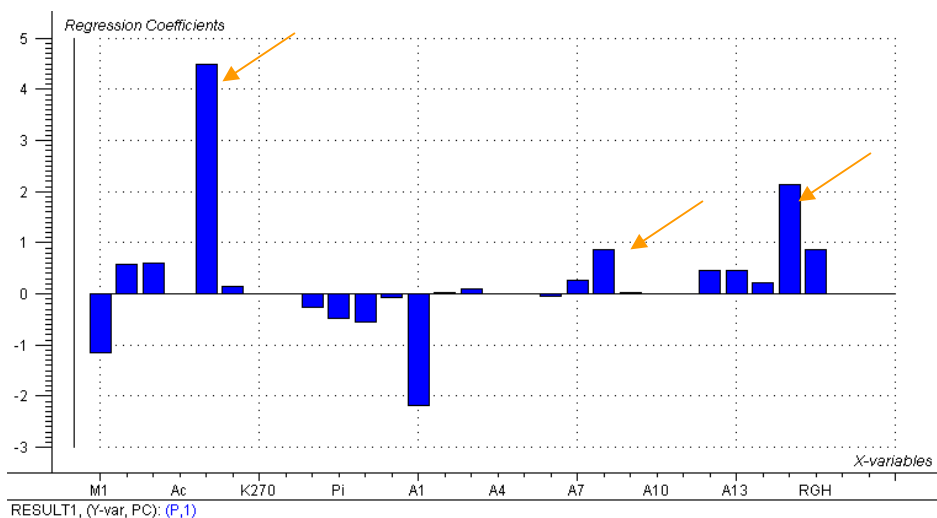
Se puede observar en la Figura 16 que los aceites de la variedad Arbequina recolectados en M1, se ven diferenciados principalmente por las variables tales como ácidos esteárico, margaroleico, margárico y sensorialmente amargor, astringencia y dulzor (A6, A5, A4, Am, As, D) que parecen correlacionar positivamente entre si y con el PC1, respecto de aceites de M2 que se ven diferenciados por los polifenoles, ácido palmítico etíl, linoléico y frutado (P, A2, A8, Fr), respecto de aceites de M3 diferenciados por ácido behénico (A12) principalmente.





**Figura 16 Diagrama de variables del PC1 vs PC2 a partir de un modelo PCA de la variedad Arbequina del fondo Agua Amarilla, provincia de Choapa. Modelo compuesto de 26 variables.**

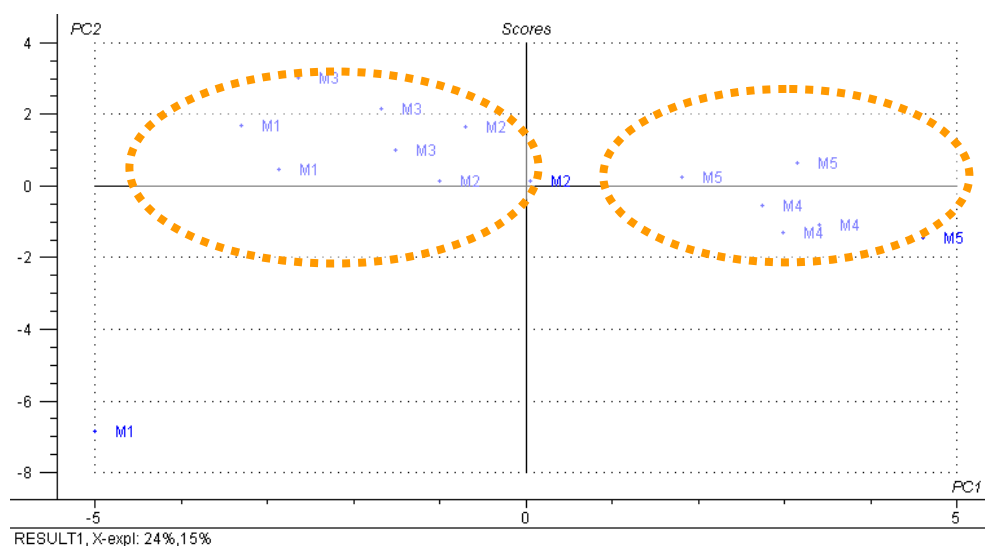
Según los coeficientes de regresión (Figura 17) los polifenoles son los que otorgan la diferenciación de este aceite y manifiesta una correlación positiva con índice de peróxidos, ácido linolénico, rendimiento graso seco.



**Figura 17 Coeficiente de regresión de nivel de polifenoles en aceites de oliva variedad Arbequina provenientes de la localidad de Agua Amarilla y el resto de las variables químicas y sensoriales.**

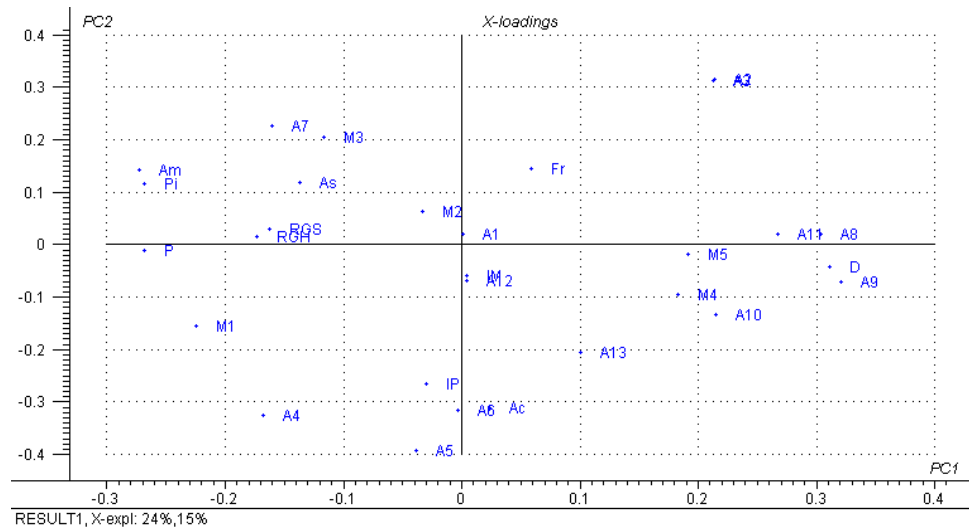
#### 4.5.1.4 Variedad Arbequina Los Lirios

Con una explicación del 39% se puede observar en la Figura 18 que existen dos grupos diferenciados M1, M2, M3 y M4, M5 respectivamente, los que corresponden a los aceites de la variedad Arbequina, provenientes del Fundo Los Lirios.



