



Universidad de Chile

Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas

Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química

Laboratorio de Química y análisis de los alimentos

PROFESORA PATROCINANTE

MSc. Nalda Romero Palacios
Depto. Ciencia de los Alimentos
y Tecnología Química

PROFESORES DIRECTORES

MSc. Nalda Romero Palacios
Depto. Ciencia de los Alimentos
y Tecnología Química

Dra. Paz Robert Canales
Depto. Ciencia de los Alimentos
y Tecnología Química

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERA EN ALIMENTOS

“Levantamiento y procesamiento de información de ocho variedades de olivos con potencial económico para el mejoramiento de la oferta exportable de la industria olivícola nacional” (Primera contribución)

CAROLINA DEL ROSARIO MELLADO TOBAR

Memoria financiada por proyecto InnovaCorfo N° 11BPC-10039

*“A ustedes, Mamá y Papá,
por su apoyo, sus consejos, valores, su perseverancia y esfuerzo, su motivación y por
sobre todo, su infinito amor”*

AGRADECIMIENTOS

Primero, mis sinceros agradecimientos a InnovaCorfo, ya que sin su financiamiento este proyecto no habría sido posible.

Quiero agradecer en especial a mi Profesora Guía, MSC Nalda Romero, quien con su constante apoyo, dedicación, disposición y conocimientos, contribuyó al desarrollo de este proyecto y con ello, a mi proceso de titulación. También quiero agradecer a todas las personas integrantes del Laboratorio de Química y Análisis, quienes siempre brindaron un grato ambiente de trabajo.

Además, deseo brindar mis agradecimientos a aquellas personas que han estado a mi lado apoyándome incondicionalmente durante toda mi vida, o, que en parte de ella, fueron clave en mi proceso de titulación:

- A mis padres, por formar la persona que soy, por darlo todo por mí, y por el infinito amor que me brindan día a día;
- A mi hermano Carlos por preocuparse de mí cada día. A mi hermana Elizabeth, por entenderme, apoyarme y ser simplemente siempre la mejor;
- A Constanza Silva y Claudia Zurita, amigas de vida, quienes han sido pilares fundamentales a lo largo de mi vida universitaria. Largas noches de estudio, largos días de clases, incontables risas y alegrías;
- A mis amigas del Colegio, quienes, en mi época de escolar y universitaria, siempre han estado ahí, preocupadas de mi, queriéndome, y apoyándome;
- A Fernanda Escobar, quien gracias a su apoyo, buena onda, conocimiento, y dedicación, hicieron este proyecto posible;
- A mis compañeras de carrera y amigas Ingenieras, con quienes compartimos clases, trabajos, pruebas, llantos y risas. Gracias por siempre tener palabras de aliento.
- A todos aquellos quienes me acompañaron a lo largo de estos años y a quienes de una u otra forma contribuyeron a este proceso.

INDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	viii
SUMMARY	ix
I INTRODUCCION	1
I.1 ANTECEDENTES	2
I.1.1 Caracterización química del aceite de oliva	2
I.1.2 Relevancia económica mundial del aceite de oliva	4
I.1.3 Importancia en mercado nacional del aceite de oliva	5
I.1.4 Proceso de extracción del aceite de oliva	7
I.1.5 Normativa nacional e internacional del aceite de oliva	8
I.1.6 Variedades de oliva en análisis	10
II HIPOTESIS	12
III OBJETIVOS	13
III.1 Objetivos Generales	13
III.2 Objetivos Específicos	13
IV MATERIALES Y METODOS	14
IV.1 MATERIALES	14
IV.1.1 Materiales de laboratorio	14
IV.1.2 Reactivos	14
IV.1.3 Equipos	14
IV.2 METODOLOGIA	15
IV.2.1 Muestreo	15
IV.2.2 Extracción de aceite y almacenamiento	15
IV.2.3 Determinación de acidez libre	15
IV.2.4 Determinación de índice de peróxidos	16
IV.2.5 Determinación de extinción específica (K)	16
IV.2.6 Determinación de tocoferoles	17
IV.2.7 Determinación de perfil de ácidos grasos	17
IV.2.8 Determinación de esteroides	18

IV.2.9 Determinación de fenoles	19
IV.2.10 Análisis estadístico	20
V RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
V.1 Criterios de Calidad	21
V.1.1 Índice de acidez libre y peróxidos	21
V.1.2 Coeficiente K de absorbancia UV	22
V.2 Criterios de Identidad	24
V.2.1 Determinación del contenido de tocoferoles	24
V.2.2 Determinación de composición de ácidos grasos	25
V.2.3 Determinación de composición de esteroides y alcoholes triterpénicos	28
V.2.4 Determinación de composición fenólica	33
VI CONCLUSIONES	41
VII BIBLIOGRAFÍA	43
VIII ANEXOS	49

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Composición porcentual de ácidos grasos en el aceite de oliva	2
Tabla 2.- Fracción Insaponificable en el aceite de oliva	3
Tabla 3.- Producción mundial del aceite de oliva en miles de toneladas	5
Tabla 4.- Requisitos químicos establecidos para el aceite de oliva según normativa chilena	9
Tabla 5.- Algunos criterios de norma COI para distintos tipos de aceites de oliva	9
Tabla 6.- Variedades de olivo en estudio del Banco de Germoplasma del INIA	10
Tabla 7.- Índice de peróxidos y acidez libre para variedades de aceite de oliva extra virgen analizados	21
Tabla 8.- Resultados de coeficientes K para variedades de aceite de oliva extra virgen analizados	23
Tabla 9.- Contenido de tocoferoles de aceites de oliva extra virgen en estudio	24
Tabla 10.- Perfil de ácidos grasos expresados como % de esteres metílicos	26
Tabla 11.- Composición de esteroides en ocho variedades de aceite de oliva extra virgen analizadas	29
Tabla 12.- Composición de fenoles en aceite de oliva extra virgen analizados	34
Tabla 13.- Contenidos de fenoles por grupo de compuestos y totales para aceites de oliva extra virgen analizados	38

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Evolución de superficie cultivada y producción nacional	5
Figura 2.- Evolución de toneladas y precios FOB de aceite de oliva	6
Figura 3.- Evolución de consumo en Chile de aceite de oliva	6
Figura 4.- Contenido total de tocoferoles para los aceites de variedades estudiadas	25
Figura 5.- Composición de ácido oleico en aceites de oliva extra virgen estudiados	28
Figura 6.- Contenido de β -sitosterol (%) en aceites de oliva extra virgen analizados	31
Figura 7.- Contenido de esteroides totales (mg/kg) en aceites de oliva extra virgen analizados	32
Figura 8.- Contenido de alcoholes triterpénicos (mg/kg) en aceite de oliva extra virgen analizados	33
Figura 9.- Degradación de oleuropeína durante maduración de olivo	35
Figura 10.- Concentración de fenoles simples (mg/kg) en aceites de oliva extra virgen estudiados	36
Figura 11.- Concentración de principales derivados secoiridoides (mg/kg)	37
Figura 12.- Contenido de fenoles totales (mg/kg) en aceites de oliva extra virgen analizados	39

RESUMEN

En los últimos cinco años la industria olivícola chilena ha experimentado crecimientos del 500% en superficie cultivada, del 666% en volúmenes de producción, y del 58% en exportaciones. De las 1300 variedades de olivos del mundo, alrededor de 12 se cultivan masivamente en Chile. Dada la creciente demanda por productos de mejor calidad, se llevó a cabo este estudio, cuyo objetivo fue levantar y procesar información de variedades de olivo con potencial económico, procedentes del Banco de Germoplasma del Centro Experimental Huasco del INIA. Las variedades estudiadas fueron 'Picual', 'Picuda', 'Picholine', 'Nocellara de Belice', 'Nociara', 'Nabali', 'Manzanilla de Sevilla' y 'Ascolana Huasco'. Para cada variedad, se procesaron tres muestras de olivas, y la extracción del aceite extra virgen se realizó por prensado en frío con una máquina monobloque modelo Frantoino. A cada aceite se determinó parámetros de calidad: índice de peróxido, acidez libre, y absorbancia UV (K), y componentes bioactivos: composición de ácidos grasos, tocoferoles, esteroides y perfil de fenoles.

Las metodologías utilizadas fueron los procedimientos aprobados por las normas AOCS y el COI. Todos los resultados fueron analizados de acuerdo a los estándares COI.

De los resultados obtenidos, todas las variedades presentaron valores de calidad de acuerdo con la normativa COI para aceite de oliva extra virgen. La variedad 'Picholine' y 'Picual' presentaron la mayor concentración de ácido oleico (> 79%) y la variedad 'Nabali', el mayor contenido de ácido linoleico (11%). El contenido de esteroides totales fue mayor en las variedades 'Picholine' y 'Nociara' (> 2000 mg / kg), siendo el β -sitosterol (> 90%) el esteroide principal. 'Picuda' presentó el mayor contenido de tocoferoles totales (287mg/kg), en donde el α -tocoferol (> 90%) fue el tocoferol principal. El mayor contenido de fenoles totales, lo presentaron los aceites de las variedades 'Picual' y 'Picuda' (\leq 300 mg/kg), siendo los fenoles simples y derivados secoiridoides, los compuestos principales.

Cada variedad de aceite de oliva estudiadas, presentaron perfiles químicos y de componentes bioactivos característicos, que obedecen más bien a factores genéticos propios de cada variedad, siendo posible a partir de esta información, potenciar las variedades entre sí, para hacerlas más competitivas en el mercado mundial.

Memoria financiada con proyecto InnovaCorfo N° 11BPC-10039.

SUMMARY

SETTING UP AND PROCESSING INFORMATION FROM OLIVE CULTIVARS WITH ECONOMIC POTENTIAL FOR THE IMPROVEMENT THE EXPORTABLE OFFER OF THE CHILEAN OLIVE INDUSTRY

In the last five years, the Chilean olive industry has experienced a 500% growth in plantings, a 666% growth in production volume, and a 58% growth in exports. In the world, there are about 1300 varieties of olive trees, of which 12 are massively cultured in Chile. Given the growing demand of international markets for products of better quality, this study has the aim to raise and process information of olive varieties, with economic potential, from the INIA germplasm bank. The varieties studied were the olives 'Picual', 'Picuda', 'Picholine', 'Nocellara de Belice', 'Nociara', 'Nabali', 'Manzanilla de Sevilla' and 'Ascolana Huasco'. For each variety, three samples were processed, and their olive oil was extracted by cold pressing. In each extra virgin olive oil, the aspects studied were quality criteria: peroxide Index, free acidity index, UV index (K), and bioactive component: Fatty acids, tocopherol, sterols composition and Phenols profile.

The methodologies used were the AOCS and IOC methods. All the results were analyzed according to IOC standards, as the current international normative for olive oil.

From the results obtained all the varieties present quality and purity values according to the normative IOC to extra virgin olive oil. 'Picholine' and 'Picual' varieties presented the highest contents of oleic acid (>79%) and 'Nabali' contains the highest values of linoleic acid (11%). 'Picholine' and 'Nociara' varieties presented the highest values of total sterols content (>2000 mg/kg), been β -sitosterol (>90%), the main sterol. 'Picuda' present the highest values of total tocopherols (287 mg/kg), been α -tocoferol (>90%), the main tocoferol. For the total phenol contents, 'Picual' and 'Picuda' varieties, presented the highest values (\leq 300 mg/kg), been the simple phenols and derivatives of secoiridoids, the main compounds.

Each olive oil varieties studied presented characteristic chemical profiles and bioactive compounds, which obey genetic factors specific of each variety, being possible with this information to enhance the varieties to make them more competitive in the global market.

Memory financed by project InnovaCorfo N° 11BPC-10039.

I INTRODUCCION

El aceite de oliva es un aceite vegetal obtenido a partir de las aceitunas, pilar de la dieta mediterránea, desde tiempos del antiguo Egipto y la antigua Grecia. En la actualidad, es un aceite de consumo habitual en la mayor parte del mundo, por ser considerado un aceite vegetal saludable, debido a su alto contenido de ácido oleico y antioxidantes (ChileOliva, 2012).

En la última década, tanto en Chile como a nivel internacional, ha existido un aumento en la conciencia social del consumidor, hacia el consumo de alimentos más naturales y funcionales, debido a que cada vez están más educados en cuanto a etiquetado nutricional. Este hecho se ha traducido en la creación de distintos proyectos con apoyo gubernamental (MINSAL), tales como “Chile crece sano”, y “5 al día”, los que reafirman esta tendencia (Chile Alimentos, 2013). Ante este nuevo escenario, algunos aceite vegetales insaturados, tales como el aceite de Oliva (Monoinsaturado), han cobrado relevancia al ser propuestos como el reemplazo de las grasas animales. Aceites vegetales como éste, poseen efectos positivos en nuestro organismo, si es que son consumidos con moderación (González et al, 2012).

El consumo mundial de aceite de oliva ha experimentado un aumento debido principalmente a la difusión de nuevas investigaciones que aseguran sus propiedades funcionales, así como por su ingesta en la popular dieta Mediterránea (Ruiz, 2010). El aceite de oliva es quizás el aceite vegetal más consumido en el mundo, apreciado por su flavor (aroma y sabor), así como por sus propiedades bioquímicas y nutricionales (Luchetti, 2003).

Frente a esta situación, y considerando que en el país se cultivan intensivamente desde la tercera a la séptima región, alrededor de 12 variedades de olivo de las 1300 a nivel mundial, resulta imprescindible el desarrollo de investigaciones que apoyen con información científica, el cultivo a nivel intensivo de nuevas variedades, a partir de las cuales se obtenga un aceite de oliva extra virgen de excelente calidad, que contribuya al aumento de la oferta exportable de la industria olivícola nacional.

I.1. ANTECEDENTES

I.1.1 Caracterización química del aceite de oliva

El Aceite de Oliva es un aceite vegetal, cuyos constituyentes se pueden agrupar en dos fracciones, la saponificable y la insaponificable (Harwood y Sánchez, 2003).

Fracción Saponificable

La fracción saponificable del aceite de oliva representa aproximadamente un 99% de éste, siendo principalmente constituida por ácidos grasos libres y triglicéridos. (Harwood y Sánchez, 2003).

La tabla 1, muestra el rango de composición de ácidos grasos del aceite de oliva, el cual se encuentra constituido principalmente por el ácido oleico (55-83%), seguido del ácido palmítico (7,5-20%) y linoleico (3,5-21%).

Tabla 1.- Composición porcentual de ácidos grasos en el aceite de oliva.

Acido Graso	Nomenclatura	Aceite Oliva (%)	Acido Graso	Nomenclatura	Aceite Oliva (%)
Palmítico	C16:0	7,5-20,0	Linoleico	C18:2	3,5-21,0
Palmitoleico	C16:1	0,3-3,5	Araquídico	C20:0	0,9
Margárico	C17:0	0,3	Linolénico	C18:3	0,6
Margaroleico	C17:1	0,3	Eicosenoico	C20:1	0,4
Esteárico	C18:0	0,5-5,0	Behénico	C22:0	0,2
Oleico	C18:1	55,0-83,0	Lignocérico	C24:0	0,2

Fuente: Harwood y Sánchez, 2003

Al poseer un alto contenido de ácido oleico, al aceite de oliva se le atribuyen ciertas propiedades funcionales, pues este ácido ha demostrado ser un potente inhibidor de la síntesis de colesterol, al reducir la actividad de la acetil-Coa carboxilasa, que es la primera enzima de la ruta de síntesis de ácidos grasos y colesterol (Natali et al, 2007).

Además, el aceite de oliva posee ácido omega-6, el cual es esencial en la dieta, y está implicado en la maduración y el crecimiento cerebral y retiniano del embrión durante el embarazo (Melvin, 2002).

Fracción Insaponificable

La fracción insaponificable del aceite de oliva se define como el conjunto de componentes menores presentes en el aceite después de la saponificación (Tabla 2) y representa alrededor de sólo un 1% de la composición de éste (Harwood y Sánchez, 2003).

Tabla 2.- Fracción insaponificable en el aceite de oliva extra virgen.

Compuesto	Concentración/Porcentaje	Compuesto	Concentración/Porcentaje
Hidrocarburos		Esteroles	80-240 mg/100g
escualeno	300-700mg/100g	β-sitosterol	75-95%
Pigmentos		Campesterol	2-4%
Clorofilas	0-9,7 mg/kg	Estigmasterol	1-2%
carotenoides	0,5-10 mg/kg	Fenoles	50-500 mg/kg
Luteína	30-60%	Alcoholes triterpénicos	100-300 mg/100g
β-caroteno	5-15%	Compuestos aromaticos	
Tocoferoles	100-300 mg/kg	Alcoholes triterpénicos	
α-tocoferol	≥93%	Cetonas	
γ-tocoferol	≤1,5%	Ésteres	

Fuente: Fitó, 2003

En el grupo de los hidrocarburos que presenta el aceite de oliva, se destaca el escualeno, descrito como el precursor bioquímico de los esteroides (Loyola et al, 2008).

En el aceite de oliva, los principales tocoferoles presentes son el α-tocoferol (>80%) y en menor medida el γ-tocoferol. Estos compuestos juegan un rol importante en la estabilidad oxidativa del aceite debido a su actividad antioxidante, así como contribuyen al valor biológico de éste, debido a la acción como vitamina E que posee el α-tocoferol (Loyola et al, 2008).

Los fitoesteroides, son esteroides de origen vegetal, cuyo principal efecto es la disminución de la absorción de colesterol a nivel intestinal, siendo los principales esteroides del aceite de oliva, el campesterol y β-sitosterol (>90%). El efecto hipocolesterolemico de los fitoesteroides, se debe principalmente a que estos compuestos desplazan por competencia

al colesterol de la micela mixta (formadas por fosfolípidos y sales biliares) en el lumen intestinal, debido a que poseen una estructura similar al colesterol, y a que son más lipofílicos que éste, propiedad derivada de la extensión y complejidad de su cadena lateral (mayor afinidad a la micela). El colesterol no emulsionado (desplazado de la micela), no podrá ser absorbido y será entonces eliminado con las heces (Muñoz et al, 2011).

Los alcoholes triterpénicos presentes en el aceite de oliva son el eritrodíol y uvaol, quienes son comúnmente utilizados como parámetro de identidad en fraudes de mezclas con aceite de orujo. Además, a estos compuestos se le atribuyen propiedades de vasodilatación (Loyola et al, 2008; Romero y Aparicio 2010).

Los fenoles constituyen una fracción compleja de compuestos con acción antioxidante, cuya presencia y proporción, se relaciona directamente a la variedad del aceite (Ruiz, 2010). Entre los fenoles mayoritarios del aceite de oliva, se encuentran los fenoles simples como el ácido elenólico, hidroxitirosol y tirosol, así como fenoles complejos tales como los derivados secoiridoides, formados por los derivados de la oleuropeína y del ligustrósido.

El aceite de oliva, al poseer una importante concentración de fenoles, ácido oleico y tocoferoles, se le atribuyen propiedades funcionales tales como el retardar el envejecimiento celular y la prevención de cánceres, así como otorgar mayor estabilidad al producto (Pérez et al, 2006).

I.1.2 Relevancia económica mundial del aceite de oliva

La producción de aceite de oliva a nivel mundial bordea las 3.024.000 toneladas, siendo sus principales productores (Tabla 3) España (39,3%), Italia (21%) y Grecia (13%). En este escenario, Chile alcanza sólo un 0,3% del mercado, en el cual se destaca por presentar aceites con una alta concentración de ácido oleico, y sensorialmente, por ser altamente frutado, mientras que el amargor y picante son equilibrados (ChileOliva, 2012).

Tabla 3.- Producción mundial del aceite de oliva en miles de toneladas.

Temporada	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	2009/2010	%
Mundo	3.013	2.572	2.767	2.713	2.669	3.024	100
CE	2.357	1.928	2.031	2.118	1.939	2.245	75,3
España	989	826	1.111	1.236	1.030	1.396	39,3
Italia	879	636	490	510	540	460	21,0
Grecia	435	424	370	327	305	320	13,0
Túnez	130	220	160	170	160	150	5,9
Turquía	145	112	165	72	130	147	4,6
Siria	175	100	154	100	130	150	4,8
Argentina	18	23	15	27	23	16	0,7
Australia	5	9	9	12	15	18	0,4
Chile			5	6,5	8,5	12	0,3

Fuente: COI, 2011

I.1.3 Importancia en Mercado Nacional del aceite de Oliva

La industria oleícola nacional mantiene una tendencia hacia el crecimiento, viéndose esto reflejado en el marcado aumento en las superficies cultivadas, volúmenes de producción y exportación, que el país ha experimentado en los últimos años (Odepa, 2012).

Respecto a las superficies cultivadas y volúmenes de producción en Chile para la obtención de aceite de oliva, han experimentado un aumento progresivo (Figura 1), pues ya para el año 2010 se tenía un aumento del 500% en superficies cultivadas, respecto al año 2005. Esta tendencia fue seguida de un crecimiento del 666% en volúmenes de producción para el mismo rango de tiempo (ChileOliva, 2012).

