

Aceites de Oliva Varietales Argentinos Cosecha 2006.

Índices de Calidad y Caracterización.

Autoras: Liliana N. Ceci¹, Mariana Cuña¹, Martha Melgarejo² y Amalia Carelli¹

1) Plapiqui UNS - CONICET. La Carrindanga Km 7, 8000-Bahía Blanca, Argentina. Tel.: (54-291)4861700, Fax: 4861600

2) Asociación Argentina de Grasas y Aceites (ASAGA). Hipólito Hirigoyen 1284 Poso 3º Of. 5, (C1086AAV) Buenos Aires, Argentina. Tel/Fax (54)-11-4381-0555

e-mail: acarelli@plapiqui.edu.ar , mmelgarejo@asaga.org.ar

Resumen

Se estudiaron 13 muestras de aceite de oliva de las variedades Arbequina, Barnea, Picual, Arauco, Coratina, Frantoio y Manzanilla cosecha 2006, procedentes de La Rioja y Catamarca, mediante criterios internacionales de calidad y pureza. Los índices primarios de calidad (acidez, índice de peróxidos y coeficientes de extinción en el ultravioleta) estuvieron de acuerdo con lo propuesto por el Consejo Oleícola Internacional (COI) para aceites de oliva "vírgenes extra". Entre otros parámetros de calidad, los aceites argentinos se destacaron por su alto contenido de tocoferoles (249 - 389 mg / kg).

Los aceites de Arbequina se caracterizaron por bajos contenidos del ácido graso C18:1 (40.57 - 56.85 %) y / o altos valores de C16:1 (2.73 - 5.25 %), C16:0 (18.69 - 23.79 %). Por su parte, los aceites de Manzanilla y Picual se destacaron por contenidos ligeramente excedidos de C18:3. Los contenidos de esteroides totales (1381 - 2699 mg / kg) y el porcentaje de eritrodioleína - uvaol (0.29 - 2.39 %) se ajustaron a los límites legales. En Arbequina, Barnea y Arauco, se observaron elevados contenidos de campesterol (4.19 - 5.27 %) y/o bajos contenidos de sitosterol aparente (91.79 - 92.41 %).

En general, Arbequina presentó contenidos de ceras C40 - C46 (236 - 523 mg/kg) superiores a los límites establecidos por el COI. Finalmente, se presentan las conclusiones generales del Proyecto trienal ASAGA - PLAPIQUI para la evaluación de aceites de oliva argentinos.

Palabras clave: Aceite oliva virgen, ácidos grasos, esteroides, ceras, antioxidantes.

Abstract

Thirteen olive oil samples from the latest crop (2006) in the Argentinian provinces of La Rioja and Catamarca, were examined by means quality and genuineness international criteria. Arbequina, Barnea, Picual, Arauco, Coratina, Frantoio, and Manzanilla varieties were evaluated. The classic quality indexes (acidity, peroxide index, and extinction coefficients in ultraviolet region) were according to the International Olive Oil Council (IOOC) normative for extra - virgin olive oils.

It is outstanding the high tocopherol contents (249 - 389 mg / kg) of the Argentinian oils. Arbequina oils were characterized by low C18:1 fatty - acid percentage (40.57 - 56.85 %) and / or high values for C16:1 (2.73 - 5.25 %), C16:0 (18.69 - 23.79 %). The linolenic acid was slightly exceeded in samples from Manzanilla and Picual. The total sterol content (1381 - 2699 mg / kg) and the erythrodiol - uvaol percentage (0.29-2.39 %) satisfied the limits for virgin olive oils. High campesterol contents (4.19-5.27 %) and low apparent sitosterol contents (91.79 - 92.41 %) were observed in Arbequina, Barnea and Arauco oils. Most of the Arbequina samples had C40 - C46 wax content (236 - 523 mg / kg) beyond the limits for edible virgin olive oils. Final conclusions on the ASAGA - PLAPIQUI Project (2004 - 2006) for characterize Argentinian olive oils are also presented.