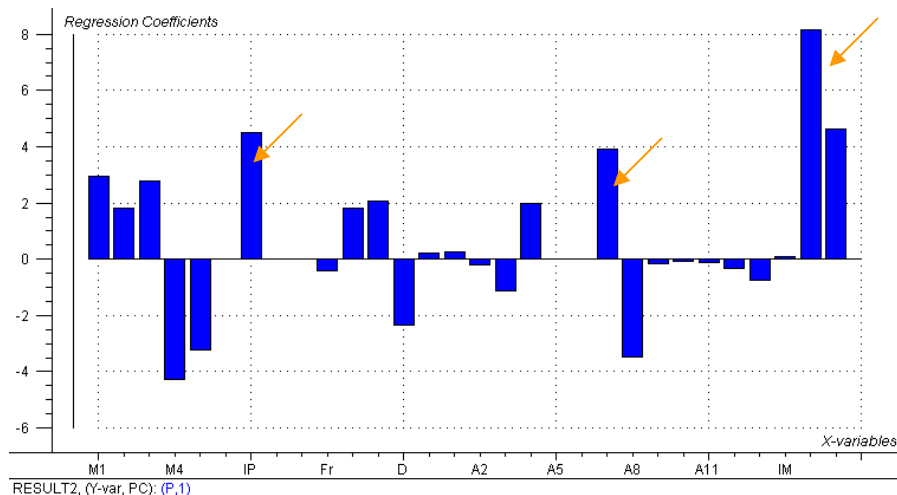
**Figura 18 Diagrama de muestras del PC1 vs PC2 a partir de un modelo PCA de aceites de la variedad Arbequina del fundo Los Lirios, provincia de Limarí. Modelo de cinco fechas de muestreo.**

En la Figura 19 aceites de la variedad Arbequina recolectados en M1, M2, M3 se ven diferenciados principalmente por la astringencia, ácido oleico, polifenoles (As, A7,P) respecto de aceites de M4, M5 que se diferencia por ácido palmítico etíl, eicosenóico, linoleico, linolénico, araquídico y dulzor (A2, A11, A8, A9, A10, D).



**Figura 19 Diagrama de variables del PC1 vs PC2 a partir de un modelo PCA de aceites de variedad Arbequina del fundo Los Lirios, provincia de Limarí. Modelo compuesto de 28 variables.**

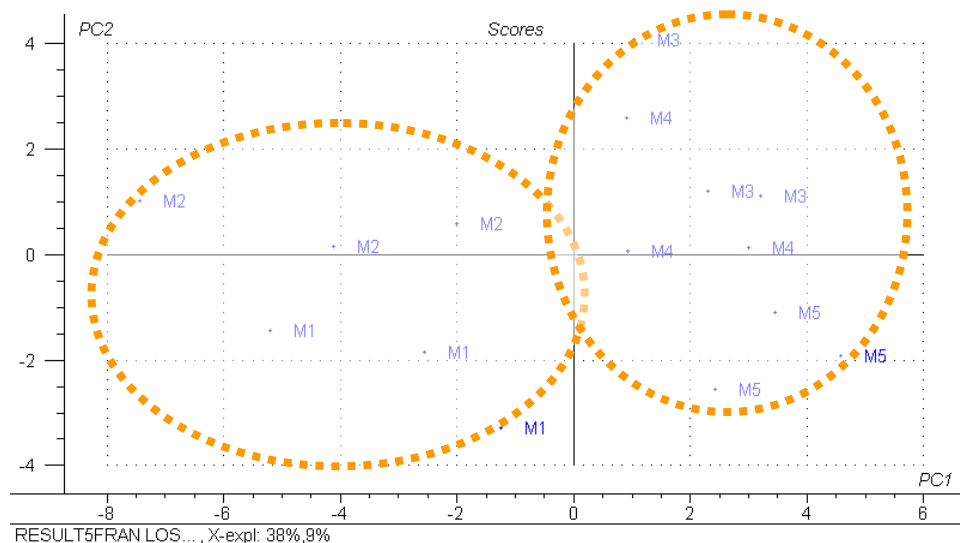
Según los coeficientes de regresión los polifenoles son los que otorgan la diferenciación de este aceite y manifiesta una correlación positiva con rendimiento graso en base seca principalmente (penúltima barra del gráfico) índice de peróxidos, ácido oleico y en forma negativa con el ácido linolénico.



**Figura 20 Coeficiente de regresión de nivel de polifenoles en aceites de oliva variedad Arbequina provenientes de la localidad de Los Lirios y el resto de las variables químicas y sensoriales.**