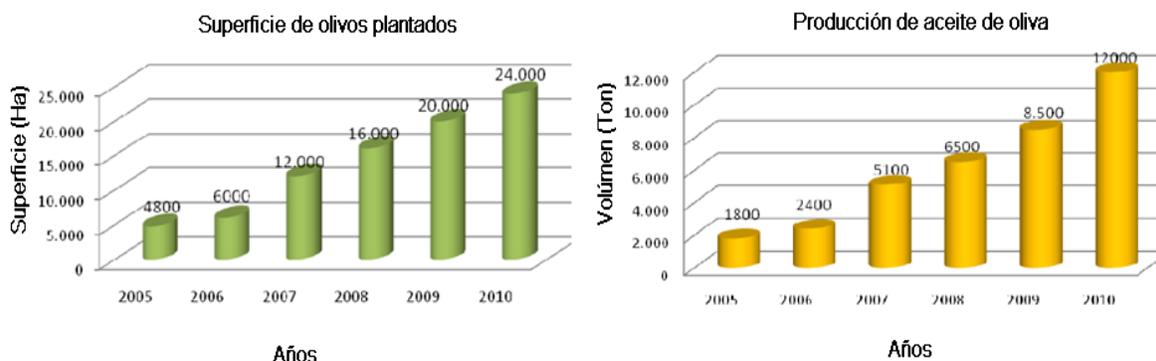


Figura 1.- Evolución de superficie cultivada y producción nacional. Fuente: Odepa.

Al analizar las exportaciones chilenas de aceite de oliva en 2005 respecto a 2010 (Figura 2), se ve que existió un aumento de más del 700%, tendiéndose para el año 2010, 3.057 toneladas de aceite de oliva (US\$ 12.390.680, valor FOB). Este hecho revela la tendencia hacia el crecimiento del sector, siendo los principales países de destino Italia, España y Estados Unidos (ChileOliva, 2012).

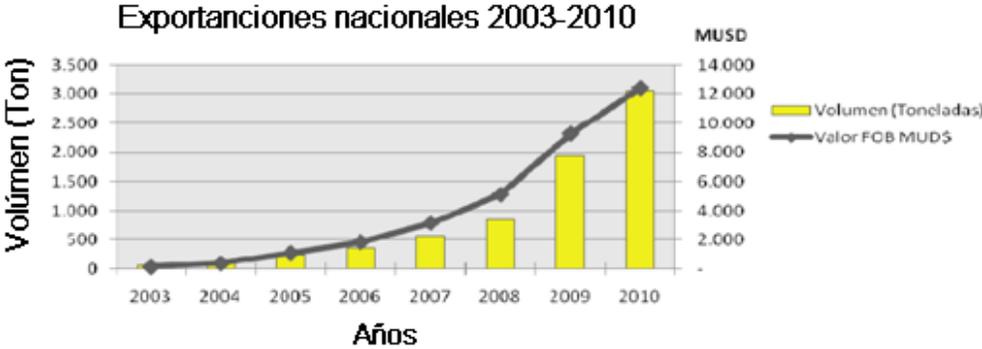


Figura 2.- Evolución de toneladas y precios FOB de aceite de oliva. Fuente: Odepa.

El consumo nacional del aceite de oliva también ha experimentado un aumento en los últimos años. El consumo per cápita estimado obtenido para el año 2010 fue de alrededor de 568g por persona al año, lo que representa un aumento cercano al 300%, con respecto al año 2004 (Figura 3). Esta tendencia nos indica que los consumidores chilenos están optando por consumir aceite de oliva, muchas veces como sustituto de otros aceites vegetales y/o grasas animales (ChileOliva, 2012).

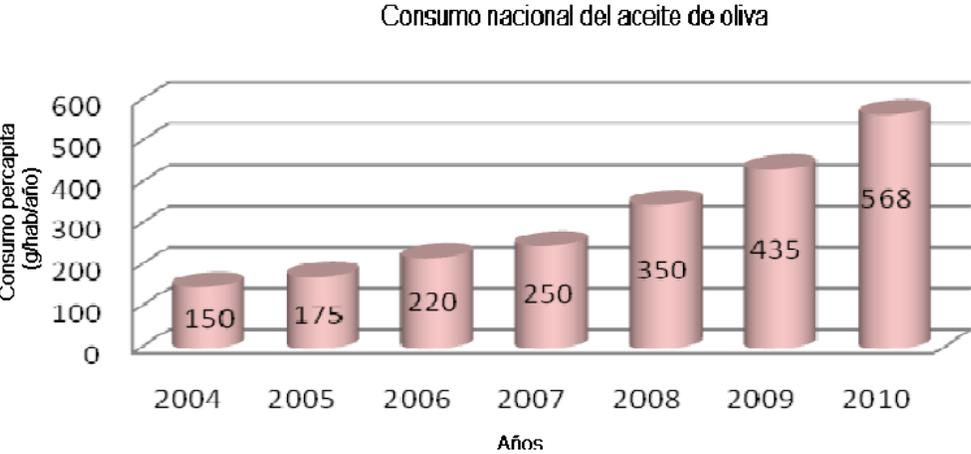


Figura 3.- Evolución del consumo en Chile de aceite de oliva. Fuente: Odepa.

El aumento del consumo de aceite de oliva en Chile, se debe en gran parte a la fuerte publicidad respecto a sus propiedades funcionales, así como a sus características nutritivas, sensoriales y al aumento de disponibilidad (Odepa, 2012).

I.1.4 Proceso de extracción del aceite de oliva

El proceso de extracción del aceite de oliva comienza con la cosecha de las aceitunas del olivo. La cosecha de la aceituna es una etapa contribuyente a la calidad final del aceite de oliva, ya que se espera una mejor calidad de éste, sí la aceituna es directamente recogida del árbol de forma manual. A pesar de esto, también es posible la recolección a través de maquinas adaptadora y vibradoras. Luego de la cosecha, las aceitunas deben ser almacenadas y transportadas a la planta elaboradora en un periodo no mayor a 3 días, donde serán limpiadas y lavadas (Harwood y Sánchez, 2003).

Una vez en la planta, se realiza la molienda de la aceituna entera, en donde se obtiene una pasta densa mediante la ruptura completa de las células del mesocarpio a través de la acción de un molino de martillo.

Luego viene la etapa del batido, en donde mediante una prolongada frotación en batidoras de pala, se logra la coalescencia, es decir la unión de las gotas de aceite por agregación y la ruptura de la emulsión aceite/agua, formándose la fase oleosa continua. En esta etapa es importante cuidar la velocidad de las palas, pues su acción puede provocar un aumento de la temperatura de la pasta, lo cual se traducirá en una disminución de la calidad del aceite de oliva finalmente obtenido (Harwood y Sánchez, 2003).

La separación física del aceite de esta pasta, se realiza mediante el proceso de prensado. Este proceso puede realizarse por aplicación de presión en frío (para no restar calidad al aceite), o por el método de centrifugación continuo. Finalmente se deja decantar, logrando separar el aceite, el cual es filtrado (para eliminar cualquier elemento sólido) y almacenado (Harwood y Sánchez, 2003).

El almacenamiento es la etapa en donde debe asegurarse la mantención de los componentes principales del aceite. Para ello, se debe cuidar factores tales como temperatura, luz, etc (Harwood y Sánchez, 2003).

I.1.5 Normativa nacional e internacional del aceite de oliva

En Chile existe desde el año 2001 una Norma Chilena que establece la clasificación y requisitos de calidad, del aceite de oliva en sus distintas formas para consumo humano. Esta norma, es la denominada NCh 107 of 2001 (INN, 2012), y define:

- **Aceite de oliva:** Aquel aceite obtenido únicamente a través del trabajo del fruto del olivo.
- **Aceite de oliva extra virgen:** Aquellos obtenidos exclusivamente del fruto de la oliva, mediante procesos mecánicos, bajo condiciones de temperatura que no provocan alteraciones al aceite, y sin tratamientos adicionales al lavado de las olivas, la decantación, la centrifugación y filtración. Este aceite debe tener una acidez libre máxima de 0,8% expresado como ácido oleico.
- **Aceite de oliva virgen:** Aquel obtenido exclusivamente del fruto de la oliva, mediante procesos mecánicos u otros procesos físicos, bajo condiciones de temperatura que no provocan alteraciones en el aceite, y sin tratamientos adicionales al lavado de las olivas, la decantación, la centrifugación y filtración. Su acidez libre no debe superar un 1,8% expresado como ácido oleico.
- **Aceite de oliva común:** Aceite proveniente de la mezcla de aceite de oliva refinado y aceite de oliva virgen o extra virgen.
- **Aceite de oliva lampante:** Aceite de oliva no apto para el consumo en la forma en que se obtiene; está destinado a la refinación o a usos técnicos.

En la Norma Chilena de Aceite de Oliva además, se mencionan los requisitos de parámetros de calidad (Tabla 4) que el aceite de oliva debe cumplir.

Tabla 4.- Requisitos químicos para el aceite de oliva según normativa chilena (NCh).

Tipo Aceite	Acidez Libre	I Peróxidos	K270	ΔK
Oliva extra virgen	$\leq 0,8$	≤ 20	$\leq 0,20$	$\leq 0,01$
Oliva virgen	$\leq 1,8$	≤ 15	$\leq 0,25$	$\leq 0,01$
Oliva común	$\leq 1,5$	≤ 10	$\leq 0,90$	$\leq 0,13$
Oliva refinado	$\leq 0,5$	≤ 10	$\leq 1,10$	$\leq 0,16$

Fuente: INN, 2012

Con la finalidad de lograr una mejor oferta exportable del aceite de oliva nacional, resulta necesario analizar estos aceites de acuerdo a la norma comercial internacional vigente para éste, establecida por el Consejo Oleícola Internacional (COI/T.15/NC no 3/ REV.5 Publicada en Noviembre del 2010). En esta norma se detallan los criterios de calidad e identidad para todos los tipos de aceites de oliva y de orujo de oliva (Tabla 5).

Tabla 5.- Algunos criterios de norma COI para distintos tipos de aceites de oliva.

Tipo Aceite	Acidez Libre	I. Peróxidos	K270	K232	ΔK
Extra virgen	$\leq 0,8$	≤ 20	$\leq 0,22$	$\leq 2,50$	$\leq 0,01$
Virgen	$\leq 2,0$	≤ 20	$\leq 0,25$	$\leq 2,60$	$\leq 0,01$
Común	$\leq 1,0$	≤ 15	$\leq 0,90$	No limitado	$\leq 0,15$
Refinado	$\leq 0,3$	≤ 5	$\leq 1,10$	No limitado	$\leq 0,16$

Fuente: COI, 2012

Al comparar los requisitos de calidad exigidos por ambas normas, se puede apreciar algunas diferencias, por tanto cualquier aceite de producción nacional que desee ser exportado al comercio internacional, deberá cumplir con los requisitos de calidad de la norma COI.

I.1.6 Variedades de oliva en análisis

Existen cerca de 1300 variedades de olivos en el mundo. En Chile se cultivan alrededor de 12 variedades, a partir de las cuales se obtiene aceite de oliva y aceituna de mesa.

A través del proyecto INNOVA-CORFO 11BPC-10039, financiado por el Gobierno de Chile, se pretende explorar nuevas variedades de olivos (Tabla 6), del Banco de Germoplasma de Olivo de Huasco, para seleccionar así, las variedades con mayor potencial exportable, según sus características químicas y sensoriales.

Tabla 6.- Variedades de Olivo en estudio del Banco de Germoplasma del INIA.

Variedades	
'Picholine'	'Nociara'
'Picual'	'Ascolana Huasco'
'Nocellara de Belice'	'Nabali'
'Manzanilla Sevilla'	'Picuda'

Dentro de las cualidades destacables para cada variedad, se tiene:

- 'Manzanilla de Sevilla'

Es una variedad española caracterizada por su tamaño, redondez y concentración de sabor. Presenta un alto contenido de aceite, lo cual la hace apta para la producción aceitera, el cual resulta ser muy agradable al paladar. El aceite de esta variedad, es reconocido por su color amarillo y su aspecto brillante (INIA, 2012).

- 'Nabali'

Es una variedad de olivo originaria de Palestina, utilizada frecuentemente tanto para producción de aceituna verde de mesa, así como para producción de aceite. Posee una resistencia media al frío y alta a sequías. Además posee una alta productividad, y muy alto rendimiento graso, de aproximadamente 28-33% (INIA, 2012).

- 'Nocellara del Belice'

Es una variedad de olivo francesa cuyo uso principal es como aceituna verde de mesa. Su cultivo es muy adaptable a condiciones de suelo y agua, y junto a la Manzanilla, se caracteriza por su redondez y sabor concentrado (Kailis y Harris, 2007).

- 'Nociara'

Es una variedad de olivo originaria de Italia, cuyo comportamiento como cultivo se caracteriza por su porte erguido, maduración tardía, alta tasa de productividad y mediano rendimiento graso. Es por ello que el fruto de este cultivo se destina predominantemente a producción de aceituna de mesa (Kailis y Harris, 2007).

- 'Picholine'

Es una variedad marroquí-francesa utilizada principalmente para la obtención de aceite. Se caracteriza por presentar un sabor dulce y afrutado. (Oukabli et al, 2006).

- 'Picual'

Es una variedad característica de Andalucía (España) y una de las más importantes del mundo (20% de los olivos a nivel mundial). Este olivo es un cultivo de fácil adaptación a condiciones de clima y suelo. El picual es fundamentalmente utilizado para elaboración de aceite, ya que posee un rendimiento graso muy elevado, cercano al 27% (INIA, 2012).

- 'Picuda'

Es una variedad de olivo española, utilizada para la producción de aceituna de mesa. Esta aceituna producida se caracteriza por ser ligeramente ácida, con un toque de sabor a manzana y almendra. A partir de esta variedad también es factible producir aceite, aunque su rendimiento graso es bajo, cercano al 20% (Kailis y Harris, 2007).

- 'Ascolana Huasco'

Es la variedad oriunda de la zona del Valle de Huasco de la tercera Región de Chile, Región de Atacama. Este olivo es utilizado, fundamentalmente, para la producción de aceituna de mesa, ya que presenta un bajo rendimiento graso, cercano al 10%. Además, es una variedad con buena resistencia a enfermedades (INIA, 2012).

II HIPOTESIS

El levantamiento y procesamiento de la información científica obtenida, de los aceites extra virgen analizados de ocho variedades de olivo estudiadas, permitirá potenciar su uso y mejorar la oferta exportable nacional.

III OBJETIVOS

III.1 OBJETIVOS GENERALES

Levantar y procesar información de ocho variedades de olivo con potencial económico procedentes del banco de germoplasma de Olivo del Centro Experimental Huasco.

III.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar parámetros de calidad e identidad de los aceites de oliva extra virgen monovarietales procedentes de ocho variedades del Banco de Germoplasma de Olivo del Centro Experimental Huasco.
- Identificar y cuantificar la composición química y los componentes bioactivos de los aceites de oliva extra virgen monovarietales procedentes de 8 variedades del Banco de Germoplasma de Olivo del Centro Experimental Huasco.

IV MATERIALES Y METODOS

IV.1 MATERIALES

IV.1.1 Materiales de Laboratorio

Matraz (10, 50 y 100ml), matraz Ámbar (10ml), probetas (10, 100 y 500ml), bureta (50 ml graduada de 0 a 1 ml), matraz erlenmeyer (100 ml), balón (500ml), tubos roscados (5ml), pipetas graduadas (1, 2, 5 y 10ml), micropipetas (200, 1000 μ L y 5ml), microjeringa (10 μ L), vasos precipitados (5, 50 y 100ml), embudo de decantación (500ml), placas de cromatografía (20x20 cm), matraz de corazón (50 ml), columna extracción diol SepPak Vac Diol 3cc (500mg), cubeta cuarzo (1cm espesor) y pipetas Pasteur.

IV.1.2 Reactivos

- Calbiochem: Kit Tocoferol α - β - γ - δ
- Merck: Metanol para análisis, heptano para análisis, hexano para cromatografía, acetona para análisis, agua para cromatografía y nanopure, hidróxido de Potasio, isooctano para espectrofotometría, sulfato de Sodio Anhidro, ioduro de Potasio, propanol HPLC, éter Etilico y cloroformo para análisis, 2,7 Diclorofluoresceína, NaCl, KCL, NaOH, KOH, dihidrogeno Fosfato de Sodio y Potasio, acetonitrilo para análisis, acetato de Etilo para análisis, ácido Ortofosfórico 97% pureza para análisis, ácido acético glacial y NaOH.
- Soluciones: Ácido Acético Glacial: Cloroformo (3:2) y NaOH 0,1N.
- Sigma: estándar Esteroles: 5 α -colestano-3 β 0,2% y Kit Fenoles.

IV.1.3 Equipos

- Cámara de vacío, Supelco.
- Bomba vacío modelo C55JXHRL4205, Emerson.
- Cromatógrafo de gases Hewlett Packard 5890 Serie II, columna Stabilwax-DB (0,25 μ m, 0,32 mm x 50m).
- Cromatógrafo de gases HP-5890 hewlett Packard model 5890, columna HP-30 (0,25 μ m x 0,32 mm x 30 m)

- Agitador Vortex tubos Cenco-Instrument MIJ.B.V y Centrifuga Sorvall
- Espectofotómetro UV/Vis UV3, Unicam.
- Cromatógrafo líquida de alta resolución equipado con bomba Merck–Hitachi L-6200 con detector de fluorescencia Merck-Hitachi F-1050, columna LiChrocart Superspher Si-60 (5µm, 4,0 mm x 250 mm).
- Cromatógrafo líquida de alta resolución Watters equipado con bomba binaria 1525, detector arreglo de diodos 2998, horno 5CH autosampler 2707, columna Spherisorb ODS2 (5µm x 4,6 mm x 250 mm).
- HPLC Agilent 1200 acoplado al espectrómetro de masas de tipo electrospray-triple cuadrupolo API 3200.

IV.2 METODOLOGÍA

IV.2.1 Muestreo

Para las 8 variedades estudiadas, se realizó una marcación de 3 árboles al azar en el lugar de cultivo (Valle de Huasco), de los cuales se cosecharon 10 kg de aceitunas de la zona media del árbol, con un estado de madurez entre 3-4. (Hermoso et al, 2000).

IV.2.2 Extracción de aceite y almacenamiento

El aceite de oliva extra virgen de cada muestreo se extrajo en el laboratorio de INIA en Vallenar con una máquina extractora Frantoino, aplicando un proceso estandarizado.

A tres muestras recibidas de cada variedad se analizaron:

IV.2.3 Determinación de acidez libre

Se realizó mediante el método Cd 3d-63 descrito por la AOCS (AOCS, 1993) para muestreo y análisis de grasas y aceites comerciales.

El resultado se expresa como porcentaje de ácido oleico según la fórmula:

$$\% \text{ Acidez libre} = \frac{V_{\text{NaOH}} \times N_{\text{NaOH}} \times 28,2}{P}$$

En donde:

V_{NaOH} = Volumen (ml) gastados hasta lograr neutralización.

N_{NaOH} = Normalidad de solución NaOH utilizada.

P = Peso de muestra expresada en gramos.

IV.2.4 Determinación de índice de peróxidos

Se realizó mediante el método C8-53 descrito en la AOCS para grasas y aceites (AOCS, 1993). Este método determina los peróxidos presentes en la muestras, expresados en mEq de O_2/Kg , que producen la oxidación del yoduro de potasio (KI) bajo las condiciones de realización del método.

El índice de peróxidos se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$IP \text{ (mEq } O_2/kg) = \frac{(V1 - V0) \times N \times 1000}{P}$$

En donde:

V_0 = ml de tiosulfato de sodio gastados por el blanco

V_1 = ml de tiosulfato de sodio gastados por la muestra

N = Normalidad del tiosulfato de sodio

P = Peso de la muestra (g)

IV.2.5 Determinación de extinción específica (K)

Se determinó la absorbancia a K232 y K270 de acuerdo con el método oficial de la AOCS Ch 5-91(AOCS, 1993). Este método describe el procedimiento para la realización de la prueba espectrofotométrica del aceite en el ultravioleta. Se empleó un espectrofotómetro UV/Vis UV3, UNICAMP y las Extinciones Específicas se determinaron según la siguiente fórmula:

$$K_\lambda = A_\lambda / c \times 1$$

En donde:

K_{λ} =Extinción específica a la longitud de onda λ (232, 270nm)

A_{λ} =Absorbancia medida a la longitud de onda λ

C = Concentración de la solución, expresada en g/100 ml

Además, utilizando el mismo procedimiento se determinó el coeficiente K para 266 y 274nm de longitud de onda, con el fin de definir ΔK , mediante el cálculo:

$$\Delta K: K_{270} - \frac{1}{2} (K_{266} + K_{274})$$

IV.2.6 Determinación de tocoferoles

Se determinó por el método Ce 8-89 descrito en la AOCS para aceites y grasas (AOCS, 1993), mediante análisis en cromatografía líquida de alta resolución. Se utilizó un HPLC, compuesto por bomba Merck–Hitachi L-6200 con detector de fluorescencia Merck-Hitachi F-1050, acoplado a un computador con software Clarity y columna LiChrocart Superspher Si-60 (5 μ m, 4,0 mm x 250 mm), con fase móvil 2- Propanol en hexano (0,5:99,5). Para la identificación se utilizó un estándar de mezcla α - β - γ - δ -tocoferol Calbiochem (Anexo 1). Para la cuantificación de tocoferoles, se aplicó la fórmula:

$$\text{Tocoferol (mg/kg)} = (a \times C \times V) / (A \times P)$$

En donde:

a= Área del pico del tocoferol en la muestra

C= concentración del tocoferol estándar (mg/ml)

V= Volumen del matraz aforado (ml)

A= Área del pico del tocoferol estándar

P= Peso de la muestra (kg)

IV.2.7 Determinación de perfil de ácidos grasos

Se realizó mediante el método Ce 2-66 de la AOCS (AOCS, 1993). Se analizó mediante cromatografía de gases los ésteres metílicos preparados mediante metilación en frío con

hidróxido de potasio en metanol, (Consejo Oleícola Internacional Norma COI/T.20/Doc.nº24 del 2001). Se utilizó un GC Hewlett Packard 5890 Serie II, columna Stabilwax-DB (0,25µm, 0,32 mm x 50m) adosado a un computador con el software Clarity. Las condiciones de temperatura fueron las siguientes: Tº del inyector y detector FID 220ºC Tº horno inicial 160ºC, 2 min., rampa 2ºC/min., Tº final 220ºC.