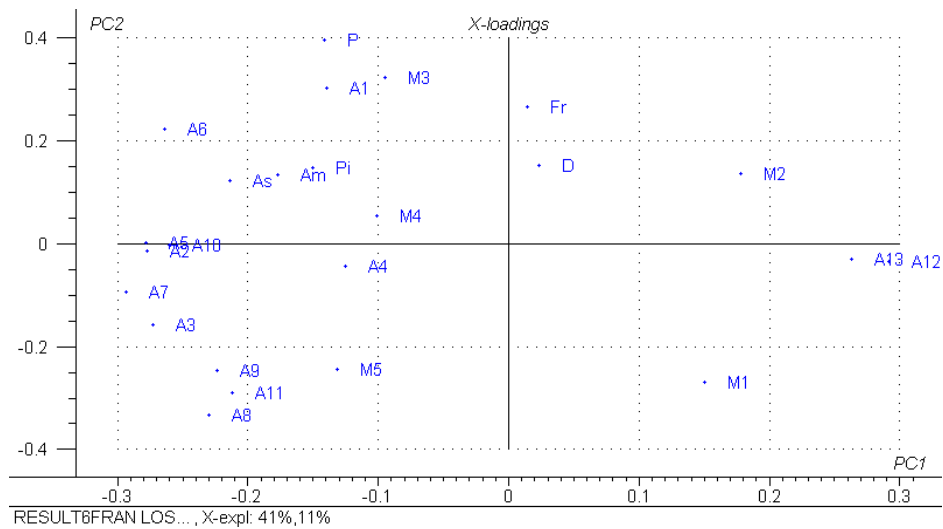
#### 4.5.1.5 Variedad Frantoio Agua Amarilla

Con una explicación del 47% se puede observar en la Figura 21 que existen dos grandes grupos diferenciados M1, M2 y M3,M4, M5 respectivamente, los que corresponden a los aceites de la variedad Frantoio, provenientes del Fundo Agua Amarilla.



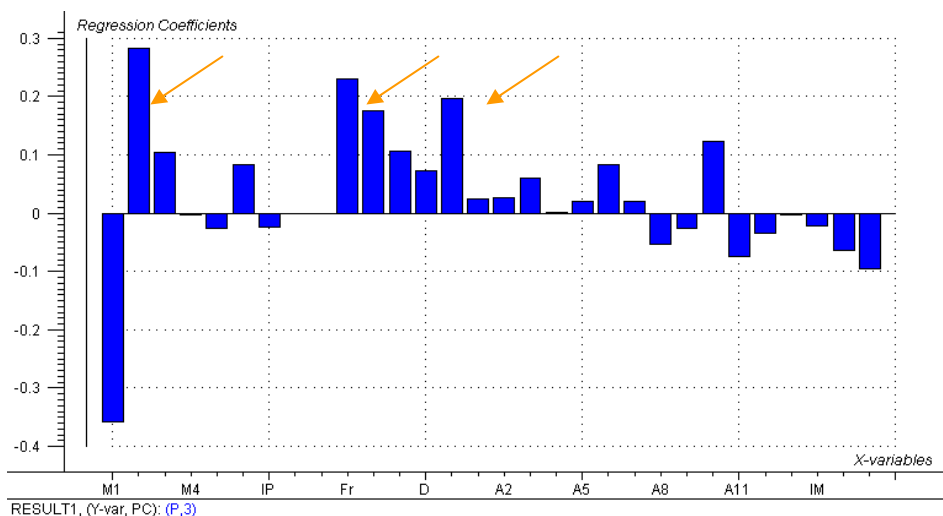
**Figura 21 Diagrama de muestras del PC1 vs PC2 a partir de un modelo PCA de aceites de la variedad Frantoio del fundo Agua Amarilla, provincia de Choapa. Modelo de cinco fechas de muestreo.**

En la Figura 22 se observa que aceites de la variedad Arbequina recolectados en M1, M2 se ven diferenciados principalmente por amargo, picante, astringente (Am, Pi, As) y ácidos grasos principalmente ácido palmítico etil, ácido oleico, ácido palmitoléico (A2, A7, A3) respecto de aceites de M3, M4, M5 que se diferencia por los ácido behénico y lignosérico (A12, A 13), otorgando diferenciación característica de la variedad, lo cual coincide con lo expuesto en el apartado 4.4.



**Figura 22 Diagrama de muestras y variables del PC1 vs PC2 a partir de un modelo PCA de aceites de la variedad Frantoio del fondo Agua Amarilla, provincia de Choapa. Modelo compuesto de 24 variables.**

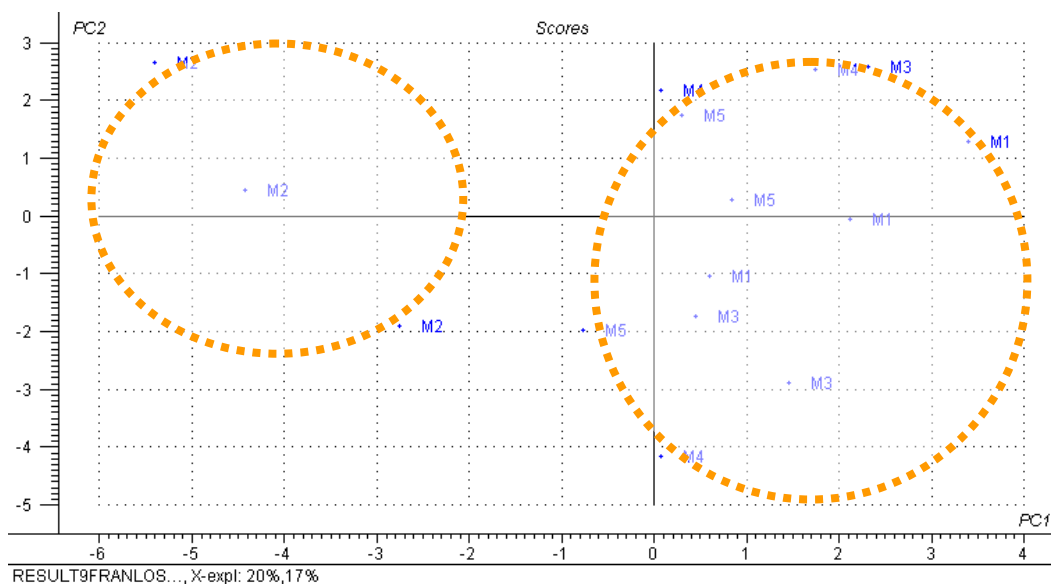
Según coeficiente de regresión los polifenoles presentan alta correlación positiva con la muestra 2 (M2) y sus atributos sensoriales en especial frutado (Fr) y astringencia (As), ácido araquídico (A10).



**Figura 23 Coeficiente de regresión de nivel de polifenoles en aceites de oliva variedad Frantoio provenientes de la localidad de Agua Amarilla y el resto de las variables químicas y sensoriales.**

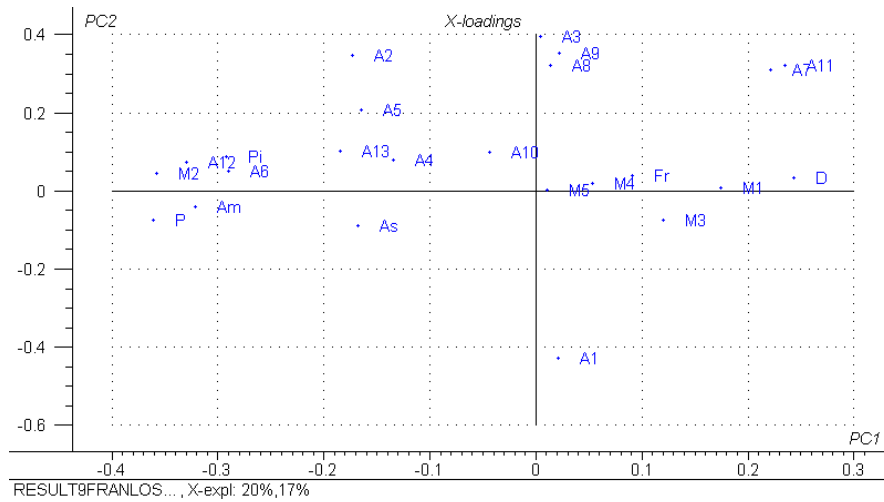
#### 4.5.1.6 Variedad Frantoio Los Lirios

Con una explicación del 37% se puede observar en la figura 24 que existen dos grandes grupos diferenciados el primer grupo constituido por aceites de M1, M3, M4, M5 y segundo grupo correspondientes a M2 los que corresponden a los aceites de la variedad Frantoio, provenientes del Fundo Los Lirios.



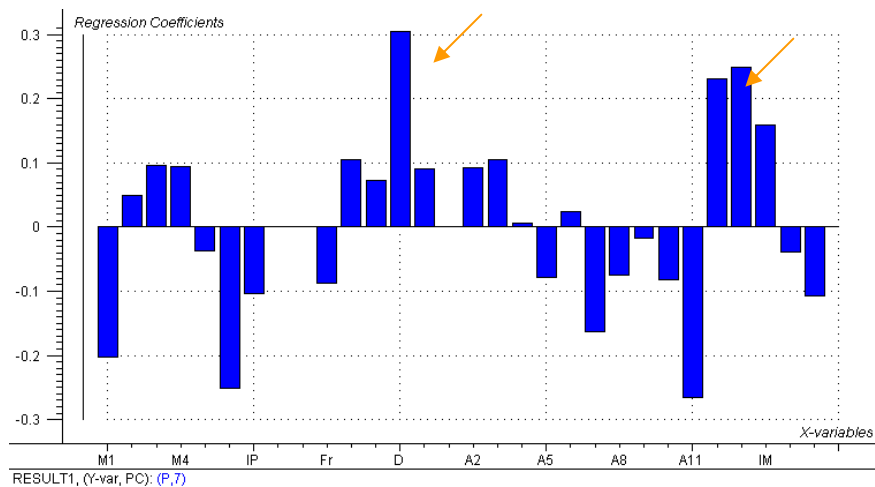
**Figura 24 Diagrama de muestras del PC1 vs PC2 a partir de un modelo PCA de aceites de la variedad Frantoio del fundo Los Lirios, provincia de Limarí. Modelo de cinco fechas de muestreo.**

Se puede observar en la Figura 25 que los aceites de la variedad Arbequina recolectados en M1, M3, M4, M5 se ven diferenciados principalmente por el dulzor y frutado (D, Fr) respecto de aceites de M2 que se diferencia por los polifenoles, amargor (Am), astringencia (As). De igual modo la diferenciación de los aceites de la variedad denota ser influenciada fuertemente por las variables sensoriales, coincidiendo con aceite procedentes de Agua Amarilla.



**Figura 25 Diagrama de muestras y variables del PC1 vs PC2 a partir de un modelo PCA de aceites de la variedad Frantoio del fundo Los Lirios, provincia de Limarí. Modelo compuesto de 24 variables.**

Según coeficiente de regresión los polifenoles presentan alta correlación positiva con el dulzor, ácido behénico, ácido lignosérico y el índice de madurez. (D, A12, A13, IM)



**Figura 26 Coeficiente de regresión de nivel de polifenoles en aceites de oliva variedad Frantoio provenientes de la localidad de Los Lirios y el resto de las variables químicas y sensoriales.**

## 5 CONCLUSIONES

- Los resultados manifestaron que existe poca incidencia de la fecha de recolección sobre el estado de madurez y el rendimiento graso de los frutos durante el periodo de la recolección, estos se comportaron oscilatorios ya que a nivel de almazara comercial y planificación de fechas de cosecha, el factor índice de madurez se hace muy difícil de considerar. Sin embargo por la heterogeneidad de los mismos la media entre fechas puede llegar a coincidir con el índice de madurez óptimo de cosecha.
- Los valores de índice de calidad global para las variedades estudiadas de Arbequina no presentaron marcadas diferencias entre las localidades, con puntuaciones promedios de 5,9 para Los Olivos y Agua Amarilla y 5,6 y 5,5 para Los Lirios y Oruro respectivamente. Estas diferencias de puntuación pueden atribuirse al manejo de almazara, ya que los valores de índice de peróxidos para la mayoría de las fechas de recolección superaron los 10 mg O<sub>2</sub>/K. Aceites de oliva vírgenes, de olivas recién cosechadas, por un proceso cuidadoso de almazara podrían llegar a tener menos de 5 mg de O<sub>2</sub>/Kg, incidiendo en un aumento del ICG.
- Esta situación se ve reflejada muy marcadamente en las variedades Frantoio, cuyos índices de peróxidos superaron el valor permitido para una clasificación extra Virgen, con índices de madurez dentro de rangos normales. Por lo tanto se puede estimar que esta variación se debe posiblemente al manejo poco eficiente de almazara y no a cosecha tardía o incidencia de la localidad; sobre todo que esta variedad debiera presentar un mayor contenido de antioxidantes y presentar mayor estabilidad, con parámetros de ICG superiores a Arbequina. Si se comparan los valores promedio de polifenoles entre las variedades Arbequina y Frantoio (160 y



314 respectivamente), los valores en esta última son mayores, lo que estaría confirmando que la pérdida de calidad del aceite no es un factor por falta de antioxidantes sino que por manejo de almazara.