Los ácidos grasos se identificaron según los tiempos de retención y comparación con estándares de ácidos grasos y la norma COI (Anexo 2). Los ácidos grasos se expresan como % de esteres metílicos.

IV.2.8 Determinación de esteroides

Se determinó según la norma COI/ T.20/ Doc. nº 10/Rev. 1, mediante extracción del insaponificable con éter etílico y una separación de la fracción por cromatografía de placas de gel de sílice básica. Los esteroides recuperados en el gel (por detección con luz UV), se derivatizan y analizan por GC. Se utilizó un GC Hewlett Packard modelo 5890, columna HP (30 m x 0,32 mm x 0,25 µm), en condiciones de temperatura del inyector y detector de 320ºC y temperatura del horno de 260ºC (Anexo 3). Los esteroides fueron identificados según los tiempos de retención de los compuestos y su comparación con estándar 5α- colestano- 3β 0,2% (Sigma). La cuantificación se realizó de acuerdo a la fórmula:

$$\text{Esterol (mg/kg)} = (\text{Ax} * \text{Ms} * 1000) / (\text{As} * \text{m})$$

En donde:

Ax = área del pico de esteroil X en milivolts cuadrados

As = área del pico de α-colestanol en milivolts cuadrados

Ms = peso de α-colestanol añadidos, en miligramos

M = peso de muestra para determinación, en gramos

Para calcular el porcentaje de Eritrodiol en el aceite de oliva se deben tomar los pics de Eritrodiol y Uvaol, y se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{Eritrodiol + uvaol \%} = \frac{(A_1 + A_2) * 100}{A_1 + A_2 + A_{\text{total}}}$$

Donde:

A_1 = área del pico del eritrodiol

A_2 = área del pico del uvaol

A_{total} : suma de las áreas de los esteroides presentes.

IV.2.9 Determinación de fenoles

La determinación de los compuestos fenólicos se realizó implementando el método propuesto por Mateos et al (2001). Este método consiste en la extracción de los compuestos fenólicos mediante columnas de microextracción en fase sólida, con una columna Sep-Pak diol Waters. La separación de los compuestos se realizó por cromatografía líquida de alta resolución en fase reversa, empleando un HPLC Waters equipado con bomba binaria 1525, detector arreglo de diodos 2998, horno 5CH y autosampler 2707, con columna Spherisorb ODS2 (5 μ m, 250mm x4,6 mm) y conectado al software cromatográfico Empower Single System. Los compuestos fenólicos se identificaron empleando estándares Sigma por comparar tiempos de retención y espectros UV. Además para aquellos compuestos en que no se disponía de estándares, se compararon tiempos de retención con datos de literatura.

La identificación de los compuestos secoiridoides se realizó con información proporcionada por muestras identificadas por HPLC-MS-MS en el Laboratorio de Farmacología Veterinaria de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile (Ortuza, 2013).

El análisis por HPLC, se realizó a 20 μ L de muestra y/o estándar, a una temperatura de 20°C y utilizando como fase móvil ácido fosfórico 0,5%V/V y metanol/acetonitrilo 50/50% V/V, a un flujo 1 ml/min. Los cromatogramas fueron extraídos a longitudes de onda de 235, 280 y 335 nm.

La cuantificación de cada fenol, se realizó respecto al estándar interno adicionado, utilizando al ácido p-hidroxifenilacético (PHPA) para los fenoles extraídos a 235 y 280 nm, y ácido o-cumárico para los extraídos a 335 nm (Anexo 4).

La concentración de cada fenol se calculó de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{Fenol (mg/kg)} = \frac{\text{PI (g)} * A_f * F * 100}{A_{PI} * P}$$

En donde:

PI: peso del patrón interno (ácido *p*-hidroxifenilacético para $\lambda=235$ y 280 nm y ácido *o*-cumárico para $\lambda=335$ nm) expresada en miligramos

A_f : área del fenol en cromatograma

F: factor de respuesta del fenol en relación al estándar interno

A_{PI} : área del patrón interno en cromatograma

P: peso de la muestra, expresada gramos

IV.2.10 Análisis estadístico

Los datos de la composición química y de los componentes bioactivos obtenidos de los aceites de oliva extra virgen del Banco de Germoplasma se trataron estadísticamente, las diferencias entre los distintos aceites se analizaron mediante análisis de varianza (ANOVA) e Intervalos de comparación múltiple de Fisher (LSD) al 95% de confianza ($p < 0.05$) para conseguir establecer diferencias significativas desde un punto de vista químico. Se utilizará el SOFTWARE: Statgraphics Centurion 16 (Anexo 5).

V RESULTADOS Y DISCUSION

V.1 Criterios de Calidad

V.1.1 Índice de Acidez Libre y Peróxidos

En la tabla 7 se aprecian los resultados de acidez libre e índice de peróxido, para todas las variedades de aceite de oliva extra virgen en estudio.

Tabla 7.- Índice de Acidez Libre y Peróxido para variedades de aceite de oliva extra virgen analizadas.

Variedad	Acidez Libre (%)*	I Peróxido (mEqO2/Kg)
Picholine	0,16 ± 0,02 ^{b,c}	4,85 ± 0,09 ^d
Picual	0,16 ± 0,02 ^{b,c}	4,94 ± 0,19 ^d
Picuda	0,16 ± 0,02 ^{b,c}	4,35 ± 0,02 ^b
Nocellara de Belice	0,24 ± 0,02 ^d	4,14 ± 0,01 ^a
Manzanilla Sevilla	0,16 ± 0,02 ^{b,c}	4,15 ± 0,01 ^a
Nociara	0,12 ± 0,01 ^a	4,58 ± 0,06 ^c
Ascolana Huasco	0,17 ± 0,02 ^{b,c}	4,41 ± 0,03 ^b
Nabali	0,15 ± 0,02 ^{b,c}	5,45 ± 0,01 ^e

*: Expresado como ácido oleico. Promedio n=6. Letras distintas representan diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre variedades.

A partir de la tabla 7, se observa que todos los aceites analizados presentan valores de acidez que cumplen con el límite exigido por el COI para un aceite de oliva extra virgen ($\leq 0,8$ % expresado como ácido oleico). Los valores de acidez para las ocho variedades estudiadas estuvieron en un rango de 0,12 a 0,24%, siendo las variedades 'Nociara' y 'Nocellara de Belice', los aceites que presentaron significativamente el menor (0,12%) y mayor (0,24%) contenido, respectivamente. Dugo et al (2004), presenta valores de 0,23 y 0,28% de acidez para la variedad 'Nocellara de Belice', lo que es acorde a nuestro resultado.

La diferencia de acidez libre que se presenta entre una variedad y otra, puede deberse al estado de madurez del fruto al momento de la cosecha. Al-Maaitah et al (2009), demuestran la importancia de este factor en la acidez libre final del aceite, pues cultivos en el medio oriente de 'Nabali' cosechados tardíamente, sufrieron una mayor acción de

las enzimas lipolíticas, lo que se tradujo en valores de acidez libre más altos. Además, un estudio realizado por Dag et al (2011) en las variedades 'Barnea' y 'Souri', cultivadas también en el Medio Oriente, señalan que un estado de madurez avanzado en la aceituna, produjo un aumento marcado de la acidez libre en la variedad 'Souri', en tanto que no afectó a la variedad 'Barnea', por lo que la diferencia también puede deberse a una característica propia de la variedad en la zona particular de cultivo.

Respecto al análisis de índice de peróxidos, en la tabla 7 se aprecia que todas las variedades estudiadas presentan valores de índice de peróxido conformes a los límites exigidos por el COI para un aceite de oliva extra virgen (≤ 20 mEq de O_2/kg). Los valores fluctuaron entre 4,14 y 5,45 mEq de O_2/kg , siendo significativamente mayor el índice presentado por la variedad 'Nabali', hecho que indica que este aceite se encuentra en un estado de oxidación primaria más avanzado que el resto de los aceites. Este resultado es concordante a lo publicado por Al-Maaitah et al (2009), quienes presentan valores de 6,05 meq O_2/kg para esta variedad.

Las diferencias significativas encontradas entre los índices de peróxido de las distintas variedades, puede deberse a factores tales como la variedad y al estado de maduración de olivo al momento de la cosecha, debido a que el fruto pudo estar sujeto a una mayor actividad de la enzima lipooxigenasa, que cataliza la introducción de una molécula de oxígeno en un ácido graso poliinsaturado (Al-Maaitah et al, 2009).

Los bajos valores de acidez e índice de peróxido en los aceites de oliva extra virgen estudiados, reflejan la calidad de los frutos, así como las óptimas condiciones con que fueron elaborados los aceites, resguardando la calidad química y organoléptica.

V.1.2 Coeficiente K de absorbancia en UV

En la tabla 8 se aprecia los resultados de K232, K270 y ΔK .

Analizando los valores de K232, K270 y ΔK (Tabla 8) respecto al límite COI establecido para ellos (2.5, 0.22 y 0.01, respectivamente), se observa que todas las variedades estudiadas cumplen con la normativa para aceites de oliva extra virgen.

Tabla 8.- Resultados de coeficientes K para variedades de aceite de oliva extra virgen analizadas.

Variedad	K 232	K 270	ΔK
Picholine	1,66 ± 0,21 ^a	0,12 ± 0,01 ^a	0,0091 ± 0,0004 ^e
Picual	1,94 ± 0,30 ^{a,b}	0,13 ± 0,01 ^a	0,0095 ± 0,0002 ^e
Nocellara de Belice	2,47 ± 0,32 ^d	0,15 ± 0,03 ^b	0,0005 ± 0,0004 ^c
Manzanilla Sevilla	2,34 ± 0,16 ^{c,d}	0,17 ± 0,01 ^c	0,0068 ± 0,0010 ^d
Nociara	2,28 ± 0,17 ^{c,d}	0,16 ± 0,01 ^{b,c}	0,0032 ± 0,0002 ^a
Ascolana Huasco	2,03 ± 0,03 ^{b,c}	0,13 ± 0,04 ^a	0,0036 ± 0,0005 ^{a,b}
Nabali	2,41 ± 0,16 ^d	0,16 ± 0,02 ^{b,c}	0,0044 ± 0,0002 ^{b,c}
Picuda	1,89 ± 0,29 ^{a,b}	0,16 ± 0,08 ^{b,c}	0,0051 ± 0,0001 ^c

Promedio n=6. Letras distintas representan diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre variedades.

El análisis de K232 indica, al igual que el índice de peróxidos, la oxidación primaria de un aceite, cuantificando su absorción UV a tal longitud. Por otro lado K270 detecta un estado oxidativo más avanzado, donde los peróxidos se han modificado, presentándose componentes tales como α -dicetonas, que absorben a esta longitud. A su vez, el análisis de ΔK sirve para detectar mezclas con aceites refinados, pues en el proceso de refinación del aceite, específicamente en la etapa de decoloración con arcillas activadas, se forman unos compuestos, los trienos conjugados, que absorben en la zona de los 270 nm, y no debiesen estar presentes (sobre la norma) en el aceite de oliva extra virgen (Antolin y Molero, 2000). Considerando esta información, y el cumplimiento de la normativa que presentan los aceites, se puede aseverar que estos presentan un estado de oxidación acorde a su categoría extra virgen, lo que indica su correcta extracción y almacenamiento.

Los resultados obtenidos en el estudio, son comparables a los informados por distintos autores, tales como Pardo et al (2003), quienes presentan valores de K232 y K270 de 1,91 y 0,14 respectivamente, para la variedad 'Picual', así como valores de 2,03 y 0,15, respectivamente, para la variedad 'Manzanilla de Sevilla'. Aganchich et al (2008) además, presentan valores de 1,61 y 0,17 para K232 y K270 respectivamente para esta variedad.

Considerando los datos obtenidos de coeficientes K (Tabla 8), así como los valores obtenidos para acidez libre e índice de peróxidos (Tabla 7), estos indican que los aceites se extrajeron en óptimas condiciones de calidad, aplicando criterios de buenas prácticas de elaboración.

V.2 Criterios de Identidad

V.2.1 Determinación del Contenido de tocoferoles

El contenido de tocoferoles no se encuentra normado por el COI, sin embargo por datos de bibliografía, son esperables concentraciones de 100 a 300 mg/kg para el α -tocoferol (Sánchez et al, 2006). El contenido de tocoferoles de los aceites de oliva extra virgen analizados, se muestra en la tabla 9.

Tabla 9.- Contenido de tocoferoles de aceites de oliva extra virgen en estudio.

Variedad	Contenido α -tocoferol (mg/kg)	Contenido γ -tocoferol (mg/kg)	Contenido tocoferoles totales (mg/kg)
Picholine	245 \pm 33,4 ^d	tr	255 \pm 28,1 ^{c,d}
Picual	202 \pm 10,6 ^c	tr	210 \pm 10,2 ^c
Nocellara de Belice	106 \pm 3,8 ^a	nd	106 \pm 3,9 ^a
Manzanilla Sevilla	151 \pm 2,7 ^b	tr	154 \pm 3,3 ^b
Nociara	212 \pm 1,9 ^c	nd	212 \pm 2,0 ^c
Ascolana Huasco	265 \pm 2,1 ^e	16 \pm 3,8	281 \pm 2,3 ^d
Nabali	124 \pm 16,2 ^{a,b}	nd	124 \pm 17,0 ^{a,b}
Picuda	282 \pm 8,5 ^f	tr	287 \pm 4,1 ^d

Promedio n=6. tr: Traza <10mg/kg; nd: No detectado. Letras distintas representan diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre variedades.

En la tabla 9, se ve que el α -tocoferol es el tocoferol principal del aceite de oliva (95-100%), siendo este hecho importante desde el punto de vista biológico, debido a su acción antioxidante, al atrapar especies reactivas de oxígeno (EROS) y a su actividad como vitamina E. Las variedades estudiadas presentaron un rango de concentración de α -tocoferol entre 106 a 282 mg/kg, siendo los aceites de la variedad 'Picuda' (282 mg/kg) y 'Ascolana Huasco' (265 mg/kg), los aceites que presentaron mayores contenidos de este tocoferol. Estos valores resultan concordantes a los publicados por Escuderos et al (2009), quienes reportan concentraciones para α -tocoferol en las variedades 'Picual' y 'Picuda' de 202 y 272 mg/kg, respectivamente, mientras que Dugo et al (2004) presentan valores de 102 mg/Kg para la variedad 'Nocellara de Belice'.

Además, en la tabla 9 se ve que sólo algunas variedades presentaron γ -tocoferol, siendo la variedad 'Ascolana Huasco' la única en presentar este tocoferol en forma significativa con 16 mg/kg, lo que representa sólo un 5,8% del total de tocoferoles.

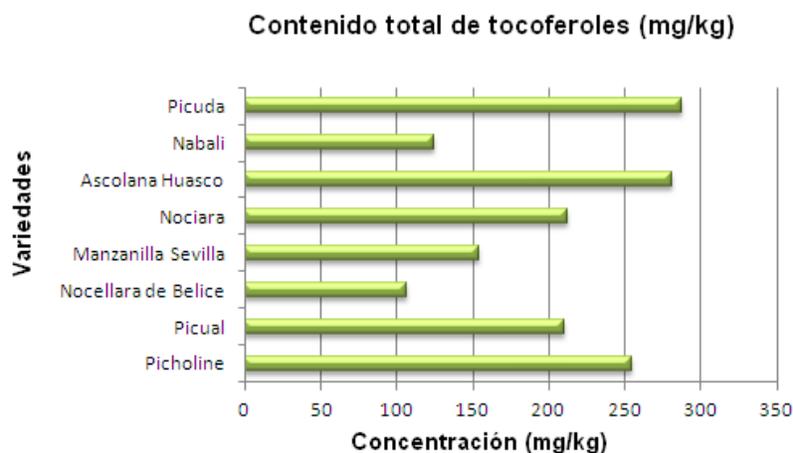


Figura 4.- Contenido total de tocoferoles para los aceites de variedades estudiadas.

En la figura 4 se observa que las variedades con mayor contenido de tocoferoles totales son (significativamente) los aceites de las variedades 'Picuda' y 'Ascolana Huasco', de las que se esperaría entonces una buena estabilidad oxidativa. A su vez, las variedades 'Nocellara de Belice' y 'Nabali', fueron las que presentaron menor contenido, por lo que podrían presentar una menor protección oxidativa.

Las variedades analizadas presentaron diferencias significativas entre sí, tanto para el contenido de α -tocoferol como para la concentración de tocoferoles totales, siendo esto debido principalmente al factor genético propio de la variedad en la zona particular de cultivo (Valle de Huasco).

V.2.2 Determinación de Composición de ácidos grasos

A partir del perfil particular obtenido para cada una de las muestras de aceite de oliva extra virgen analizadas, se identificaron y cuantificaron los ácidos grasos constituyentes, resumiéndose estos resultados en la tabla 10.

Tabla 10.- Perfil ácidos grasos expresados como % de ésteres metílicos.

Variedad	Picholine	Picual	Nocellara B	Picuda	Manzanilla S	Nociara	Ascolana H	Nabali	COI
Ácidos grasos	%	%	%	%	%	%	%	%	%
c16:0 Ac Palmítico	11,9 ± 0,3 ^b	13,0 ± 1,8 ^b	10,0 ± 0,3 ^a	12,1 ± 0,2 ^b	14,6 ± 0,2 ^c	12,2 ± 0,1 ^b	16,6 ± 0,1 ^d	14,5 ± 0,4 ^c	7,5-20
c16:1 Ac Palmitoleico	0,8 ± 0,1 ^a	0,9 ± 0,1 ^{a,b}	0,7 ± 0,1 ^a	0,9 ± 0,0 ^b	1,5 ± 0,2 ^e	0,9 ± 0,0 ^b	1,2 ± 0,0 ^d	1,1 ± 0,2 ^c	0,3-3,5
c17:0 Ac Margárico	tr	tr	tr	tr	tr	Tr	tr	0,1 ± 0,1	≤0,3
c17:1 Ac Margaroleico	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,1	0,3 ± 0,1	0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	≤0,3
c18:0 Ac Estearico	2,7 ± 0,1 ^c	2,3 ± 0,1 ^b	1,9 ± 0,1 ^a	3,1 ± 0,1 ^d	2,5 ± 0,1 ^b	3,0 ± 0,1 ^d	1,9 ± 0,0 ^a	1,9 ± 0,1 ^a	0,5-5,0
c18:1 Ac Oleico	80,1 ± 0,6 ^f	79,3 ± 0,9 ^e	77,6 ± 0,3 ^d	74,8 ± 0,1 ^c	75,0 ± 0,3 ^b	74,9 ± 0,3 ^b	70,0 ± 0,5 ^a	70,0 ± 0,5 ^a	55,-83
c18:2 Ac Linoleico	2,9 ± 0,2 ^a	3,2 ± 0,8 ^b	8,5 ± 0,1 ^f	7,8 ± 0,1 ^e	4,8 ± 0,2 ^c	7,7 ± 0,1 ^e	8,7 ± 0,1 ^d	11,0 ± 0,1 ^g	3,5-21
c20:0 Ac Araquídico	0,4 ± 0,0	0,3 ± 0,1	0,3 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,4 ± 0,1	0,4 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	≤0,6
c20:1 Ac Eicosenoico	0,3 ± 0,1	0,3 ± 0,1	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,1	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,1	≤0,4
c18:3 Ac Linolénico	0,8 ± 0,1 ^e	0,7 ± 0,1 ^{c,d}	0,5 ± 0,1 ^a	0,6 ± 0,0 ^{b,c}	0,6 ± 0,1 ^{b,c}	0,6 ± 0,1 ^b	0,8 ± 0,0 ^{c,d}	0,8 ± 0,0 ^e	≤1,0
c22:0 Ac Behénico	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	≤0,2
c24:0 Ac Lignocérico	tr	tr	tr	tr	tr	Tr	tr	tr	≤0,2

Promedio n=6. tr: Traza (<0,1%). Letras distintas representan diferencias significativas (p≤0,05) entre variedades.

El COI establece límites para cada ácido graso (Tabla 10), y al comparar estos con los valores obtenidos, se ve que todos los aceites de oliva extra virgen analizados, cumplen con la normativa.

A partir de la tabla 10, se ve que existe una vasta heterogeneidad de composición entre las variedades analizadas, encontrándose diferencias significativas entre estas, para los seis ácidos grasos principales (ácido palmítico, esteárico, oleico, linoleico y linolénico) del aceite de oliva (Melvin, 2002), hecho que se atribuye al factor genético propio de cada variedad.

Los aceites con mayor contenido de ácido palmítico fueron las variedades 'Ascolana Huasco' (16,6 %) y 'Manzanilla de Sevilla' (14,6%). La revista Tierra Adentro (2010), presenta valores para este ácido de 15,3 y 13,4% para las variedades 'Ascolana Huasco' y 'Manzanilla de Sevilla', respectivamente, por lo que los valores obtenidos resultan comparables.

Las variedades 'Picuda' y 'Nociara', fueron los aceites con mayor contenido de ácido esteárico (Tabla 10) con contenidos de 3,1 y 3%. Los resultados obtenidos son comparable a datos de literatura, pues Poiana y Mincione (2004), presentan valores de este ácido para el aceite 'Nociara' de 2,7% y para la variedad 'Picuda' 3,2%. Así también, Escuderos et al (2009) reportan valores de 2,9% para el aceite 'Picual'.