Por lo tanto el estudio y determinación de factores críticos en una almazara debe ser un tema de priorización porque se puede estar afectando la calidad de los aceites extra vírgenes.

- El análisis de perfil sensorial a nivel de almazara comercial pone en evidencia que los aceites procedentes de la variedad Arbequina manifiestan la condición de ser aceites suaves, con un equilibrio entre el picante, el amargo y el dulzor. Por otro lado los aceites procedentes de la variedad Frantoio se presentan con un cuerpo equilibrado en las intensidades de sus atributos, destacándose los toques de frutado con sensaciones de picante y amargo notoriamente más elevadas que las presentadas por la variedad Arbequina.
- Aceites de las variedades Arbequina como Frantoio recolectados en las diferentes fechas de muestreo, desde el inicio al final de la cosecha, se ven diferenciados en el componente ácido, contenido de polifenoles, cambios en el índice de acidez y de peróxido, además de algunas variaciones en las intensidades de algunos atributos organolépticos, estos últimos dependientes de la zona de origen. Esto nos estaría indicando que a finales de cosecha hay un cambio en las características de los aceites obtenidos para una misma variedad, que si bien no afectan intensamente algunos atributos organolépticos, podría sí estar afectando significativamente el contenido de los componentes principales que dan estabilidad a los aceites, un factor de importancia en la comercialización final de los aceites.

- Olivas de la variedad Arbequina recolectadas entre la segunda quincena de Abril y durante todo el mes de Mayo no manifiestan variación significativa sobre los rendimientos grasos, considerando en las diferentes fechas de muestreo de cada localidad en estudio, los índices de madurez no presentan un comportamiento definido. Cabe señalar que en la localidad de Oruro se denota un incremento del índice de madurez en la tercera fecha de muestreo de acuerdo al ANDEVA y al análisis en base a componentes principales.
- Olivas de la variedad Frantoio recolectadas durante los meses de Mayo y Junio en las localidades de Agua Amarilla y Los Lirios respectivamente presentan un incremento en sus índices de madurez durante las diferentes fechas de muestreo. Sin embargo, los rendimientos grasos se incrementan en la localidad de Agua Amarilla a medida que transcurren las diferentes fechas de muestreo.
- El índice global de calidad de aceites procedentes de la variedad Arbequina independiente de la localidad en estudio y de las distintas fechas de muestreo presentan valores superiores a 5.0, lo que indica que estos manifiestan una apropiada calidad. Cabe destacar que el índice de peróxidos se va incrementando durante el transcurso de la recolección, detectándose dicho comportamiento en forma relevante en la variedad Frantoio.
- Los aceites de la variedad Frantoio respecto a los de Arbequina manifiestan niveles superiores de polifenoles
- Las fechas de muestreo inciden significativamente en la concentración de polifenoles de aceites de la variedad Arbequina cultivada en las localidades de Los Olivos y Los Lirios, respecto al resto de las localidades (Oruro y

Agua Amarilla), el nivel de polifenoles no se afecta a medida que transcurren las diferentes fechas de cosecha. Sin embargo sus rangos son los mas reducidos, considerándose que los índices de madurez son inferiores a 2.0.

- De acuerdo al análisis PLS se detecta que la segunda fecha de muestreo en la localidad de Los Olivos presenta un alto coeficiente de regresión implicando una variable que explica significativamente el comportamiento de los polifenoles, donde su concentración es alta. En cambio al alero del mismo análisis en la localidad de Los Lirios variables como, índice de peróxidos y rendimiento graso estarían explicando el comportamiento de los polifenoles, detectándose una correlación positiva.
- De acuerdo al análisis de varianza no se observa un comportamiento claro de la concentración de polifenoles respecto a las diferentes fechas de muestreo. No obstante de acuerdo al análisis multivariable en base a componentes principales en la localidad de Agua Amarilla se presenta una correlación positiva con la segunda fecha de muestreo.
- Los principales ácidos grasos que conforman la fracción saponificable de los aceites (palmítico, oleico y linoleico) de la variedad Arbequina manifiestan diferencias significativas a medida que transcurre la recolección en las localidades de Oruro y Los Lirios. En cambio en los aceites procedentes de la variedad Frantoio se detecta un incremento en los niveles de ácido oleico y linoleico. Este último tanto en las localidades de Agua Amarilla y Los Lirios.
- Los atributos sensoriales evaluados durante el presente estudio manifiestan comportamientos similares tanto para ambas variedades como para las diferentes fechas de muestreo.

- De acuerdo al análisis PLS los atributos sensoriales tales como picante (Los Olivos); amargo y dulce (Oruro) y amargo y picante (Los Lirios) serian variables sensoriales importantes por su alto valor de coeficiente de regresión que estarían explicando la respuesta en la concentración de polifenoles bajo las condiciones del estudio. Este comportamiento se repite para la variedad Frantoio, sin embargo, el dulzor de los aceites en la localidad de Los Lirios hace la diferencia en la concentración de polifenoles.

## 6 LITERATURA CITADA.

ALCUBILLA, M<sup>a</sup> M., & M<sup>a</sup> A. ROMERO. 2005. Estado Nutricional del Olivo. Eslabón entre el Medio Agrológico, la Producción y la Calidad del Aceite. En: Jamett F., A. Benavides, H. Troncoso, M. Astorga. 2007. Aceites de oliva vírgenes de calidad potencial de la región de Coquimbo. Boletín INIA N° 161. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) Ministerio de Agricultura, Chile. 68 p.

ANGEROSA, F., L. DI GIOVACCHINO. 1996. Antioxidantes naturales de aceite de oliva virgen obtenido por decantadores centrífugos de dos y tres fases. Grasas y aceites. 47(4), 247-254.

ANGEROSA, F. 2003. Calidad sensorial de los aceites de oliva. En: Aparicio. R & J Harwood. (Eds). Manual del aceite de oliva, 11:345-361. Mundi-Prensa, España, 614 p.

ANGUSTIAS, M. & M. ALCUBILLAS. 1999. Estado nutricional del olivo: eslabon entre el medio agroecológico, la producción y la calidad del aceite. Revista de desarrollo rural y cooperativismo agrario (España). 3:21-28.

ANÓNIMO, 2007 .El aceite de oliva [en línea] <<http://www.articulos.es/Arte-y-Cultura/el-aceite-de-oliva-breve-historia.html>>[Consulta 5 de Marzo del 2008]

APARICIO, R. 2003. Caracterización del aceite de oliva: Procedimiento matemático aplicable en el análisis químico. En: Aparicio. R & J. Harwood. (Eds). Manual del aceite de oliva. 10:281-306. Mundi-Prensa, España, 614 p.

APARICIO, R. Y J. HARWOOD. 2003. Manual del aceite de oliva. Mundi-prensa. España, 614 p.

ARAYA, L., 2007. Incidencia de diferentes índices de madurez a recolección sobre la valoración química y organoléptica de aceites de oliva variedad Arbequina y Frantoio, en la localidad de Camarico. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Universidad de La Serena. 74 p.

BARRANCO, D. 2004. Riego. En: Barranco D., R. Fernández & L. Rallo (Eds). El cultivo del olivo. 3:63-86. Mundi- Prensa, España, 651 p.

BELTRÁN, G., C. DEL RÍO, S. SANCHEZ, L. MARTINEZ. 2004. Influence of harvest date and crop yield on the fatty acid compositions of virgin olive Oil from Cv. J. Agric. Food Chem. P. 3434-3440.

BELTRÁN, G., M. UCEDA, M. HERMOSO, L. FRÍAS. 2004. Maduración. En: Barranco, D., R., Fernández-Escobar, L., Rallo. (Eds). El cultivo del olivo 159-183. Mundiprensa. España. 800 p.

BENAVIDES, A. I. RECASENS, T. CASERO, Y. SORIA, J. PUY. 2001. Multivariate Analysis of Quality and Mineral Parameters on Golden Smoothie Apples Treated Before Harvest with Calcium and Stored in Controlled Atmosphere. University of Lleida- IRTA. Food Sci Tech Intl; 8(3):139-146.

BENAVIDES, A., F. JAMETT, M. ASTORGA, H. TRONCOSO. 2007. Puntos críticos en la formación de un Panel de Cata de aceites vírgenes de oliva. Convenio Instituto de Investigación Agropecuarias / Universidad de La Serena (INIA/ULS), Proyecto FDI / CORFO. Chile.118 p.

BESANA, P. 2005. Effect of altitude on fruit and oil quality in polyphenols. En: Jamett F., A. Benavides, H. Troncoso, M. Astorga. 2007. Aceites de oliva vírgenes

de calidad potencial de la región de Coquimbo. Volumen INIA N° 161. Instituto de Investigación Agropecuaria (INIA) Ministerio de Agricultura, Chile. 68 p.

BIANCHI, G., A. DI SIMONE, A. DI CAMILLO, L. GIOSANTE Y A. TAVA. 2003. En: Aparicio R. Y J. Harwood (Eds). Manual del aceite de oliva. 9:247-279. Mundi-Prensa, España. 614 p.

BOSKOU, D.1998. "Química y tecnología del aceite de oliva". Mundi-Prensa, AMV. España, 291 p.

CATALANO, D. & G. CAPONIO. 1996. El papel de los compuestos volátiles y los polifenoles en la calidad sensorial del aceite de oliva. En: Aparicio. R & Harwood. J. (Eds). Manual del aceite de oliva. 6: 135-156. Mundi-Prensa, España, 614 p.

CHEFTEL, J.C. Y H. CHEFTEL. 2000. Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. Vol I. Acribia. Zaragoza. España. 333 p.

DEIANA, M., A. ROSA, C.F.CAO, F.M. PIRISI, G. BANDINO, M.A. DESSI. 2002. Novel approach to study oxidative stability of extra virgin olive oils: importance of alpha-tocopherol concentration. Agric. Food Chem. 50(15): 4342-4346.

ESPEJO, J. 2005. Estudio analítico comparado entre el aceite de acebuchina y el aceite de oliva virgen. Universidad de Sevilla Facultad de Química, departamento de química analítica. 354p.

ESTRUCH, J. 2002. The Science Module of Perceptnet Provides Papers on Perception And Sensory Science By Researchers Working on These Disciplines. [ en línea ]. Análisis sensorial y seguridad de los alimentos. <[www.Perceptnet.com/cien12\\_02.htm](http://www.Perceptnet.com/cien12_02.htm)>[Consulta:10marzo2008]

FERREIRA, A. 1979. En: Barranco D. El cultivo del olivo. 3:63-86. Mundi- Prensa, España, 651 p.

FITÓ COLOMER M. 2003. Efectos antioxidantes del aceite de oliva y de sus compuestos fenólicos. Tesis Doctoral. Universidad Barcelona, 113 p.

FONTANAZZA, G. 1993. Olivicultura intensiva meccanizzata. Edagricole, Italia, 312 p.

GALLI, C., F. VISIOLI. 1999. Antioxidant and other activities of phenolics in olives/olive oil, typical components of the mediterranean diet. lipids; p 34, S23-S26.