El ácido linolénico es un ácido poliinsaturado muy sensible a oxidación (3 doble enlaces) y esencial en la dieta, al igual que el ácido linoleico (2 enlaces dobles). La variedad 'Nabali' es el aceite que presentó mayor contenido de estos ácidos grasos presentando 0,8 y 11%, respectivamente (Urzaiz, 2010). Estos resultados son concordantes a resultados publicados por la revista Tierra Adentro (2010), en donde se presentan concentraciones 9,45 y 0,7% para el ácido linoleico y linolénico, respectivamente, en el aceite extra virgen de la variedad 'Nabali'.

En la tabla 10 se ve que el ácido oleico es el ácido principal del aceite de oliva, cuyo contenido se encuentra sobre el 70%. En la figura 5, se muestra que la proporción del ácido oleico fue variable en los distintos aceites de oliva extra virgen estudiados, presentando diferencias significativas entre todas las variedades. Este hecho se atribuye principalmente al factor genético propio de cada variedad.

Contenido de Acido Oleico

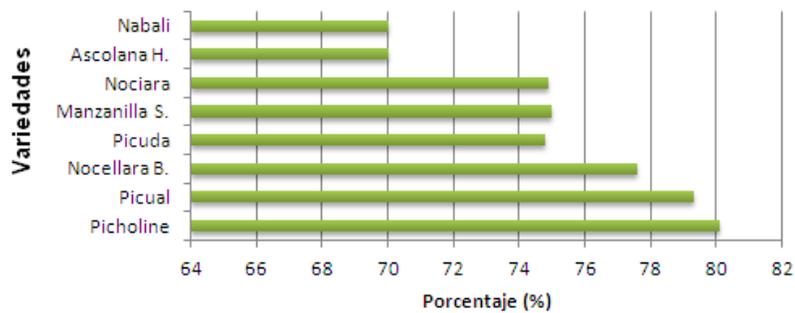


Figura 5.- Composición de ácido oleico en aceites de oliva extra virgen estudiados.

El contenido oleico fluctuó desde 70 a 80% (Figura 5), destacándose los aceites de oliva 'Picholine', 'Picual' y 'Nocellara de Belice' con valores sobre 75%. Aganchich et al (2008) y Escuderos et al (2009) reportan contenidos de ácido oleico comparables a los obtenidos, pues presentan valores de 79,8% para la variedad 'Picholine' y 79,4% para la variedad 'Picual', por lo que los resultados obtenidos son comparables.

Además, a partir del análisis de ácidos grasos se observa que algunos aceites de oliva extra virgen presentan altas concentraciones de ácido oleico (>75%) y bajos contenidos de ácidos grasos poliinsaturados con valores menores al 4%, tal como es el caso de las variedades 'Picual' y 'Picholine'. Esta relación monoinsaturado/poliinsaturado puede ser propia de los aceites analizados, debido a factores genéticos propios de la variedad frente a factores climáticos particulares de la zona de cultivo (Valle del Huasco). Además, el alto cociente obtenido de esta relación (>10), indicaría una mayor estabilidad oxidativa de los aceites en el tiempo.

V.2.3 Determinación de Composición de Esteroles y Alcoholes Triterpénicos

A partir de los perfiles particulares obtenidos para cada variedad analizada, se identificaron y cuantificaron los principales esteroides del aceite de oliva (Tabla 11).

Tabla 11.- Composición de esteroides en ocho variedades de aceite de oliva extra virgen.

Variedad	COI	Picholine	Picual	Nocellara B	Picuda	Manzanilla S	Nociara	Ascolana H	Nabali
Compuesto									
Colesterol (%)	≤0,5	0,4 ± 0,0 ^d	0,4 ± 0,0 ^d	0,1 ± 0,0 ^a	0,2 ± 0,0 ^b	0,3 ± 0,0 ^c			
Brassicasterol (%)	≤0,1	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
Campesterol (%)	≤4	3,7 ± 0,0 ^e	3,8 ± 0,1 ^f	3,5 ± 0,1 ^c	3,4 ± 0,2 ^b	2,6 ± 0,1 ^a	3,4 ± 0,1 ^b	3,6 ± 0,1 ^d	3,8 ± 0,4 ^f
Estigmasterol (%)	≤4	0,3 ± 0,0 ^{a,b}	0,3 ± 0,0 ^{b,c}	0,2 ± 0,0 ^a	0,4 ± 0,0 ^c	0,3 ± 0,0 ^b	0,3 ± 0,0 ^b	0,6 ± 0,0 ^d	0,3 ± 0,0 ^b
B-Sitosterol (%)	≥93	95,4 ± 0,0 ^a	95,1 ± 0,1 ^a	96,0 ± 0,1 ^a	95,7 ± 0,2 ^a	95,1 ± 0,1 ^a	95,6 ± 0,1 ^a	95,2 ± 0,1 ^a	95,5 ± 0,3 ^a
Δ7-Estigmasterol (%)	≤0,5	0,2 ± 0,0 ^b	0,3 ± 0,0 ^c	0,1 ± 0,1 ^a	0,1 ± 0,0 ^a	0,4 ± 0,0 ^d	0,3 ± 0,0 ^c	0,1 ± 0,0 ^a	0,1 ± 0,0 ^a
Esteroides totales (mg/kg)	≥1000	2302 ± 5,9 ^g	1724 ± 4,9 ^d	1193 ± 10,8 ^a	1589 ± 8,8 ^b	1938 ± 14,0 ^c	2121 ± 15,2 ^e	1768 ± 12,2 ^f	1466 ± 12,6 ^d
Eritrodiol + uvaol (%)	≤4,5	4,2 ± 0,1 ^f	4,2 ± 0,1 ^e	0,8 ± 0,1 ^a	2,6 ± 0,3 ^{a,b}	1,6 ± 0,1 ^d	0,9 ± 0,1 ^c	1,1 ± 0,1 ^{a,b}	0,9 ± 0,1 ^{b,c}

Promedio n=3. Letras distintas representan diferencias significativas (p≤0,05) entre variedades.

A partir de la tabla 11, y considerando el límite COI para la cuantificación de esteroides totales, se ve que todos los aceites de oliva extra vírgenes analizados cumplen con la normativa. Lo mismo ocurre, con los valores obtenidos para cada esteroide analizado (colesterol, brasicasterol, campesterol, estigmasterol, β -sitosterol y Δ 7-estigmasterol).

En la tabla 11 se ve que existen diferencias significativas entre las variedades analizadas para el contenido de cada esteroide (colesterol, campesterol, estigmasterol y Δ 7-estigmasterol) y el contenido de esteroides totales, hecho que se atribuye al factor genético propio de cada variedad.

El colesterol es el principal esteroide animal, y su contenido en el aceite de oliva es bajo como se ve en la tabla 11. De los aceites estudiados, se destacan las variedades 'Picual' y 'Picholine', con un contenido del 0,4%, para este esteroide, siendo estos resultados acordes a los publicados por Fernández et al (2003), quienes presentan valores de 0,4% para el aceite 'Picual'. A su vez Giuffrè y Louadi (2012), reportan valores de 0,3%, para la variedad 'Picholine'.

Analizando el contenido de brasicasterol, no se observan diferencias significativas entre las variedades, presentando todas ellas 0,1% de contenido, lo cual está acorde a la normativa.

En la tabla 11, se muestra que el contenido campesterol en los aceites analizados varió entre 2,6 y 3,8%. Para el análisis de este esteroide, se destacaron las variedades 'Picual' y 'Nabali' con un contenido de 3,8%. Los resultados obtenidos son comparables a datos de literatura, pues Al-Ismael et al (2011) presentan valores de 3,5% para la variedad 'Nabali', mientras que Fernández et al (2003) reportan resultados de 3,7% para la variedad 'Picual'.

Del análisis de estigmasterol se observa, que el aceite de la variedad 'Ascolana Huasco' es el aceite que presentó el mayor contenido de estigmasterol con 0,6% y 'Nocellara de Belice' la variedad que presentó el menor contenido con 0,2% (Tabla 11). Estos resultados se relacionan con los valores presentados por Weissbein (2006) y Dugo et al (2004), con contenidos de 0,57 y 0,18%, respectivamente, para la variedad 'Nocellara de Belice'.

El $\Delta 7$ -estigmasterol fue variable en las muestras analizadas, siendo la variedad 'Manzanilla de Sevilla', el aceite que presentó el mayor contenido con 0,4% (Tabla 11). Este resultado es similar al obtenido por Urzaiz (2010), en donde la 'Manzanilla de Sevilla' presenta un contenido de 0,48% para este esteroide.

El esteroide mayoritario del aceite de Oliva es por excelencia el β -sitosterol (Figura 6), que se presentó contenidos por sobre el 95%. El análisis entre variedades no presentó diferencias significativas, pero igualmente es apreciable (Tabla 11) que la variedad 'Nocellara de Belice' es el aceite de oliva extra virgen que presenta el mayor contenido de β -sitosterol con 96,4%. Estos resultados son comparables a los presentados por Dugo et al (2004), que reportan valores de 96,3% para esta variedad.

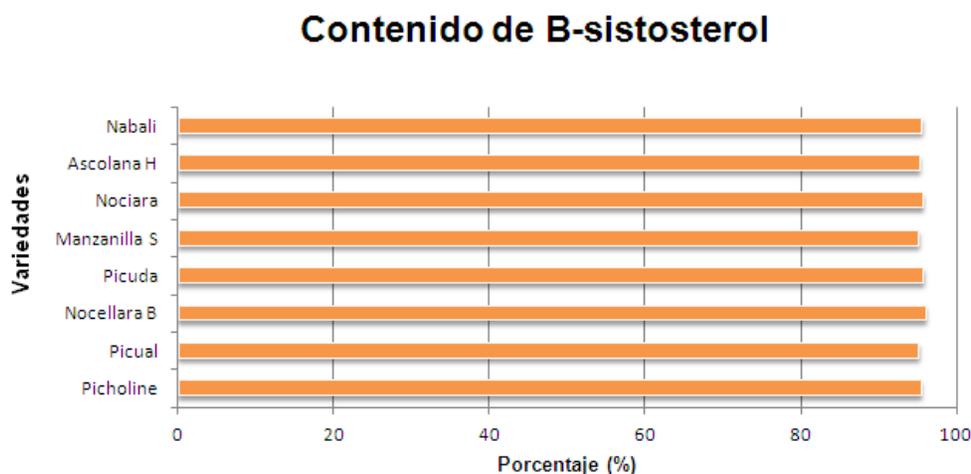


Figura 6.- Contenido de β -Sitosterol (%) en aceites de oliva extra virgen analizados.

Los aceites extra vírgenes de las variedades 'Picholine' y 'Nociara', fueron los aceites que ostentaron el mayor contenido de esteroides totales, con valores de 2302 y 2121 mg/kg, respectivamente (Figura 7). Estos resultados son comparables, a los publicados por Giuffre y Loudi (2012), quienes presentan concentraciones de 2156 y 1988 mg/kg, respectivamente, para estas variedades.

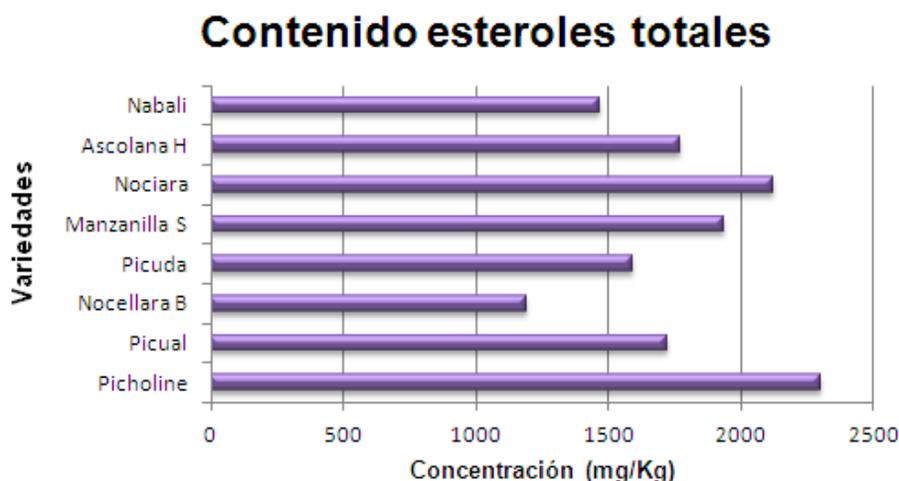


Figura 7.- Contenido de esteroides totales (mg/kg) en aceites de oliva extra virgen analizados.

El eritrodol y uvaol son compuestos de la fracción insaponificable del aceite de oliva, que se encuentran fundamentalmente en la piel de la aceituna, que no debieran estar en concentraciones mayores a las normadas ($\leq 4,5\%$) debido al procesamiento meramente mecánico al que este aceite es sometido. El hecho contrario, constituye un indicador de que el aceite fue sometido a un tratamiento con solventes (generalmente hexano) durante la extracción de aceite de orujo, o bien fue mezclado con este. Por esta razón, estos compuestos son utilizados como criterio de pureza (Urzaiz, 2010).

Los alcoholes eritrodol y uvaol, se presentaron en concentraciones de 0,8 a 4,2% en los aceites de oliva extra virgen analizados (Tabla 11). El análisis de contenido de eritrodol y uvaol presentó diferencias significativas entre las variedades, siendo los aceites 'Picual' y 'Picholine' (Figura 8), los aceites que presentaron mayor contenido de estos alcoholes triterpénicos (4,2%). Estos resultados están concordantes a los publicados por Farré y Martínez (2011), quienes presentan valores de eritrodol y uvaol para la variedad 'Picual' de 1,8%, y 3,7% para la variedad 'Picholine'.

Las variaciones existentes en los contenidos de alcoholes triterpénicos (eritrodol y uvaol), entre los aceites nacionales analizados y datos de bibliografía, puede deberse al comportamiento propio de la variedad de oliva frente a factores agronómicos y geográficos particulares de las zonas de cultivo (Sánchez et al, 2006).

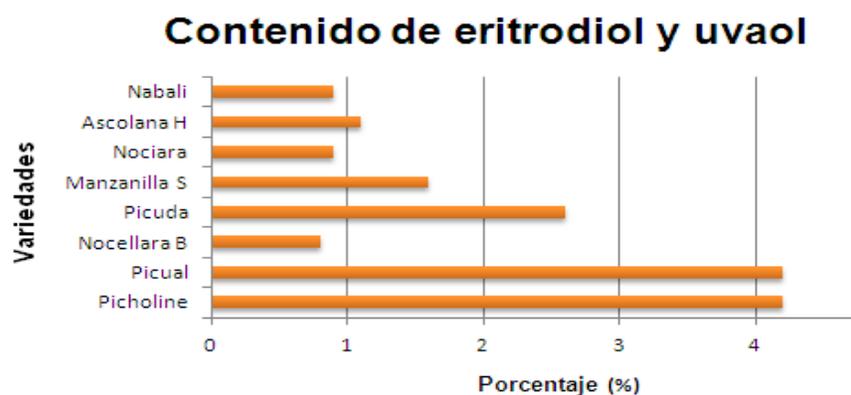


Figura 8.- Contenido de alcoholes triterpénicos (mg/Kg) en aceites de oliva extra virgen analizados.

V.2.4 Determinación de Composición Fenólica

Los fenoles en el aceite de oliva, se encuentran distribuidos en el mesocarpio de la aceituna, y constituyen una compleja fracción heterogénea formada por un alto número de compuestos orgánicos con potente actividad antioxidante. Los fenoles, de acuerdo a su naturaleza, pueden ser clasificados en 2 categorías: fenoles simples y fenoles complejos, que incluye a los lignanos, flavonoides y derivados de secoiridoides (oleuropeína y ligustrósido).

Se identificaron y cuantificaron 15 compuestos fenólicos en las ocho variedades muestras de aceite de oliva estudiadas, resumiéndose estos en la tabla 12. Los compuestos identificados, según longitud de onda de absorción máxima, fueron:

- **λ235:** ácido elenólico.
- **λ280:** hidroxitirosol, tirosol, ácido vainillico, vainillina, ácido p-cumarico, decarboximetil aglicona de la oleuropeína, forma dialdehídica (DAO-2), aglicona de la oleuropeína, forma dialdehídica (DAO-3), aglicona de oleuropeína forma aldehídica e hidroxílica (DAO-4), decarboximetil aglicona de ligustrósido forma dialdehídica (DAL-1) y aglicona de ligustrósido forma aldehídica (DAL-2).
- **λ335:** luteolina, apigenina y metil luteolina.

Tabla 12.- Composición de fenoles en aceites de oliva extra virgen analizados.

Fenol	Nocellara B	Nabali	Ascolana H	Manzanilla S	Nociara	Picual	Picholine	Picuda
Simples								
Ac elenólico	126,9 ± 2,6 ^f	26,4 ± 1,6 ^a	175,2 ± 7,2 ^h	88,7 ± 2,1 ^d	80,2 ± 1,3 ^c	147,4 ± 6,2 ^g	62,8 ± 2,3 ^b	106,9 ± 2,1 ^e
Hidroxitirosol	4,9 ± 0,5 ^d	1,6 ± 0,2 ^a	2,4 ± 0,3 ^b	2,2 ± 0,5 ^b	2,1 ± 0,2 ^b	2,4 ± 0,1 ^b	3,9 ± 0,2 ^c	9,4 ± 0,4 ^e
Tirosol	10,9 ± 0,7 ^c	2,4 ± 0,2 ^a	1,5 ± 0,1 ^a	2,4 ± 0,3 ^{a,b}	14,0 ± 1,7 ^d	1,8 ± 0,6 ^a	2,7 ± 0,1 ^{a,b}	3,9 ± 0,2 ^b
Ac vainílico	0,2 ± 0,0	0,6 ± 0,1	0,3 ± 0,0	0,6 ± 0,1	0,5 ± 0,0	0,8 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,3 ± 0,0
Vainillina	0,4 ± 0,1	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,5 ± 0,1	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,4 ± 0,0
Ac p-cumarico	0,1 ± 0,0	0,7 ± 0,1	0,1 ± 0,0	1,6 ± 0,2	0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,1 ± 0,0
Flavonoides y lignanos								
Pinoresinol+1-acetopinoresinol	1,5 ± 0,2 ^{a,b}	1,0 ± 0,1 ^a	3,3 ± 0,6 ^c	1,9 ± 0,4 ^b	2,9 ± 0,2 ^c	3,2 ± 0,1 ^c	4,7 ± 0,1 ^d	7,7 ± 0,2 ^e
Luteolina	2,1 ± 0,6 ^a	3,1 ± 0,6 ^a	5,1 ± 0,5 ^c	5,4 ± 0,9 ^c	3,3 ± 0,0 ^{a,b}	6,9 ± 0,2 ^d	4,5 ± 0,0 ^{b,c}	12,3 ± 0,9 ^e
Apigenina	0,9 ± 0,2 ^a	2,9 ± 0,6 ^b	4,3 ± 0,3 ^d	5,3 ± 0,4 ^e	1,1 ± 0,0 ^a	3,4 ± 0,3 ^c	4,0 ± 0,1 ^{c,d}	12,5 ± 0,6 ^f
Metil-luteolina	0,7 ± 0,1 ^d	0,5 ± 0,1 ^c	0,2 ± 0,0 ^a	0,9 ± 0,0 ^f	0,6 ± 0,1 ^c	0,8 ± 0,2 ^{e,f}	0,4 ± 0,0 ^b	0,8 ± 0,0 ^{d,e}
Derivados secoiridoides								
DAO-2	1,5 ± 0,1 ^a	4,8 ± 0,1 ^a	34,3 ± 2,8 ^d	22,5 ± 1,7 ^c	52,1 ± 3,9 ^e	10,1 ± 1,6 ^b	13,1 ± 1,7 ^b	19,5 ± 1,9 ^c
DAO-3	1,9 ± 0,1 ^a	5,2 ± 0,4 ^b	2,0 ± 0,2 ^a	7,2 ± 0,3 ^c	7,0 ± 1,2 ^c	27,7 ± 0,7 ^d	47,0 ± 0,5 ^f	43,8 ± 1,4 ^e
DAO-4	nd	16,2 ± 0,9 ^d	0,3 ± 0,1 ^a	2,6 ± 0,3 ^b	nd	21,4 ± 0,9 ^e	12,5 ± 0,4 ^c	39,3 ± 2,0 ^f
DAL-1	0,9 ± 0,1 ^a	6,0 ± 0,2 ^a	48,9 ± 2,5 ^e	39,4 ± 5,2 ^d	29,5 ± 3,6 ^c	52,6 ± 2,6 ^e	15,3 ± 0,3 ^b	35,1 ± 2,2 ^{c,d}
DAL-2	2,5 ± 0,3 ^a	8,8 ± 1,2 ^a	9,3 ± 0,3 ^a	34,4 ± 2,9 ^b	36,2 ± 1,7 ^b	86,5 ± 3,2 ^e	54,3 ± 0,9 ^c	62,8 ± 1,8 ^d

Promedio expresado en mg/kg de aceite, n=3. Nd: No detectado. DAO-2: Decarboximetil aglicona de la oleuropeína, forma dialdehídica, DAO-3: Aglicona de la oleuropeína, forma dialdehídica, DAO-4: Aglicona de oleuropeína aldehídica e hidroxílica, DAL-1: Decarboximetil aglicona de ligustrósido dialdehídica, DAL-2: Aglicona de ligustrósido aldehídica. Letras distintas representan diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre variedades.