GUERRERO, L.; M.V PASTOR;M.A CALVO; M PIÑOL; A ROMERO. 1998. Temporal perception of bitterness and pungency in olive oil: the swallowing time effect. 3<sup>rd</sup> Pangborn Sensory Science Symposium, 9-13 August, Alesund (Norway).

GUERRERO, A. 1997. Nueva Olivicultura. Mundi-Prensa, España, 281 p.

GIMENO, E., A. I. CASTELLOTE, R. M. LAMUELA-RAVENTÓS, M. C. DE LA TORRE-BORONAT, M. C. LÓPEZ-SABATER. 2002. The effects of harvest and extraction method on antioxidants (Phenolics,  $\alpha$ -Tocopherol and  $\beta$ -Carotene) content in virgin olive oil. Food Chem. P 78, 207-211.

GUTIÉRREZ GONZÁLEZ, R.; GUTIÉRREZ ROSALES, F. 1986. «Método rápido para definir y clasificar el color de los aceites de oliva virgen», *Grasas y Aceites*. P 37: 282-284.

GUTIÉRREZ, F. 2002. Valoración de la calidad del aceite de oliva virgen. [ en línea ].



<[www.Percepnet.com/cien12\\_02.htm](http://www.Percepnet.com/cien12_02.htm)> Editorial Rubes. [Consulta: 10 marzo2008].

HERMOSO, M.; M. UCEDA; L. FRIAS; G. BELTRÁN. 1998. Maduración. En: Barranco D., R. Fernández & L. Rallo. El cultivo del olivo. Mundi-Prensa. España. Cap. 6. 135-156 p.

HURTADO, M. 2003. Un panel de cata para Chile. En: PRIMER ENCUENTRO Nacional de "Aceite de Oliva Futuro exportador del aceite de oliva Chileno". 25 de septiembre. Santiago, Chile. Centro de extensión "Los Almendros", Camino la pirámide 5625. Gobierno de Chile, Ministerio de Relaciones Exteriores, ProChile; ANPAO (Asociación Nacional de Productores de Aceite de Oliva). Resumen: 46-58.

JAMETT F., A. BENAVIDES, H. TRONCOSO, M. ASTORGA. 2007. Aceites de oliva vírgenes de calidad potencial de la región de Coquimbo. Boletín INIA N° 161. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) Ministerio de Agricultura, Chile. 68 p.

IZQUIERDO J. 1997. Parámetros fisicoquímicos que definen la calidad del aceite de oliva virgen. En: Alba J. J. Izquierdo y F. Gutiérrez (Eds). Aceite de oliva virgen. Analisis sensorial. P21-34.

KALLITHRAKA S, J. BAKKER Y M.N. CLIFFORD. 1997. Compuestos fenólicos del aceite de oliva. En: Aparicio. R & Harwood. J. (Eds). Manual del aceite de oliva. 6: 135-156. Mundi-Prensa, España, 614 p.

KHLIF, M., M. AROUS, H. REKIK, B. REKIK, M. HAMDÍ. 2000. Rationalising of centrifuge olive oil extraction system. Acta Horticulturae, proceeding of the fourth international symposium on olive growing N° 586: 675-678.

KIRITSAKIS, A. & W. CHRISTIE. 2003. Análisis de aceites comestibles. En: Aparicio. R & Harwood. J. (Eds). Manual del aceite de oliva. 6: 135-156. Mundi-Prensa, España, 614 p.

LODGE, J.K., M.G. TRABER, A. ELSNER, R.A. BRIGELIUS-FLOHÉ. 2000. Rapid method for the extraction and determination of vitamin E metabolites in human urine. J. Lipid. Res. P 41, 148.

MAESTRO DURÁN, R.; R. LEÓN CABELLO; V. RUIZ GUTIERREZ. 1994. "Compuestos fenólicos del olivo (*Olea europea*)". Grasas y Aceites 45, 265- 269.

MELGOSA, M.; M.M PÉREZ; E HITA; M.J MOYANO; J ALBA; F.J HEREDIA. 2000. «Precision and accuracy in the color specification of virgin olive oils from the Bromothymol Blue Method», JAOCS; 77 (10): 1093-1099.

MIRANDOLA, R; M TUCCOLI; S. VAGLINI; P. DE RISI. "Sistemi qualità, ETS Editrice".1989. En: El cultivo del olivo (Eds) Diego Barranco, Ricardo Fernández-Escobar, Luis Rallo, Andalucía Junta Publicado por Mundi-Prensa Libros, 2004 ISBN 8484761908, 9788484761907, 800 p.

MIRÓ-CASAS E.; M.I. COVAS PLANELLS; M. FITÓ COLOMER; M. FARRÉ-ALBADALEJO; J. MARRUGAT; R. DE LA TORRE. 2002. Tyrosol and hydroxytyrosol are absorbed from moderate and sustained doses of virgin olive oil in humans. European Journal of Clinical Nutrition. P; 57, 186-190.

MORALES, PRZYBYLSKI, 2003 En: Manual del aceite de oliva. Aparicio, capítulo 13

OLIVERAS M. J. 2005. Calidad del aceite de oliva virgen extra: Antioxidantes y función biológica. Tesis doctoral, Universidad de Granada Facultad de farmacia Departamento de nutrición y bromatología. Granada, España. 291 p.

OWEN, R.W., R. HAUBNER, W. MIER, A. GIACOSA, W.E. HULL, B. SPIEGELHALDER, H. BARTSCH.2003. Isolation, structure elucidation and antioxidant potential of the major phenolic and flavonoid compounds in brined olive drupes. Food and Chemical Toxicology. P; 41, 703-717.

PASTOR, M.; J. HUMANES; V. VEGA & J. CASTRO.1998. Diseño y plantación de olivar. Junta de Andalucía, España, 225 p.

PEDRIELLI, P., L.H. SKIBSTED. 2002. Antioxidant synergy and regeneration effect of quercetin, (-) - epicatechin, and (+)-catechin on  $\alpha$ -Tocopherol in homogeneous solutions of peroxidating methyl linoleate. J. Agric. Food Chem. P; 50, 7138-7144.