A partir de la tabla 12, se ve que existen diferencias significativas entre todas las variedades para cada uno de los grupos fenólicos analizados, siendo este hecho atribuible al factor genético propio de cada variedad.

Entre los fenoles simples analizados, se destacan el ácido elenólico, hidroxitirosol y tirosol, como los fenoles mayoritarios, con concentraciones de 62,8-175,2 (mg/kg), 1,6-9,4 (mg/kg) y 1,5-14 (mg/kg), respectivamente.

El que el ácido elenólico, el hidroxitirosol y el tirosol fuesen los fenoles simples principales, es un suceso esperable debido a que en la aceituna verde, los principales compuestos fenólicos son el ligustrósido y la oleuropeína, siendo estos compuestos, ésteres del ácido elenólico con a una molécula de tirosol e hidroxitirosol, respectivamente, unidos a una molécula de glucosa (Figura 9).

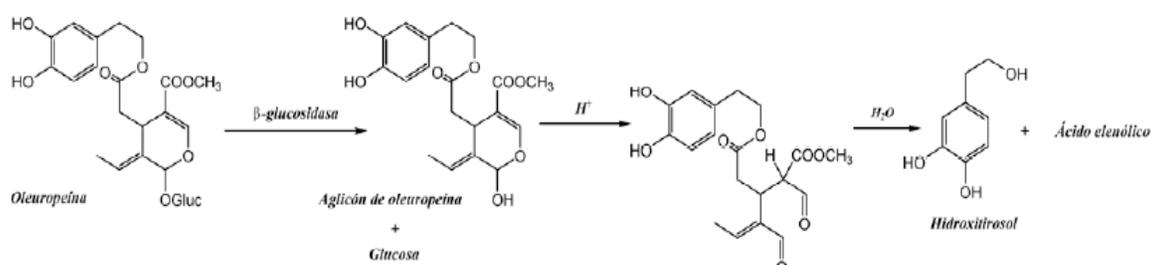


Figura 9.- Degradación de oleuropeína durante maduración del olivo.

La molécula de glucosa de la oleuropeína y ligustrósido se pierde durante la maduración de la aceituna, por acción de una glucosidasa (enzima hidrolítica), generando así las agliconas y derivados menos polares, que dan lugar a las formas dialdehídicas del aglicón descarboximetilado de la oleuropeína y ligustrósido junto con formas aldehídicas del aglicón de estos mismos compuestos. Los compuestos polares hidroxitirosol y tirosol son los productos finales de la hidrólisis química o enzimática de las agliconas de oleuropeína y ligustrósido o de sus derivados en el aceite de oliva (Mateos et al, 2011).

En la figura 10 se muestra que los aceites que presentaron mayor contenido de ácido elenólico fueron las variedades 'Picual' y 'Ascolana Huasco' con concentraciones de 147,4 y 175,2 mg/kg, respectivamente. La variedad con mayor contenido de hidroxitirosol fue el

aceite de la variedad 'Picuda' con 9,4 mg/kg y el aceite con mayor contenido de tirosol, la variedad 'Nociara' con 14,0 mg/kg. Datos publicados por Oliveras (2005) y Baiano (2009) resultan análogos a los obtenidos en este estudio, con valores de 9,15 mg/kg de hidroxitirosol en la variedad 'Picuda' y 11,3 mg/kg de tirosol en la variedad 'Nociara'.

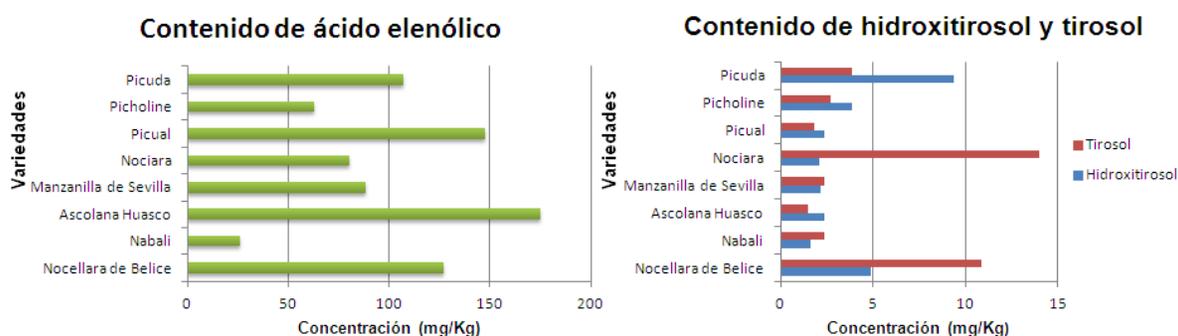


Figura 10.- Concentración de fenoles simples (mg/Kg) en aceites de oliva extra virgen estudiados.

Del análisis de fenoles simples (Tabla 12 y 13), se ve estos fenoles representan el 39 a 93% del contenido total de fenoles de las variedades analizadas, siendo los aceites 'Nocellara de Belice' y 'Ascolana Huasco', las variedades que presentan la mayor proporción de estos compuestos, con valores de 93 y 63%, respectivamente.

De los flavonoides presentes en el aceite de oliva, se encuentran la apigenina y luteolina (Tabla 12), cuyos contenidos fueron mayores en el aceite 'Picuda', variedad que presentó valores de 12,5 y 12,3 mg/kg, respectivamente. Estos valores resultan distintos a los obtenidos por Weissbein (2006), quien reporta concentraciones de 7,5 mg/kg de apigenina y 11,6 mg/kg de luteolina para el aceite 'Picuda', pudiendo atribuir la diferencia a factores climáticos y agronómicos de las zonas de cultivo.

El pinoresinol y 1-acetoxi-pinoresinol (Tabla 12), son los lignanos principales del aceite de oliva. Los aceites de las variedades 'Picuda' y 'Picholine', son las variedades que ostentan las mayores concentraciones de estos compuestos, con valores de 7,7 y 4,7 mg/kg, respectivamente. Estos resultados son comparables a datos de literatura, pues Del Carlo (2006) presenta un valor de 5,9 mg/kg de estos lignanos para la variedad 'Picholine'.

Del análisis de flavonoides y lignanos (Tabla 12 y 13), se ve estos fenoles representan el 3 a 9% del contenido total de fenoles de las variedades analizadas, siendo las variedades 'Nabali' y 'Picuda', los aceites que presentan la mayor proporción con valores del 9%.

En la figura 11, se aprecia que los derivados secoiridoires del aceite de oliva, presentan una vasta heterogeneidad respecto al contenido, cuyas diferencias significativas se atribuyen particularmente al factor genético de cada oliva.

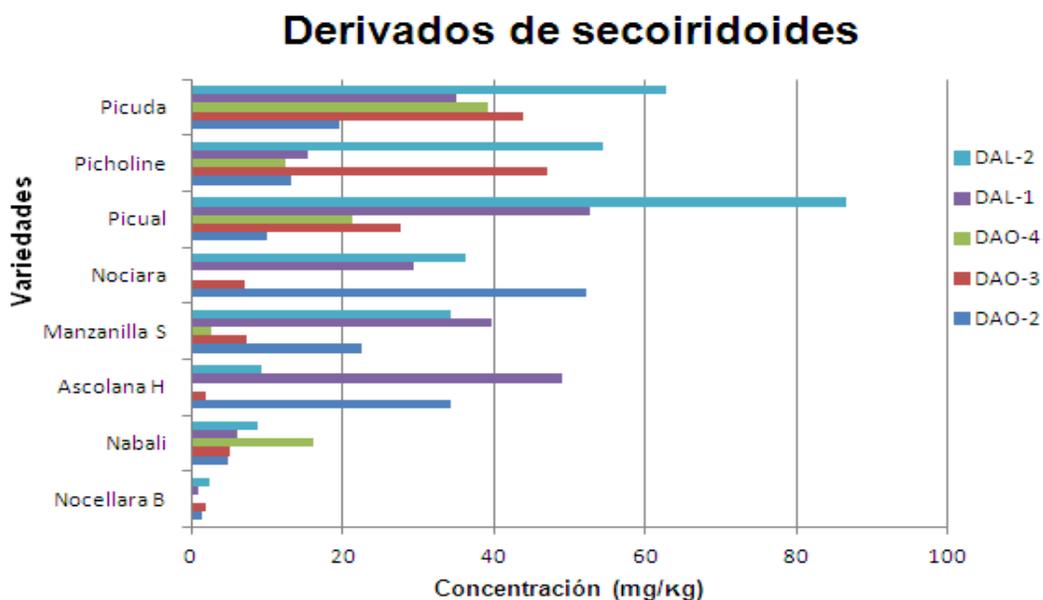


Figura 11.- Concentración de principales derivados secoiridoires (mg/kg).

En la figura 11 se ve que el aceite 'Nociara' presentó el mayor contenido de decarboximetil aglicona de oleuropeína forma dialdehídica (DAO-2), con un contenido de 52,1 mg/kg. Las variedades 'Picholine' y 'Picuda' poseen los mayores contenidos de la aglicona de oleuropeína forma dialdehídica (DAO-3), con valores de 47 y 43,8 mg/kg, respectivamente. A sí mismo la variedad 'Picuda' ostentó la mayor concentración de aglicona de oleuropeína forma aldehídica e hidroxílica (DAO-4) al tener un contenido de 39,3 mg/kg. De este análisis se puede establecer que la variedad 'Picuda', es el aceite que presenta el mayor contenido de derivados de oleuropeína de las ocho variedades estudiadas con un promedio de 103 mg/kg (Tabla 13).

Analizando además los derivados de ligustrósido (Figura11), se ve que presentan diferencias significativas entre todas las variedades analizadas, destacando los aceites 'Picuda' y 'Picual' con los mayores contenidos de la aglicona del ligustrósido forma dialdehídica (DAL-2), al presentar 62,8 y 86,5 mg/kg, respectivamente. Así también, los aceites de las variedades 'Ascolana Huasco' y 'Picual' mostraron los mayores niveles de decarboximetil aglicona de ligustrósido forma dialdehídica (DAL-1), con 48,9 y 52,6 mg/kg, respectivamente. Debido a esto, es que se puede establecer a la variedad 'Picual' como el aceite con el mayor contenido de derivados del ligustrósido entre todas variedades de aceite de oliva extra virgen analizadas, con un promedio de 140 mg/kg, equivalente a un 38% de los fenoles totales (Tabla 13).

A partir del análisis hecho a los distintos grupos fenólicos del aceite de oliva extra virgen, se presenta en la tabla 13 el contenido total de fenoles de cada variedad estudiada.

Tabla 13.- Contenido de fenoles por grupo de compuesto y totales para aceites de oliva extra virgen analizados.

Fenoles	Fenoles simples (mg/kg)	Flavonoides y lignanos (mg/kg)	Derivados oleuropeína (mg/kg)	Derivados Ligustrósido (mg/kg)	Fenoles totales (mg/kg)
Nocellara de Belice	143 ^f	5,2 ^a	3,4 ^a	3,4 ^a	155 ^b
Nabali	32 ^a	7,5 ^b	26 ^b	15 ^b	81 ^a
Ascolana Huasco	180 ^h	13 ^d	37 ^d	60 ^c	287 ^g
Manzanilla de Sevilla	96 ^c	14 ^e	32 ^c	75 ^f	216 ^c
Nociara	97 ^d	8 ^c	59 ^e	67 ^d	231 ^e
Picual	153 ^g	14 ^f	59 ^f	140 ^h	366 ^g
Picholine	70 ^b	14 ^e	73 ^g	70 ^e	226 ^d
Picuda	121 ^e	33 ^g	103 ^h	98 ^g	355 ^f

Promedio expresado como mg/kg de aceite, n=3. Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre variedades.

Al observar el contenido de fenoles totales para cada una de las variedades, se ve que existen diferencias significativas entre ellas, hecho que se atribuye al factor genético propio de cada variedad.

En la tabla 13, se ve que los aceites de oliva extra virgen de las variedades 'Picual', 'Picholine' y 'Picuda' presentan las mayores concentraciones de derivados de oleuropeína y ligustrósido, compuestos que otorgan al aceite de oliva caracteres sensoriales de amargo y picante. Por tanto es esperable que un análisis sensorial a estos aceites destaque estos atributos.

En la figura 12 se observa que los aceites que presentaron mayor contenido de fenoles totales fueron las variedades 'Picual' y 'Picuda' con contenidos de 365,8 y 354,8 mg/kg, respectivamente.

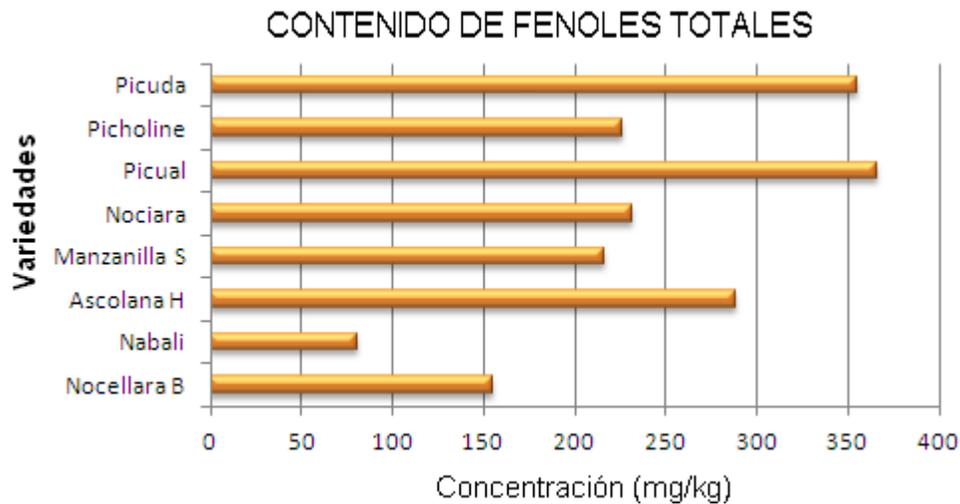


Figura 12.- Contenido de fenoles totales (mg/kg) en aceites de oliva extra virgen analizados.

Los valores obtenidos del análisis son comparables a los publicados por Pinto y Martínez (2005) quienes presentan concentraciones de 302 mg/kg para la variedad 'Picual' y 339 mg/kg para la variedad 'Picuda'. Así también, Uceda et al (2000) reportan valores de 284 y 263 mg/kg, para aceites extra vírgenes de estas variedades, respectivamente.

Los aceites de oliva extra virgen de las variedades 'Nocellara de Belice' y 'Nabali' fueron los que significativamente presentaron los menores contenidos de fenoles totales con valores de 155 y 80 mg/kg, respectivamente. Ambos contenidos son concordantes con resultados publicados por Dugo et al (2004) con 112 mg/kg para 'Nocellara de Belice' y por Nawaf y Al-Ass (2011) con 100 mg/kg para 'Nabali'.

Las posibles diferencias encontradas en el contenido de fenoles en los aceites de oliva estudiados con respecto a datos publicados, se debe fundamentalmente al comportamiento propio del olivo frente a condiciones climáticas y agronómicas particulares de las zonas de cultivo (en nuestro caso, el Valle de Huasco).

Considerando que la estabilidad de las materias grasas está determinada por su composición en ácidos grasos y antioxidantes, se esperaría que los aceites de oliva extra virgen de las variedades 'Picholine', 'Picuda' y 'Picual' presenten la mayor estabilidad oxidativa (en comparación a los demás aceites de oliva extra virgen estudiados), debido a sus altos niveles de ácido oleico, bajos niveles de ácido linoleico y linolenico, y a sus elevadas concentraciones de α -tocoferol y fenoles totales. Por otra parte, se esperaría que el aceite de oliva extra virgen de la variedad 'Nabali' sea el menos estable a la oxidación, dadas sus bajas concentraciones de ácido oleico y antioxidantes, así como a su mayor contenido de ácido linoleico.

VI CONCLUSIONES

A partir de los criterios de calidad analizados, se establece que todos los aceites de oliva extra vírgenes estudiados, se encuentran en los rangos establecidos por el Consejo Oleícola Internacional, por lo pueden ser clasificados como aceite de oliva extra virgen.

De acuerdo a los criterios de identidad normados por COI (esteroles y composición de ácidos grasos), se establece que todos los aceites de oliva extra vírgenes analizados cumplen con los rangos esperados.

De la composición de ácidos grasos en los aceites de oliva extra virgen se determina al ácido oleico como el ácido mayoritario ($\geq 70\%$), siendo las variedades 'Picholine' y 'Picual' los aceites que presentan los mayores contenidos.

Del análisis de tocoferoles, el α -tocoferol es el compuesto mayoritario del aceite de oliva, al presentarse en una proporción de 95 a 100%. De los tocoferoles totales las variedades 'Picuda' y 'Ascolana Huasco' presentan el mayor contenido con 287 y 281 mg/kg, respectivamente.

El análisis de esteroides determina al β -sitosterol como el esteroide principal del aceite de oliva ($< 95\%$). Las variedades 'Picholine' y 'Nociara', presentan el mayor contenido de esteroides totales con 2301 y 2121 mg/kg, respectivamente.

El contenido de eritrodil+uvaol varía de 0,8 a 4,2%, siendo las variedades 'Picual' y 'Picholine' los aceites que presentan mayor contenido con 4,2%.

En la fracción de fenoles, los fenoles simples representan un porcentaje importante del contenido total de fenoles totales (39-93%), siendo el ácido elenólico, hidroxitirosol y tirosol son los compuestos mayoritarios.

Entre los derivados secoiridoides, estos alcanzan a representar el 38% del contenido total de fenoles en los aceites analizados, siendo las formas, decarboximetil aglicona de la oleuropeína dialdehídica y la aglicona del ligustrósido dialdehídica, los derivados que predominan.

Las variedades 'Ascolana Huasco', 'Picual' y 'Picuda', son los aceites con los mayores contenidos de fenoles totales, con concentraciones de 288, 365 y 355 mg/kg, respectivamente.

Cada variedad de aceite de oliva estudiadas, presenta perfiles químicos y de componentes bioactivos característicos, que obedecen más bien a factores genéticos propios de cada variedad, siendo posible a partir de esta información, potenciar las variedades entre sí para hacerlas más competitivas en el mercado mundial.

VII BIBLIOGRAFIA

- Aganchich B, Antoni A, Tabih H y Serraj R (2008). "*Fruit and oil quality of mature olive tree under partial rootzone drying in field conditions*". Revista Grasas y Aceites, Vol 59, N°13, páginas 225-233.
- Al-Maaitah M, Al-Absi K y Rawash K (2009). "*Oil Quality and Quantity of Three Olive Cultivars as Influenced by Harvesting Date in the Middle and Southern parts of Jordan*". International Journal of Agriculture & Biology, Vol 11, N°3, Mutah University.
- Al-Ismaïl K, Ahmad R, Aldabbas M y Rababah F (2011). "*Some physiochemical properties of olive and olive oil of three olive varieties*". Revista Italiana de la grasa, Vol 88, N°2, páginas 192-198.
- Antolin I y Molero M (2000). "Aplicación de espectrofotometría UV-Visible al estudio de la estabilidad térmica de aceites vegetales comestibles". Revista Grasas y Aceites, Vol 51, N°6, páginas 424-428.
- AOCS (1993). "*American Oil Chemistry Society*" *Official Methods and Recommended Practices of the AOCS*.
 - Método de análisis para determinación de índice de acidez en aceites vegetales, method Cd 3d-63, *Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemistry Society, 3th Edition, 1993*.
 - Índice de Peróxidos, método Cd 8b-90, *Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemistry Society, 3th Edition, 1993*.
 - Determinación de composición de ácidos grasos, método Ce 2-66, *Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemistry Society, 3th Edition, 1993*.
 - Determinación de tocoferoles en aceites vegetales por HPLC, método Ce 8-89, *Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemistry Society, 3th Edition, 1993*.

- Baiano A (2009). “*Changes in phenolic content and antioxidant activity of italian extra virgin olive oil*”. Revista Food and Science, Vol 74 N°2, páginas 177-183.
- ChileAlimentos (2013). “Asociación de empresas de alimentos de Chile”, Santiago, Chile. [En línea: www.chilealimentos.com].
- ChileOliva (2012). “Asociación de productores de Aceite de Oliva”, Chile. [En línea: www.chileoliva.cl].
- COI (2011). “Consejo Oleícola Internacional”. [En línea: www.internationaloliveoil.org].
 - Preparación de los ésteres metílicos de los ácidos grasos del aceite de oliva y el aceite de orujo de oliva. Norma COI/T.20/Doc. n° 24, 2001.
 - Determinación de la composición y del contenido en esteroides mediante cromatografía de gases en columna capilar. Norma COI/ T.20/ Doc. n° 10/Rev. 1
 - Norma Comercial aplicable a aceite de oliva y aceites de orujo de oliva, norma COI/T.15/NC no 3/ REV.5
- Dag A, Kerem Z, Yogev N, Zipori I, Lavee S y Ben-David E (2011). “Influence of time of harvest and maturity index on olive oil yield and quality”. Scientia Horticulturae Vol 127 páginas 358–366.
- De la Fuente P, Chamorro P, Moreno M, y Poza M (2004). “Propiedades antioxidantes del Hidroxitirosol procedente de la hoja de Olivo”. Revista de Fitoterapia, Vol 4 N°2, páginas 139-147.
- Del Carlo M (2006). “*Characterization of extra olive oil obtained from different cultivars*”. Revista Pomología Croatica, Vol 12 N°1, páginas 29-41.
- Dugo G, Alfa M, La Pera L, Mavrogeni E, Pollicino D, Maisano R, y Pizzimenti G (2004). “*Characterization of Sicilian virgin olive oils. A comparison between Cerasuola and Nocellara del Belice varieties*”. Revista Grasas y Aceites, Vol 55, N°4, páginas 415-422.

- Escuderos M, Sayago A, Morales M y Aparicio R (2009). “*Evaluation of alfa-tocopherol in extra virgin olive oil by a luminiscent method*”. Revista Grasa y Aceites, Vol6, N°4, páginas 336-342.
- Farré R y Martínez M (2011). “Uso de arcilla caolinítica como coadyudante tecnológico en el proceso de obtención del aceite de oliva”. Revista del comité científico AESAN, Vol15, N°2, páginas 103-114.
- Fernández J, Aguilar M y Pineda M (2003). “Caracterización de aceites de oliva vírgenes de la provincia de Córdoba y uso de antioxidantes como marcadores de autentificación”. Departamento de Biología Vegetal, Universidad de Córdoba, España.
- Fitó M (2003). “Composición del aceite de oliva virgen o extra virgen”. Publicación online 14/12/09. [En línea: www.elaceite.net/2009/12/14/aceite-de-oliva/composicion-del-aceite-de-oliva-virgen-o-extravirgen/].
- Gonzáles E, Merino B y García A (2012). “Alimentación Saludable: Guía para las familias”, Subdirección general de información y publicaciones. Ministerio de Sanidad y Consumos. Ministerio de Educación y ciencias, España.
- Giuffre A y Louadi L (2012). “*Influence of crop season and cultivar son the sterol compositionof olive oil in the región of Calabri (Italy)*”. Revista Ciencias de la alimentación Checa, Vol 31, N°31, páginas 256-263.
- Harwood J y Sánchez J (2003). “La biosíntesis lipídica en las aceitunas”. En: Manual del aceite de oliva. Editorial MUNDI-Prensa, Madrid España. Páginas 73-80.
- Hermoso M, Uceda M, Frias, L y Beltran, G (2000). “Maduración en El Cultivo del Olivo”. En: El cultivo del olivo. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España.

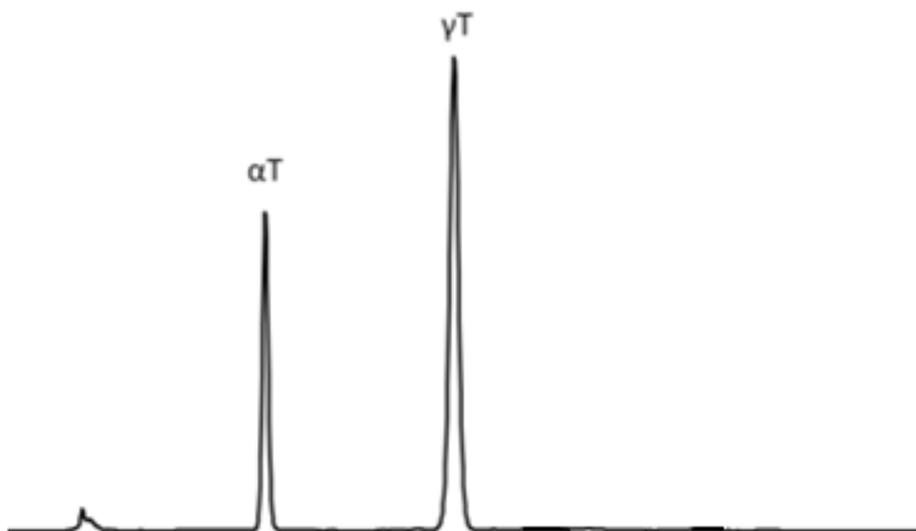
- INIA (2012). Instituto de Investigaciones Agropecuarias, dependiente del Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. [En línea: www.inia.cl]
- INN (2012). Instituto de Normalización Nacional. Aceite de oliva, Norma Chilena 107 OF 2001, Gobierno de Chile. [En línea: www.inn.cl]
- Kailis S y Harris D (2007). “*Producing tables olives*”. Editorial Landlinks Press, Australia.
- Kodad O, Socias R, Prats M y López M (2007). “Variabilidad del contenido de tocoferoles en distintos cultivos de olivo”. Revista ITEA, Vol 103, N°1, páginas 31-42.
- Loyola N, López R y Acuña C (2008). “Evaluación sensorial y analítica de la calidad del aceite extravirgen”. Universidad Católica del Maule, Departamento de Ciencias Agrarias. Revista Idesia, Vol 26 N°2, páginas 27-44.
- Luchetti F (2003). “Introducción al estudio del aceite de oliva”. En: Manual del aceite de oliva. Edición MUNDI-Prensa, Madrid España. Páginas 13-24.
- Mateos R, Espartero J, Trujillo M, Rios J, Leon-Camacho M y Alcludia F (2001). “*Determination of phenols, flavones, and lignans in virgen olive oils by solid phase extraction and high performance liquid chromatography with diode array ultraviolet detection*”. Revista J. Agric. Food Chemical Vol 49, N°5, páginas 2185-2192.
- Mateos R, Pereira-Caro G, Goya L y Bravo L (2011). “Biodisponibilidad y metabolismo de los compuestos fenólicos del aceite de oliva virgen”. Revista Alimentación, Nutrición y Salud, Vol 18, páginas 2-9.
- Melvin H (2002). “Nutrición para la salud, la condición física y el deporte”. Editorial Paidotribo. Barcelona, España.

- Muñoz A, Alvarado C y Encina C (2011). "Fitoesteroles y fitoestanoles: Propiedades saludables". Revista Horizonte Mexico, Vol 11 N°2, páginas 93-98.
- Nawaf M y Al-Ass N (2011). "*Qualitive response of Nabali Olive oil to altitud at subhumid mediterranean*". Revista internacional de Food properties, Vol 11 N°3, páginas 561-570.
- Natali F, Siculella L, Salvati S y Gnoni G (2007). "*Oleic acid is a potent inhibitor of fatty acid and cholesterol synthesis in C6 glioma cells*". Revista de Lipid Research, Vol 48, páginas 1966–1975.
- Odepa (2012). "Oficina de Estudios y políticas agropecuarias", Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. [En línea: www.odepa.cl]
- Oliveras M (2005). "Calidad del aceite de oliva extra virgen, antioxidantes y función biológica". Facultad de Farmacia, Departamento de Nutrición y Bromatología. Universidad de Granada, España.
- Ortuza M (2013). "Influencia de la latitud y variedad de cultivo en la evolución de los compuestos responsables del flavor (fenoles y volátiles) en aceites de oliva extra virgen". Memoria para optar al título de Ingeniera en Alimentos, Universidad de Chile.
- Oukabli A, Hamayed R, Hadiddou A y Boulouha A (2006). "Comportamiento agronómico de la variedad de olivo "Picholine " cultivada en Marruecos en clima semiárido". Revista del COI, ISSN 0255-996X, N°106, páginas 42-47.
- Pardo J, Cuesta M, Alfaro A, Núñez M y Alvarruiz A (2003). "Evaluación de la calidad potencial de aceites de oliva con denominación de origen". Escuela técnica superior de Ingenieros Agrónomos, España.

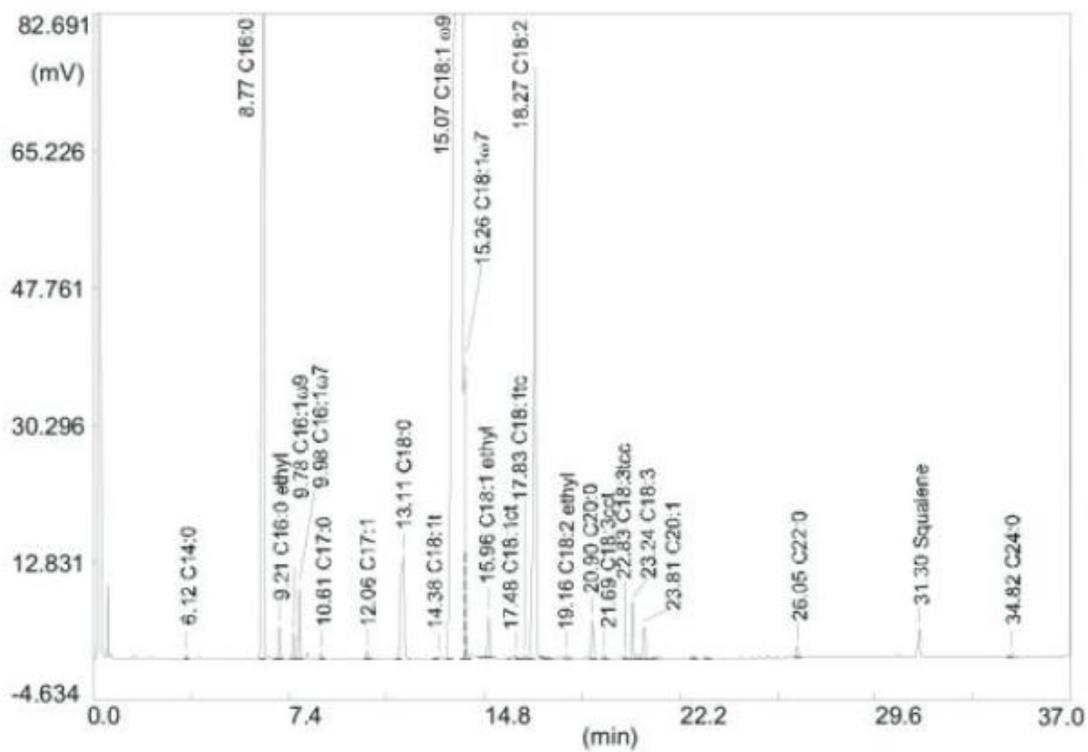
- Pérez P, López M, Segura F, Delgado J y Jimenez F (2006). “El aceite de oliva y prevención cardiovascular: más que una grasa”. Departamento de Bioquímica, Universidad de Córdoba, Argentina.
- Pinto J y Martínez J (2005). “El aceite de oliva y la dieta mediterranea”. Boletín Nutrición y Salud, Instituto de salud pública, España.
- Poiana M y Mincione A (2004). “*Fatty acids evolution and composition of olive oil extracted from different olive cultivars grown in Calabrian area*”. Revista Grasas y Aceites, Vol 55, N°3, páginas 282-290.
- Romero N y Aparicio R (2010). “Beneficios del aceite de oliva y por qué debiera incluirse en nuestra dieta”. Directorio de la Industria Oleícola Chilena. Directorios Chile.
- Revista Tierra Adentro (2010). “Especial frutas y hortalizas”. Revista del Instituto de investigaciones agropecuarias, Gobierno de Chile. Vol 97, páginas 35-37.
- Ruiz M. D. (2010). “Tratado de Nutrición: Composición y calidad nutritiva de los Alimentos”. Editorial Médica Panamericana, España.
- Sánchez J, Segura A y Fernández A (2006). “Capítulo 7: Composición del aceite de oliva”. En: El Aceite de Oliva. Editorial Unicaja, España. Páginas 194-222.
- Uceda M, Aguilera M, Jiménez A y Beltrán G (2000). “Variedades de olivo y aceitunas. Tipos de aceites”. Editorial Proedi S.L., Zaragoza.
- Urzaiz A (2010). “Análisis químico y sensorial de aceites de Oliva vírgenes extra monovarietales del Trujal Artajo”. Universidad Pública de Navarra, España.
- Weissbein S (2006). “*Characterization of new olive varieties response to irrigation with saline wáter in the ramat negev area*”. Departamento de Bioquímica, Universidad Ben-Gurion del Negev, Israel.

VIII ANEXOS

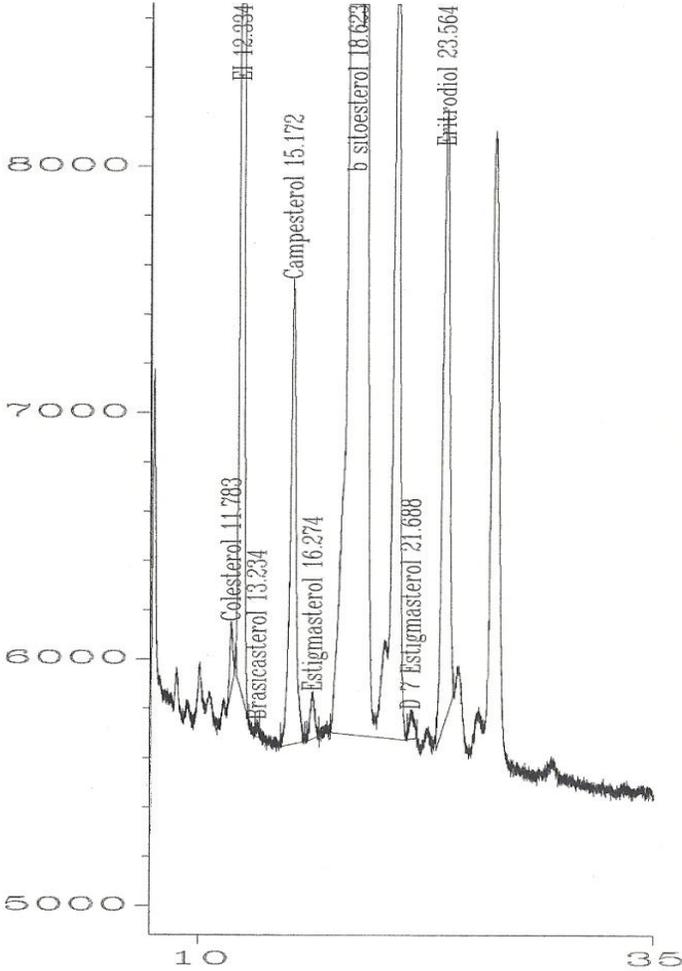
Anexo 1: Cromatografía HPLC para análisis de tocoferoles



Anexo 2: Cromatografía de gases para análisis de ácidos grasos



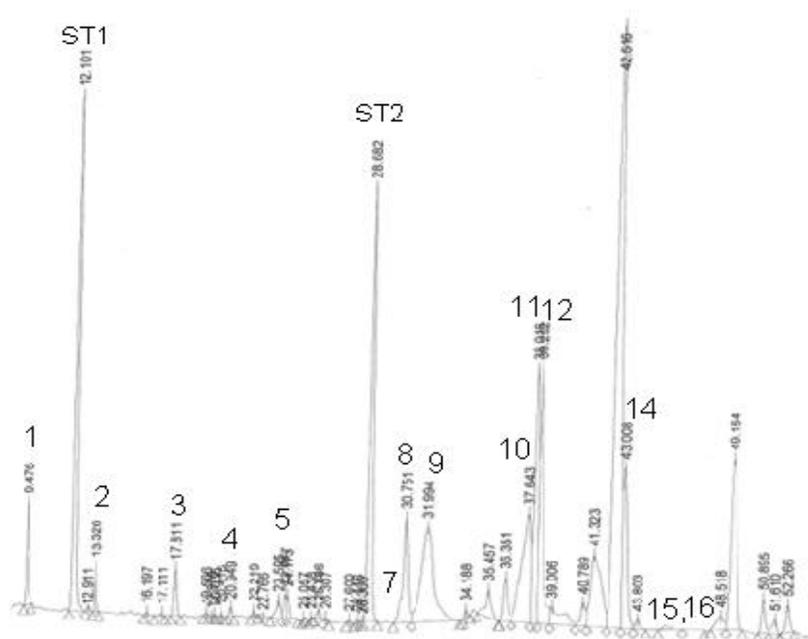
Anexo 3: Cromatografía de gases para análisis de esteroides



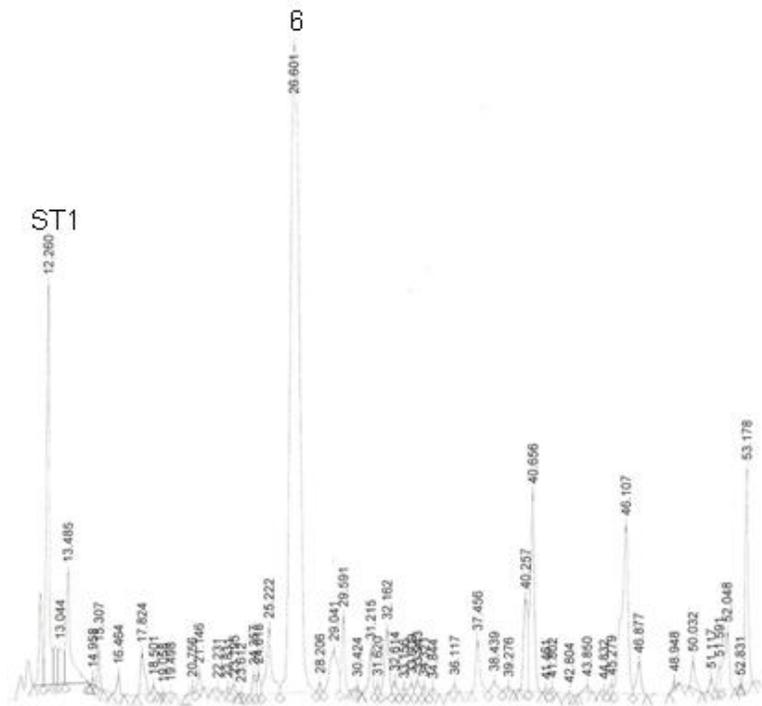
Anexo 4: Cromatografía HPLC para análisis de biofenoles

Compuesto	Código
Cromatograma a 280 nm	
Hidroxitirosol	1
Tirosol	2
Ácido vainílico	3
Vainillina	4
Ácido para-cumarico	5
Decarboximetil aglicona de la oleuropeína, forma dialdehídica oxidada (DAO-1)	7
Decarboximetil aglicona de la oleuropeína, forma dialdehídica (DAO-2)	8
Aglicona de la oleuropeína, forma dialdehídica (DAO-3)	9
Decarboximetil aglicona del ligustrósido, forma dialdehídica (DAL-1)	10
Pinoresinol, 1acetoxi-pinoresinol	11
Aglicona del ligustrósido, forma dialdehídica (DAL-2)	12
Aglicona de la oleuropeína, forma aldehídica e hidroxílica (DAO-4)	14
Aglicona del ligustrósido, forma aldehídica e hidroxílica oxidada (DAL-3)	15, 16
Cromatograma a 235 nm	
Ácido elenólico	6
Cromatograma a 335 nm	
Luteolina	13
Apigenina	17
Metil luteolina	18

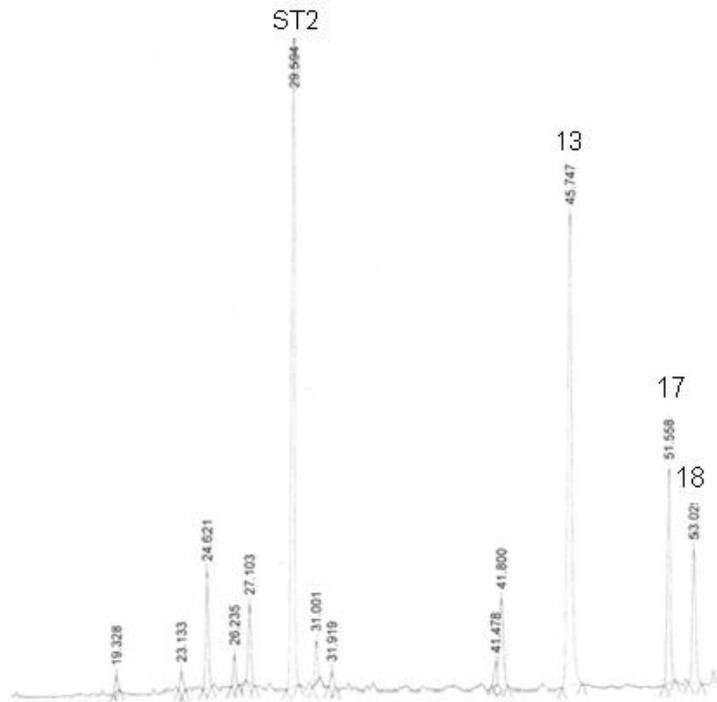
- $\lambda 280$



- λ235



- λ335



Anexo 5: Estudio estadístico para variedades en estudio

ANOVA Simple - perox por variedad

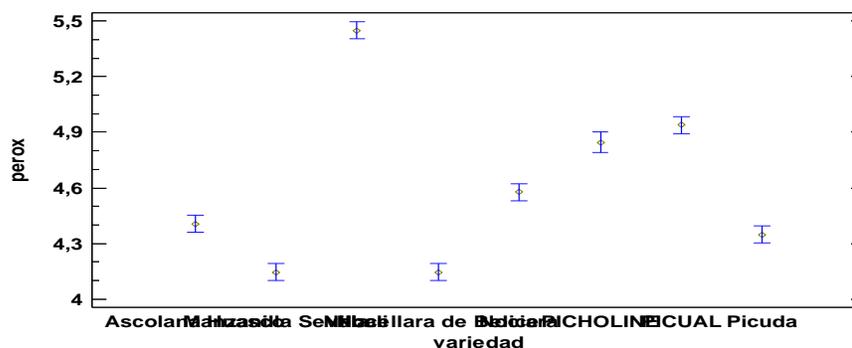
Tabla ANOVA para perox por variedad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	8,35566	7	1,19367	193,50	0,0000
Intra grupos	0,234416	38	0,00616885		
Total (Corr.)	8,59008	45			

Pruebas de Múltiple Rangos para perox por variedad: Método: 95,0 porcentaje LSD

Variedad	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Nocellara de Belice	6	4,14392	X
Manzanilla Sevilla	6	4,14567	X
Picuda	6	4,34783	X
Ascolana Huasco	6	4,40542	X
Nociara	6	4,57668	X
PICHOLINE	4	4,84563	X
PICUAL	6	4,9398	X
Nabali	6	5,44888	X