PERRIN J. L. 1992. Les composés mineurs et les antioxygènes naturels de l'Olive et de son huile. Rev. Franc. Corps Gras. 39. p 25. En: Boskou Dimitrios. Química y tecnología del aceite de oliva, 1998. AMV Mundi-Prensa. 291p.

PILLOU J. 2004. Calidad [en línea] <<http://es.kioskea.net/contents/qualite/qualite-introduction.php3>> [Consulta 3 de Marzo del 2008]

PINELLI, P.; C. GALARDI; N. MULINACCI; F. F. VINCIERI; A. CIMATO; A. ROMANI. 2003. Minor polar compounds and fatty acid analyses in monocultivar virgin olive oils from Tuscany. Food Chemistry. P; 80, 331-336.

RANALLI, A.; S. CONTENUTO; E. IANNUCEL; G. DI FLAVIANO. 2000. The analytical pattern of virgin olive oils produced by two different extraction

techniques. Acta horticulturae, proceeding of the fourth international symposium on olive growing N° 586: 561-565.

Reglamento (CE) n° 1989 / 2003 de la Comisión de 6 de noviembre de 2003, que modifica el Reglamento (CEE) n° 2568/91, relativo a las características de los aceites de oliva y de los aceites de orujo de oliva y sobre sus métodos de análisis (DOCE n° L295 de 13.11.03).

ROMERO, A.; J TOUS; L GUERRERO. 1999. «El análisis sensorial del aceite de oliva virgen», EN: SANCHO, J.; BOTA, E.; CASTRO, J.J. (eds.): Introducción al análisis sensorial de los alimentos, Edicions Universitat de Barcelona, p. 183-198.

ROMERO, A. Y J. TOUS. 2003. Análisis sensorial de aceite de oliva. Percepnet. [en línea]<[http://www.percepnet.com/cien12\\_03.htm](http://www.percepnet.com/cien12_03.htm), Rubes Editorial 19/12/03 (6p).>[Consulta 3 de Marzo del 2008].

ROVELLINI, P. & N. CORTESI. 2003. Evaluación de los componentes fenólicos en distintos cultivares durante la maduración del fruto. *Olivae*, 95:32-38.

RUIZ LÓPEZ M. D.; R. ARTACHO; M. A. FERNÁNDEZ PINEDA; H. LÓPEZ GARCÍA DE LA SERRANA; M. C. LÓPEZ MARTÍNEZ. 1995. Stability of  $\alpha$ -Tocopherol in virgin olive oil during microwave heating. *Lebensm.-Wiss. U.-Technol.* P; 28, 644-646.

SERVILI, M.; R. SELVAGGINI; A. TATICCHI; M. BALDIOLI; G. MONTEDORO. 2000. The use of biotechnology means during oil mechanical extraction process: relationship with sensory and nutritional parameters of virgin olive oil quality. Acta horticulturae, proceeding of the fourth international symposium on olive growing N° 586: 557-560.

TAPIA, F.; M. ASTORGA; A. IBACACHE; L. MARTINEZ; C. SIERRA; C. QUIROZ; P. LARRAIN & F. RIVEROS. 2003. Manual del cultivo del olivo. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) Ministerio de Agricultura, Chile. 128 p.

TOUS J. & A. ROMERO, 1994. Aceites catalanes. Denominaciones de origen. En: El cultivo del olivo. AAVV. Junta de Andalucía. Mundi-Prensa. Madrid. 800 p.

TRONCOSO H.; F. JAMETT; A. BENAVIDES & M. ASTORGA. 2006. Caracterización de aceites de oliva en zonas de la región de Coquimbo. Boletín INIA N° 153. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) Ministerio de Agricultura, Chile. 30 p.

UCEDA M., M HERMOSO, L. FARIAS.1994 Factores que influyen en la calidad del aceite de oliva. I Simposio Científico-Técnico. Expoliva 89. Jaen.

UCEDA y HERMOSO 1998. "La calidad del aceite de oliva". En 'El cultivo del olivo'. AAVV. 2ª Ed. Coedición Junta de Andalucía- Mundi prensa. Madrid.

VILLALON F., 2007. Caracterización químico sensorial de aceites de oliva para variedades Arbequina y Frantoio recolectadas bajo diferentes índices de madurez. Sector Cerrillos de Tamaya. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Universidad de La Serena. 71 p.

VIOLA P. 2004, En: Caracterización de aceites de oliva en zonas de la región de Coquimbo. Boletín INIA N° 153. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) Ministerio de Agricultura, Chile. 30 p.

VOSSEN, P. 2004. Variety and maturity the two largest influences on olive oil quality. Farm Advisor. [en línea] < pmvossen@ucdavis.edu.> [Consulta 3 de Marzo del 2009].

## 7 ANEXOS

### Anexo 1 Ubicación geográfica de los fundos



Anexo 2 Esquema de proceso y extracción de muestras en la almazara





Anexo 3 Hoja de perfil simplificada con una escala no estructurada de 0 a 10 cm de longitud, para cata de aceites de oliva.

**Panel de Cata de Aceites Vírgenes de Oliva**

INIA- Universidad de La Serena. Depto.de Aeronomía



**Hoja de perfil**  
**Norma (CE) N°796/2002**

Catador:  
Código de la Muestra:  
Fecha:

ATRIBUTOS POSITIVOS	Frutado (verde/maduro)	_____→
	Manzana	_____→
	Otras frutas maduras .....	_____→
	.....	_____→
	Verde (hierba/aja)	_____→
	Amargo	_____→
	Picante	_____→
	Dulce	_____→
	Astringente	_____→
	Otros atributos .....	_____→
.....	_____→	
DEFECTOS	Avinado/Agrio/Vinagre	_____→
	Moho-Humedad	_____→
	Borras-Turbios	_____→
	Atrojado	_____→
	Rancio	_____→
	Otros defectos .....	_____→
.....	_____→	

Observaciones: .....