Medias y 95,0% de Fisher LSD



ANOVA Simple - acidez por variedad

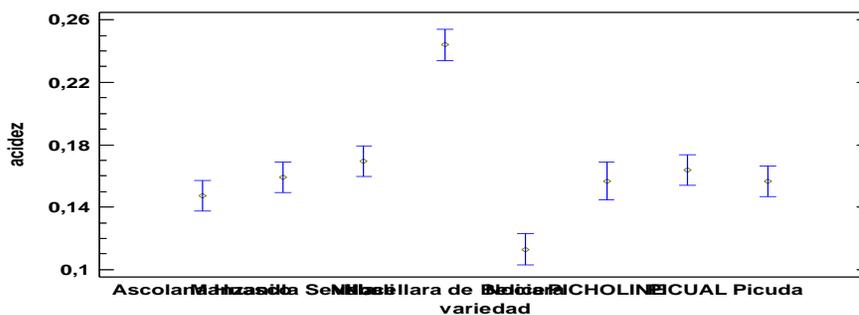
Tabla ANOVA para acidez por variedad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,0565319	7	0,00807599	28,18	0,0000
Intra grupos	0,0108915	38	0,000286619		
Total (Corr.)	0,0674235	45			

Pruebas de Múltiple Rangos para acidez por variedad Método: 95,0 porcentaje LSD

Variedad	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Nociara	6	0,11295	X
Ascolana Huasco	6	0,147417	X
Picuda	6	0,15655	XX
PICHOLINE	4	0,1567	XX
Manzanilla Sevilla	6	0,159083	XX
PICUAL	6	0,163717	XX
Nabali	6	0,169317	X
Nocellara de Belice	6	0,243983	X

Medias y 95,0% de Fisher LSD



ANOVA Simple - k270 por variedad

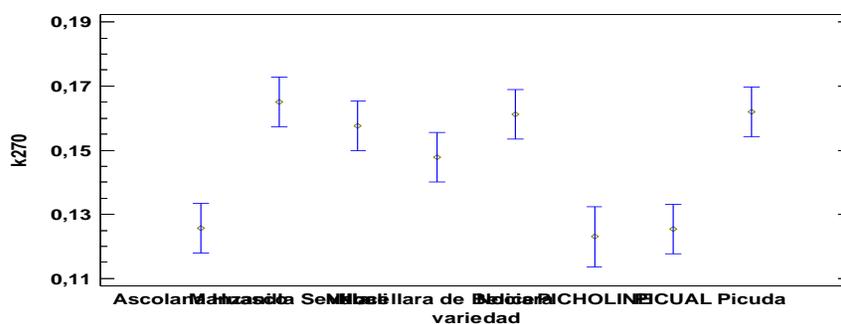
Tabla ANOVA para k270 por variedad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,00652682	7	0,000932403	11,88	0,0000
Intra grupos	0,00117683	15	0,0000784551		
Total (Corr.)	0,00770365	22			

Pruebas de Múltiple Rangos para k270 por variedad: Método: 95,0 porcentaje LSD

Variedad	Casos	Media	Grupos Homogéneos
PICHOLINE	2	0,123	X
PICUAL	3	0,125367	X
Ascolana Huasco	3	0,125633	X
Nocellara de Belice	3	0,1479	X
Nabali	3	0,157533	XX
Nociara	3	0,1613	XX
Picuda	3	0,1619	XX
Manzanilla Sevilla	3	0,165133	X

Medias y 95,0% de Fisher LSD



ANOVA Simple - k232 por variedad

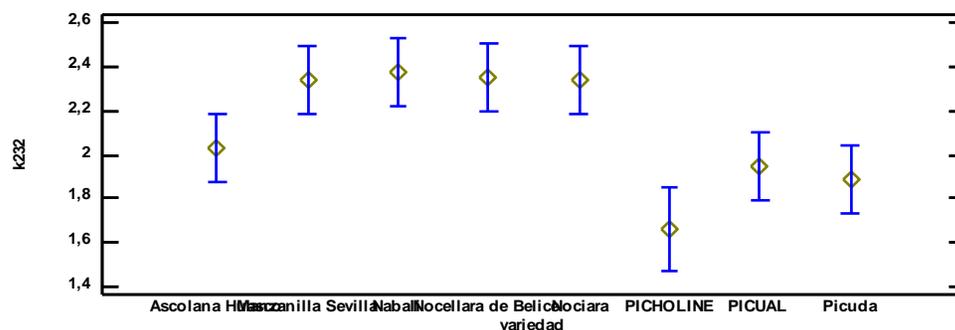
Tabla ANOVA para k232 por variedad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,34038	7	0,191483	6,03	0,0018
Intra grupos	0,476136	15	0,0317424		
Total (Corr.)	1,81651	22			

Pruebas de Múltiple Rangos para k232 por variedad: Método: 95,0 porcentaje LSD

Variedad	Casos	Media	Grupos Homogéneos
PICHOLINE	2	1,65905	X
Picuda	3	1,88893	XX
PICUAL	3	1,94343	XX
Ascolana Huasco	3	2,034	XX
Nociara	3	2,33977	XX
Manzanilla Sevilla	3	2,34273	XX
Nocellara de Belice	3	2,348	X
Nabali	3	2,3756	X

Medias y 95,0% de Fisher LSD



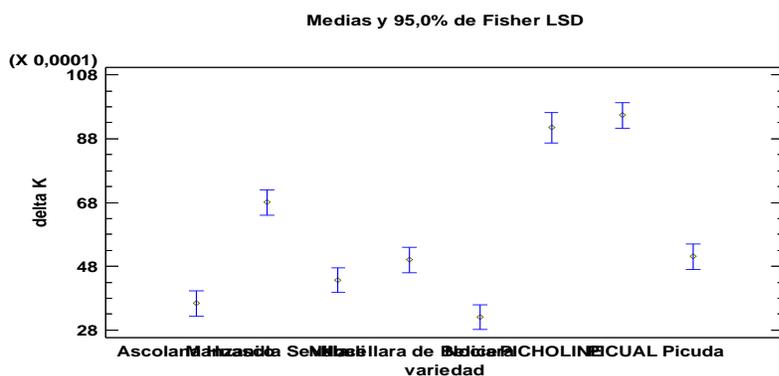
ANOVA Simple - delta K por variedad

Tabla ANOVA para delta K por variedad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,000110965	7	0,0000158521	78,09	0,0000
Intra grupos	0,000003045	15	2,03E-7		
Total (Corr.)	0,00011401	22			

Pruebas de Múltiple Rangos para delta K por variedad: Método: 95,0 porcentaje LSD

variedad	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Nociara	3	0,0032	X
Ascolana Huasco	3	0,00363333	XX
Nabali	3	0,00436667	XX
Nocellara de Belice	3	0,005	X
Picuda	3	0,0051	X
Manzanilla Sevilla	3	0,0068	X
PICHOLINE	2	0,00915	X
PICUAL	3	0,00953333	X



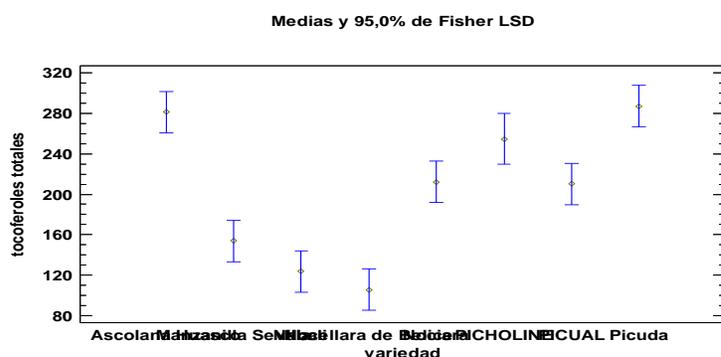
ANOVA Simple - tocoferoles totales por variedad

Tabla ANOVA para tocoferoles totales por variedad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	99915,5	7	14273,6	25,73	0,0000
Intra grupos	8319,6	15	554,64		
Total (Corr.)	108235,	22			

Pruebas de Múltiple Rangos para tocoferoles totales por variedad: Método: 95,0 porcentaje LSD

Variedad	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Nocellara de Belice	3	105,673	X
Nabali	3	123,667	XX
Manzanilla Sevilla	3	153,67	X
PICUAL	3	210,287	X
Nociara	3	212,353	X
PICHOLINE	2	254,86	XX
Ascolana Huasco	3	281,333	X
Picuda	3	287,0	X



ANOVA Simple - c16:0 por variedad

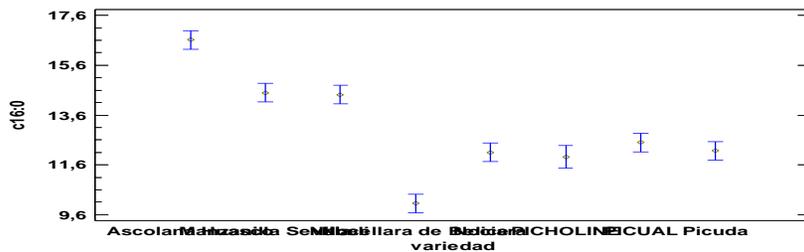
Tabla ANOVA para c16:0 por variedad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	171,074	7	24,4391	59,64	0,0000
Intra grupos	15,5725	38	0,409803		
Total (Corr.)	186,646	45			

Pruebas de Múltiple Rangos para c16:0 por variedad: Método: 95,0 porcentaje LSD

Variedad	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Nocellara de Belice	6	10,05	X
PICHOLINE	4	11,925	X
Nociara	6	12,1	X
Picuda	6	12,1667	X
PICUAL	6	12,5	X
Nabali	6	14,4167	X
Manzanilla Sevilla	6	14,5	X
Ascolana Huasco	6	16,6167	X

Medias y 95,0% de Fisher LSD



ANOVA Simple - c16:1 por variedad

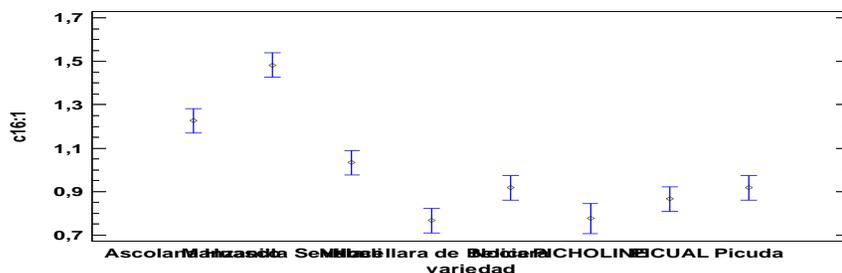
Tabla ANOVA para c16:1 por variedad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2,43295	7	0,347564	37,41	0,0000
Intra grupos	0,353033	38	0,00929035		
Total (Corr.)	2,78598	45			

Pruebas de Múltiple Rangos para c16:1 por variedad: Método: 95,0 porcentaje LSD

Variedad	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Nocellara de Belice	6	0,766667	X
PICHOLINE	4	0,775	X
PICUAL	6	0,866667	XX
Nociara	6	0,916667	X
Picuda	6	0,916667	X
Nabali	6	1,03333	X
Ascolana Huasco	6	1,22667	X
Manzanilla Sevilla	6	1,48333	X

Medias y 95,0% de Fisher LSD



ANOVA Simple - c18:0 por variedad

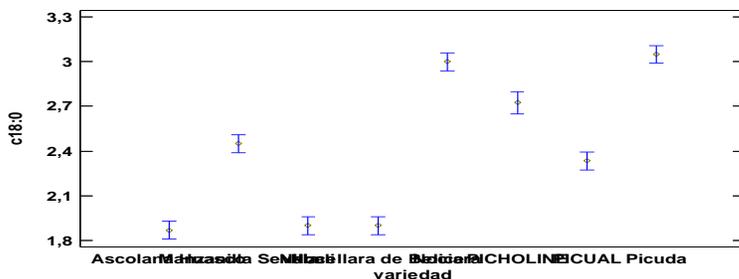
Tabla ANOVA para c18:0 por variedad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	9,8604	7	1,40863	132,44	0,0000
Intra grupos	0,404167	38	0,010636		
Total (Corr.)	10,2646	45			

Pruebas de Múltiple Rangos para c18:0 por variedad: Método: 95,0 porcentaje LSD

Variedad	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Ascolana Huasco	6	1,86667	X
Nabali	6	1,9	X
Nocellara de Belice	6	1,9	X
PICUAL	6	2,33333	X
Manzanilla Sevilla	6	2,45	X
PICHOLINE	4	2,725	X
Nociara	6	3,0	X
Picuda	6	3,05	X

Medias y 95,0% de Fisher LSD



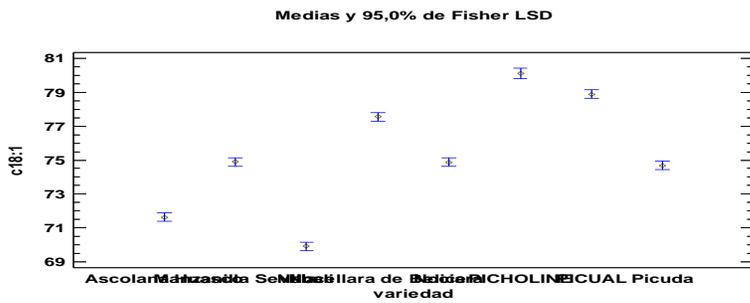
ANOVA Simple - c18:1 por variedad

Tabla ANOVA para c18:1 por variedad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	459,007	7	65,5724	355,38	0,0000
Intra grupos	7,01157	38	0,184515		
Total (Corr.)	466,018	45			

Pruebas de Múltiple Rangos para c18:1 por variedad: Método: 95,0 porcentaje LSD

variedad	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Nabali	6	69,9167	X
Ascolana Huasco	6	71,6333	X
Picuda	6	74,6833	X
Nociara	6	74,8833	X
Manzanilla Sevilla	6	74,9	X
Nocellara de Belice	6	77,5667	X
PICUAL	6	78,9	X
PICHOLINE	4	80,125	X



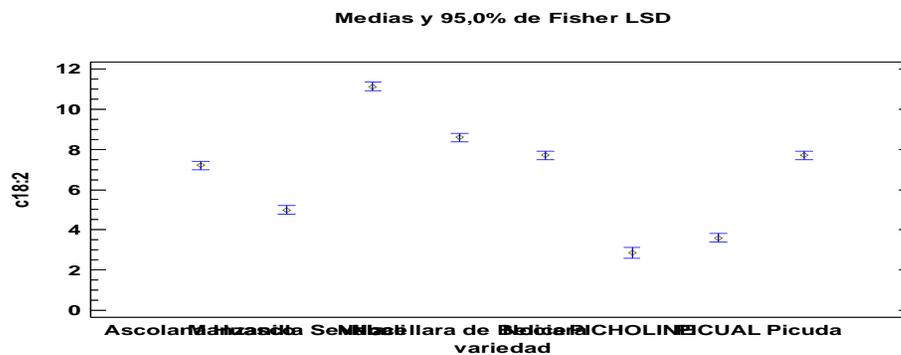
ANOVA Simple - c18:2 por variedad

Tabla ANOVA para c18:2 por variedad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	286,4	7	40,9142	312,93	0,0000
Intra grupos	4,96833	38	0,130746		
Total (Corr.)	291,368	45			

Pruebas de Múltiple Rangos para c18:2 por variedad: Método: 95,0 porcentaje LSD

variedad	Casos	Media	Grupos Homogéneos
PICHOLINE	4	2,85	X
PICUAL	6	3,6	X
Manzanilla Sevilla	6	4,98333	X
Ascolana Huasco	6	7,2	X
Nociara	6	7,71667	X
Picuda	6	7,71667	X
Nocellara de Belice	6	8,6	X
Nabali	6	11,1333	X



ANOVA Simple - c18:3 por variedad

Tabla ANOVA para c18:3 por variedad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,583188	7	0,0833126	13,87	0,0000
Intra grupos	0,228333	38	0,00600877		
Total (Corr.)	0,811522	45			

Pruebas de Múltiple Rangos para c18:3 por variedad: Método: 95,0 porcentaje LSD

variedad	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Nocellara de Belice	6	0,433333	X
Nociara	6	0,566667	X
Manzanilla Sevilla	6	0,616667	XX
Picuda	6	0,616667	XX
Ascolana Huasco	6	0,666667	XX
PICUAL	6	0,683333	XX
PICHOLINE	4	0,75	XX
Nabali	6	0,833333	X

Medias y 95,0% de Fisher LSD



ANOVA Simple - colesterol por variedad

Tabla ANOVA para colesterol por variedad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,20625	7	0,0294643	*****	0,0000
Intra grupos	0	16	0		
Total (Corr.)	0,20625	23			

Pruebas de Múltiple Rangos para colesterol por variedad: Método: 95,0 porcentaje LSD

variedad	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Nocellara	3	0,1	X
Picuda	3	0,2	X
Nabali	3	0,3	X
Nociara	3	0,3	X
Manzanilla S	3	0,3	X
Ascolana	3	0,3	X
Picual	3	0,4	X
Picholine	3	0,4	X

Medias y 95,0% de Fisher LSD



ANOVA Simple - campesterol por variedad

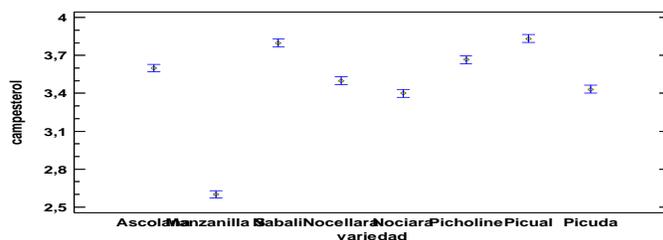
Tabla ANOVA para campesterol por variedad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	3,17958	7	0,454226	363,38	0,0000
Intra grupos	0,02	16	0,00125		
Total (Corr.)	3,19958	23			

Pruebas de Múltiple Rangos para campesterol por variedad: Método: 95,0 porcentaje LSD

variedad	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Manzanilla S	3	2,6	X
Nociara	3	3,4	X
Picuda	3	3,43333	X
Nocellara	3	3,5	X
Ascolana	3	3,6	X
Picholine	3	3,66667	X
Nabali	3	3,8	X
Picual	3	3,83333	X

Medias y 95,0% de Fisher LSD



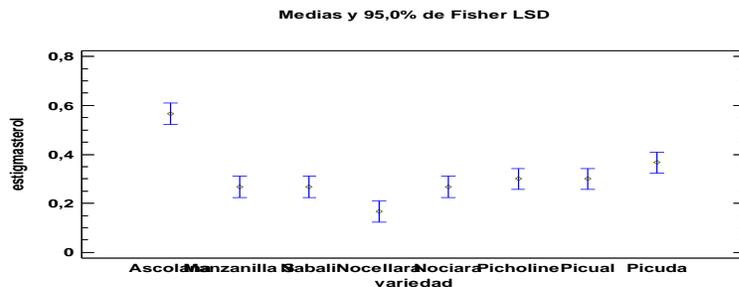
ANOVA Simple - estigmasterol por variedad

Tabla ANOVA para estigmasterol por variedad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,28625	7	0,0408929	16,36	0,0000
Intra grupos	0,04	16	0,0025		
Total (Corr.)	0,32625	23			

Pruebas de Múltiple Rangos para estigmasterol por variedad: Método: 95,0 porcentaje LSD

variedad	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Nocellara	3	0,166667	X
Nabali	3	0,266667	X
Manzanilla S	3	0,266667	X
Nociara	3	0,266667	X
Picholine	3	0,3	XX
Picual	3	0,3	XX
Picuda	3	0,366667	X
Ascolana	3	0,566667	X



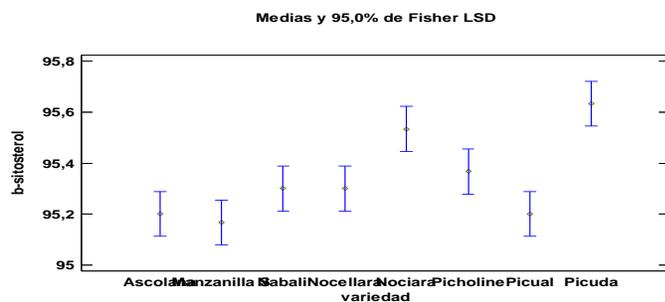
ANOVA Simple - b-sitosterol por variedad

Tabla ANOVA para b-sitosterol por variedad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,589583	7	0,0842262	8,09	0,0003
Intra grupos	0,166667	16	0,0104167		
Total (Corr.)	0,75625	23			

Pruebas de Múltiple Rangos para b-sitosterol por variedad: Método: 95,0 porcentaje LSD

variedad	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Manzanilla S	3	95,1667	X
Ascolana	3	95,2	X
Picual	3	95,2	X
Nabali	3	95,3	X
Nocellara	3	95,3	X
Picholine	3	95,3667	X
Nociara	3	95,5333	X
Picuda	3	95,6333	X



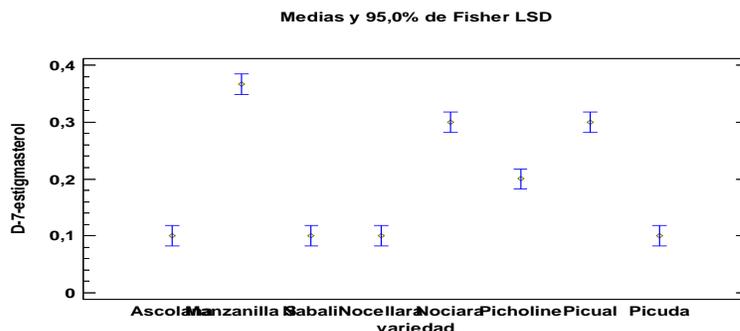
ANOVA Simple - D-7-estigmasterol por variedad

Tabla ANOVA para D-7-estigmasterol por variedad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,262917	7	0,0375595	90,14	0,0000
Intra grupos	0,00666667	16	0,000416667		
Total (Corr.)	0,269583	23			

Pruebas de Múltiple Rangos para D-7-estigmasterol por variedad: Método: 95,0 porcentaje LSD

variedad	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Picuda	3	0,1	X
Nabali	3	0,1	X
Nocellara	3	0,1	X
Ascolana	3	0,1	X
Picholine	3	0,2	X
Picual	3	0,3	X
Nociara	3	0,3	X
Manzanilla S	3	0,366667	X



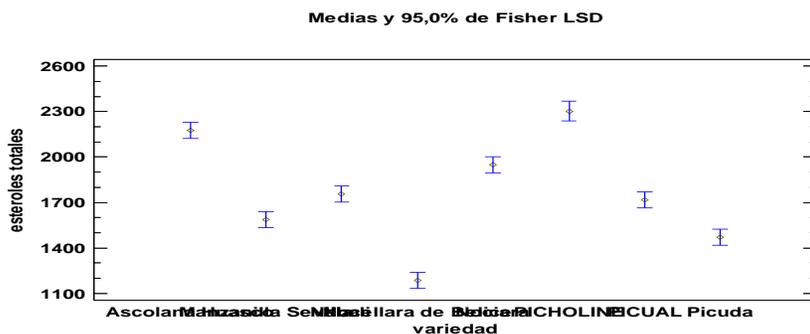
ANOVA Simple - esteroides totales por variedad

Tabla ANOVA para esteroides totales por variedad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2,54747E6	7	363924,	97,55	0,0000
Intra grupos	55962,3	15	3730,82		
Total (Corr.)	2,60343E6	22			

Pruebas de Múltiple Rangos para esteroides totales por variedad: Método: 95,0 porcentaje LSD

variedad	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Nocellara de Belice	3	1186,57	X
Picuda	3	1469,03	X
Manzanilla Sevilla	3	1585,9	X
PICUAL	3	1719,5	X
Nabali	3	1756,9	X
Nociara	3	1947,2	X
Ascolana Huasco	3	2177,9	X
PICHOLINE	2	2301,9	X



ANOVA Simple - eritrodial y uvaol por variedad

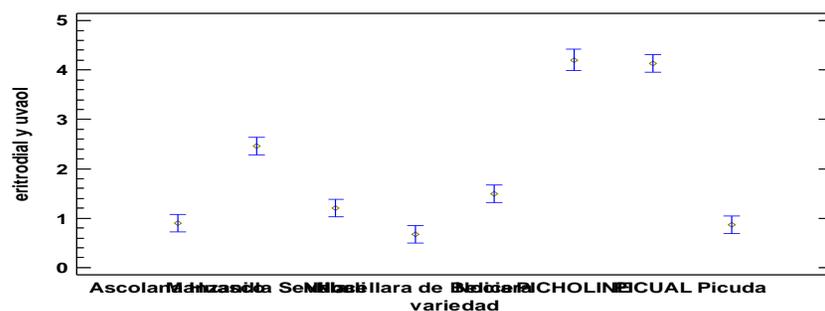
Tabla ANOVA para eritrodial y uvaol por variedad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	39,2229	7	5,60327	134,12	0,0000
Intra grupos	0,626667	15	0,0417778		
Total (Corr.)	39,8496	22			

Pruebas de Múltiple Rangos para eritrodial y uvaol por variedad: Método: 95,0 porcentaje LSD

variedad	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Nocellara de Belice	3	0,666667	X
Picuda	3	0,866667	XX
Ascolana Huasco	3	0,9	XX
Nabali	3	1,2	XX
Nociara	3	1,5	X
Manzanilla Sevilla	3	2,46667	X
PICUAL	3	4,13333	X
PICHOLINE	2	4,2	X

Medias y 95,0% de Fisher LSD



ANOVA Simple - pinosresinol por variedad

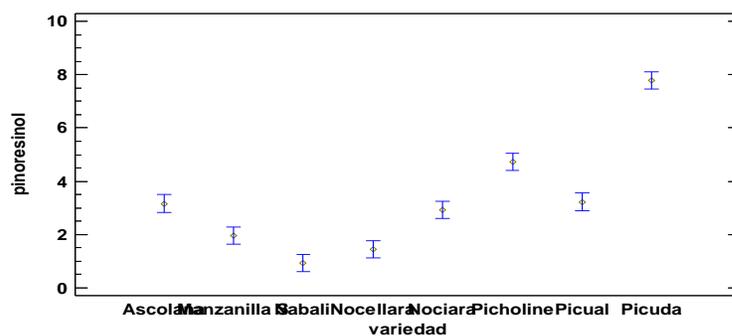
Tabla ANOVA para pinosresinol por variedad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	99,0661	7	14,1523	100,74	0,0000
Intra grupos	2,24767	16	0,140479		
Total (Corr.)	101,314	23			

Pruebas de Múltiple Rangos para pinosresinol por variedad: Método: 95,0 porcentaje LSD

variedad	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Nabali	3	0,936667	X
Nocellara	3	1,45333	XX
Manzanilla S	3	1,97	X
Nociara	3	2,93667	X
Ascolana	3	3,16333	X
Picual	3	3,22667	X
Picholine	3	4,71667	X
Picuda	3	7,78333	X

Medias y 95,0% de Fisher LSD



ANOVA Simple - luteolina por variedad

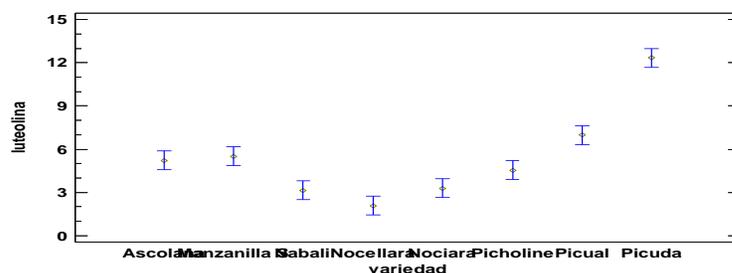
Tabla ANOVA para luteolina por variedad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	216,456	7	30,9222	54,55	0,0000
Intra grupos	9,06973	16	0,566858		
Total (Corr.)	225,525	23			

Pruebas de Múltiple Rangos para luteolina por variedad: Método: 95,0 porcentaje LSD

variedad	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Nocellara	3	2,06667	X
Nabali	3	3,13333	X
Nociara	3	3,27667	XX
Picholine	3	4,53667	XX
Ascolana	3	5,21333	X
Manzanilla S	3	5,51667	X
Picual	3	6,97667	X
Picuda	3	12,3367	X

Medias y 95,0% de Fisher LSD



ANOVA Simple - apigenina por variedad

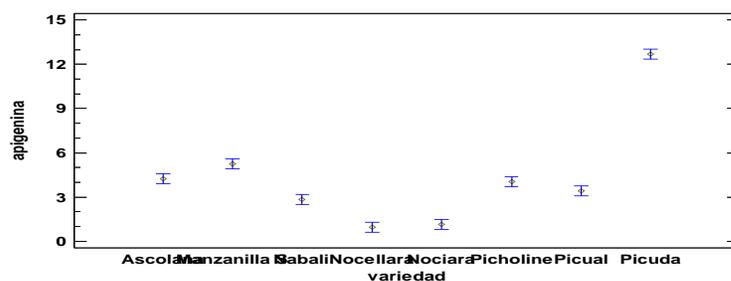
Tabla ANOVA para apigenina por variedad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	286,884	7	40,9834	275,19	0,0000
Intra grupos	2,3828	16	0,148925		
Total (Corr.)	289,266	23			

Pruebas de Múltiple Rangos para apigenina por variedad: Método: 95,0 porcentaje LSD

variedad	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Nocellara	3	0,966667	X
Nociara	3	1,14	X
Nabali	3	2,83667	X
Picual	3	3,41333	XX
Picholine	3	4,03667	XX
Ascolana	3	4,25333	X
Manzanilla S	3	5,26	X
Picuda	3	12,7033	X

Medias y 95,0% de Fisher LSD



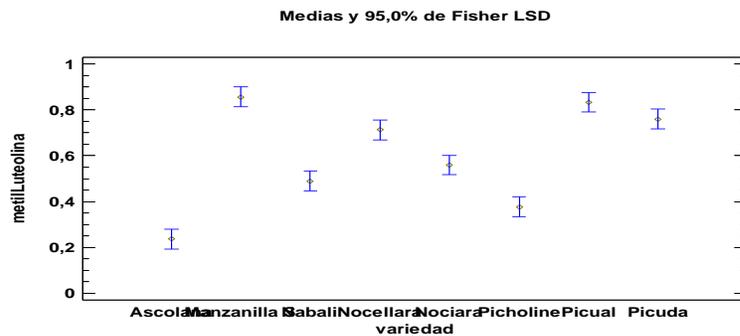
ANOVA Simple - metilLuteolina por variedad

Tabla ANOVA para metilLuteolina por variedad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,0628	7	0,151829	61,45	0,0000
Intra grupos	0,0395333	16	0,00247083		
Total (Corr.)	1,10233	23			

Pruebas de Múltiple Rangos para metilLuteolina por variedad: Método: 95,0 porcentaje LSD

variedad	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Ascolana	3	0,236667	X
Picholine	3	0,376667	X
Nabali	3	0,49	X
Nociara	3	0,56	X
Nocellara	3	0,713333	X
Picuda	3	0,76	XX
Picual	3	0,833333	XX
Manzanilla S	3	0,856667	X



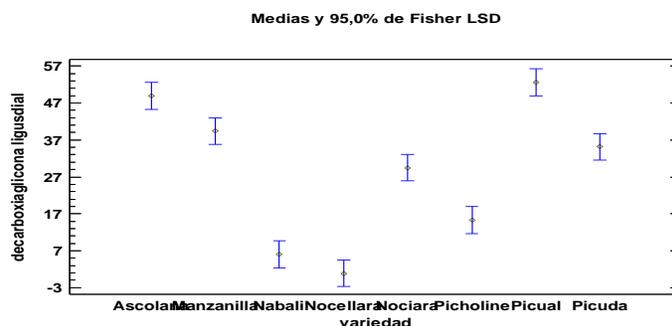
ANOVA Simple - decarboxiaglicona ligusdial por variedad

Tabla ANOVA para decarboxiaglicona ligusdial por variedad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	7801,98	7	1114,57	62,43	0,0000
Intra grupos	285,628	16	17,8517		
Total (Corr.)	8087,6	23			

Pruebas de Múltiple Rangos para decarboxiaglicona ligusdial por variedad: Método: 95,0 porcentaje LSD

variedad	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Nocellara	3	0,91	X
Nabali	3	6,00333	X
Picholine	3	15,3667	X
Nociara	3	29,5	X
Picuda	3	35,1233	XX
Manzanilla	3	39,3733	X
Ascolana	3	48,9	X
Picual	3	52,6167	X



ANOVA Simple - aglicona ligusdial por variedad

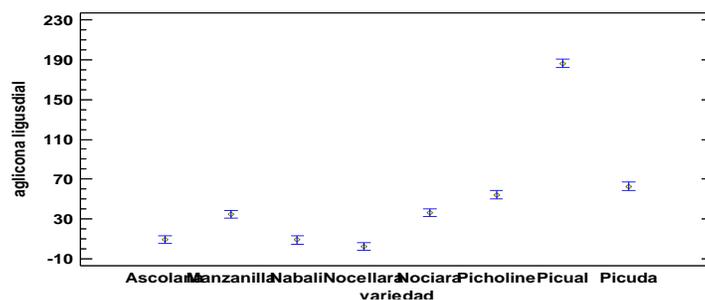
Tabla ANOVA para aglicona ligusdial por variedad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	74546,9	7	10649,6	509,63	0,0000
Intra grupos	334,347	16	20,8967		
Total (Corr.)	74881,2	23			

Pruebas de Múltiple Rangos para aglicona ligusdial por variedad: Método: 95,0 porcentaje LSD

variedad	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Nocellara	3	2,47333	X
Nabali	3	8,84	X
Ascolana	3	9,34333	X
Manzanilla	3	34,4133	X
Nociara	3	36,2667	X
Picholine	3	54,2667	X
Picuda	3	62,7833	X
Picual	3	86,503	X

Medias y 95,0% de Fisher LSD



ANOVA Simple - decarboxi aglioleuro dial por variedad

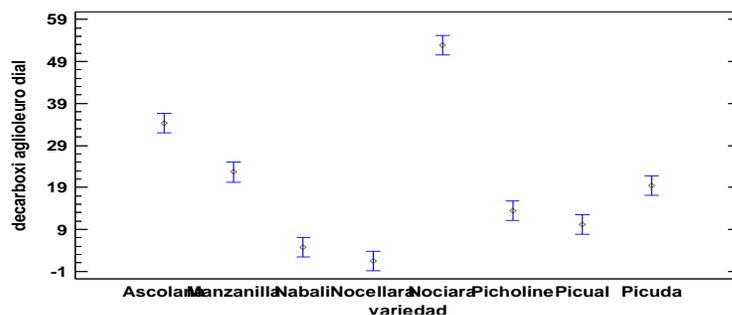
Tabla ANOVA para decarboxi aglioleuro dial por variedad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	6020,03	7	860,004	118,23	0,0000
Intra grupos	116,38	16	7,27375		
Total (Corr.)	6136,41	23			

Pruebas de Múltiple Rangos para decarboxi aglioleuro dial por variedad: Método: 95,0 porcentaje LSD

variedad	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Nocellara	3	1,46667	X
Nabali	3	4,8	X
Picual	3	10,1667	X
Picholine	3	13,4667	X
Picuda	3	19,5	X
Manzanilla	3	22,6333	X
Ascolana	3	34,3333	X
Nociara	3	52,8667	X

Medias y 95,0% de Fisher LSD



ANOVA Simple - aglioleuro dial por variedad

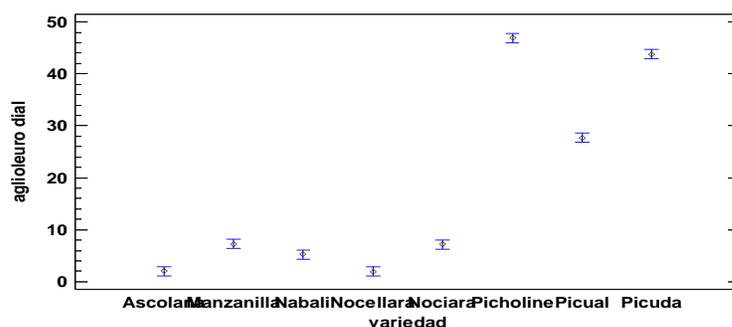
Tabla ANOVA para aglioleuro dial por variedad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	7525,02	7	1075,0	1048,78	0,0000
Intra grupos	16,4	16	1,025		
Total (Corr.)	7541,42	23			

Pruebas de Múltiple Rangos para aglioleuro dial por variedad: Método: 95,0 porcentaje LSD

variedad	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Nocellara	3	1,96667	X
Ascolana	3	2,0	X
Nabali	3	5,2	X
Nociara	3	7,13333	X
Manzanilla	3	7,23333	X
Picual	3	27,6667	X
Picuda	3	43,8333	X
Picholine	3	46,9333	X

Medias y 95,0% de Fisher LSD



ANOVA Simple - polifenoles totales por variedad

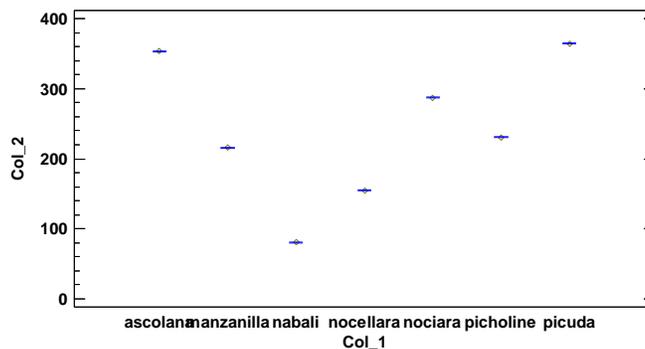
Tabla ANOVA para polifenoles totales por variedad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	194181,	7	27740,1	128031,32	0,0000
Intra grupos	3,46667	16	0,216667		
Total (Corr.)	194184,	23			

Pruebas de Múltiple Rangos para polifenoles totales por variedad: Método: 95,0 porcentaje LSD

variedad	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Nabali	3	80,52	X
Nocellara	3	155,36	X
Manzanilla	3	216,31	X
Picholine	3	226,10	X
Nociara	3	231,23	X
Ascolana	3	288,56	X
Picuda	3	354,79	X
Picual	3	365,81	X

Medias y 95,0% de Fisher LSD



ANOVA Simple - fenoles simples por variedad

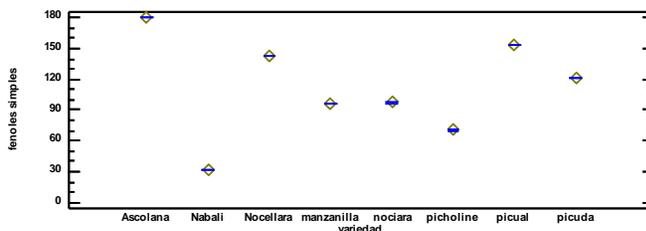
Tabla ANOVA para fenoles simples por variedad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	63748,7	7	9106,96	993486,55	0,0000
Intra grupos	0,22	24	0,00916667		
Total (Corr.)	63748,9	31			

Pruebas de Múltiple Rangos para fenoles simples por variedad: Método: 95,0 porcentaje LSD

variedad	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Nabali	4	31,825	X
picholine	4	70,325	X
manzanilla	4	96,025	X
nociara	4	97,225	X
picuda	4	121,025	X
Nocellara	4	143,425	X
picual	4	152,725	X
Ascolana	4	179,625	X

Medias y 95,0% de Fisher LSD



ANOVA Simple - flavonoides y lignanos por variedad

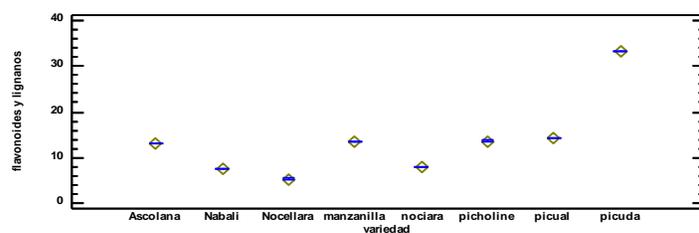
Tabla ANOVA para flavonoides y lignanos por variedad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2117,18	7	302,454	32995,01	0,0000
Intra grupos	0,22	24	0,00916667		
Total (Corr.)	2117,4	31			

Pruebas de Múltiple Rangos para flavonoides y lignanos por variedad: Método: 95,0 porcentaje LSD

variedad	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Nocellara	4	5,225	X
Nabali	4	7,525	X
noclara	4	7,925	X
Ascolana	4	12,925	X
manzanilla	4	13,525	X
picholine	4	13,625	X
picual	4	14,325	X
picuda	4	33,325	X

Medias y 95,0% de Fisher LSD



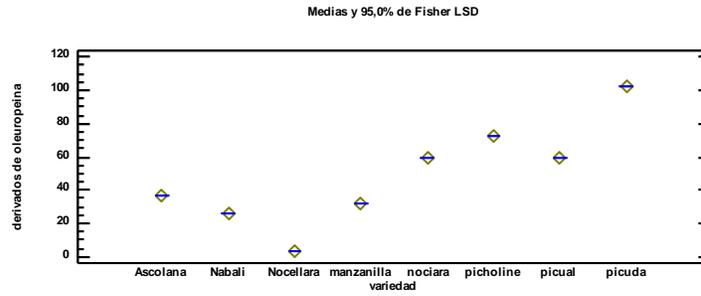
ANOVA Simple - derivados de oleuropeina por variedad

Tabla ANOVA para derivados de oleuropeina por variedad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	26679,5	7	3811,35	415784,03	0,0000
Intra grupos	0,22	24	0,00916667		
Total (Corr.)	26679,7	31			

Pruebas de Múltiple Rangos para derivados de oleuropeina por variedad: Método: 95,0 porcentaje LSD

variedad	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Nocellara	4	3,425	X
Nabali	4	26,225	X
manzanilla	4	32,325	X
Ascolana	4	36,625	X
noclara	4	59,125	X
picual	4	59,325	X
picholine	4	72,625	X
picuda	4	102,625	X



ANOVA Simple - derivados de ligustrosido por variedad

Tabla ANOVA para derivados de ligustrosido por variedad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	52271,0	7	7467,29	814613,61	0,0000
Intra grupos	0,22	24	0,00916667		
Total (Corr.)	52271,3	31			

Pruebas de Múltiple Rangos para derivados de ligustrosido por variedad: Método: 95,0 porcentaje LSD

variedad	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Nocellara	4	3,425	X
Nabali	4	15,025	X
Ascolana	4	59,525	X
nociara	4	67,025	X
picholine	4	69,625	X
manzanilla	4	74,525	X
picuda	4	97,925	X
picual	4	139,525	X