Key words: Virgin olive oil, fatty acids, sterols, waxes, antioxidants.

Introducción

En nuestro país, la expansión de las zonas productoras por la implementación de regímenes de promoción agroindustrial que rigen desde hace algunos años, sumado al desconocimiento de la capacidad de adaptación de las variedades implantadas en el medio agronómico local, constituyen un escollo para el comercio internacional de los aceites de oliva, el cual se rige por las directivas del Consejo Oleícola Internacional (COI) [1].

Con el objetivo de definir la calidad y contribuir al conocimiento de los valores normales para la composición de los aceites varietales argentinos y su ajuste a los criterios de pureza del COI, se firmó un proyecto trienal entre la Planta Piloto de Ingeniería Química (PLAPIQUI, Universidad Nacional del Sur - CONICET) y la Asociación Argentina de Grasas y Aceites (ASAGA).

En la cosecha 2004, se evaluaron 21 muestras de aceite de oliva pertenecientes a las variedades Arbequina, Barnea, Picual, Frantoio, Empeltre, Arauco y Manzanilla de diferentes zonas productoras (Catamarca, La Rioja, Córdoba y Mendoza) [2,3]. Todos los aceites analizados fueron clasificados dentro de la categoría comercial "virgen extra" de acuerdo a los criterios establecidos por el COI, basados en parámetros químicos (acidez, índice de peróxidos, coeficientes de extinción en el ultravioleta) y sensoriales [2]. Una muestra de Arbequina y otra de Barnea, mostraron valores para el coeficiente de extinción a 232 nm, ligeramente superiores a 2.5, siendo su aceptación facultativa según el COI, para los socios comerciales de los países donde se venda al por menor.

Sólo una de 10 muestras de aceite correspondientes a la variedad Arbequina, en la cosecha 2004, satisfizo todos los límites de pureza en cuanto al contenido y composición de ácidos grasos, esteroides y ceras [3]. Los bajos contenidos de ácido oleico y los altos niveles de campesterol y ceras C40 - C46 observados en estas muestras podrían atribuirse además de los factores

genéticos, a las condiciones climáticas cálidas y a la escasa amplitud térmica características de algunas regiones productoras. La muestra perteneciente a la variedad Empeltre cumplió con todos los límites de pureza analizados y en el resto de las muestras se observaron desviaciones en alguno o algunos de los criterios evaluados [3].

En el año 2005, se analizaron 18 aceites procedentes de las provincias de La Rioja y Catamarca, incluyendo una muestra de la variedad Coratina que no había sido considerada en el año 2004 [4,5]. Se analizó también una muestra de la variedad Manzanilla Fina, obtenida a partir de aceitunas afectadas por la "enfermedad de las aceitunas jabonosas". La categoría comercial "virgen extra" fue adjudicada a todos los aceites provenientes de aceitunas sanas, usando los parámetros químicos fijados por el COI [4].

Por otra parte, las muestras pertenecientes a las variedades Picual, Empeltre y Manzanilla Criolla se ajustaron a todos los criterios de pureza analizados, destacándose por su alto porcentaje en ácido oleico y una favorable composición en ácidos grasos con relaciones oleico / linoleico entre 7 y 15 [4]. La composición en pigmentos (clorofilas y carotenos) y tocoferoles estuvo dentro de los límites esperados para aceites de oliva de buena calidad, destacándose la muestra de la variedad Coratina por su alto contenido en tocoferoles y alto porcentaje de ácido oleico [4].

En las muestras de Arbequina, se observaron bajos contenidos de oleico y/o alto campesterol, igual que en la cosecha 2004, lo que indicaría una baja adaptación de esta variedad al medio agronómico local [4,5]. En cuanto a las muestras de Barnea, éstas presentaron en ambas cosechas contenidos elevados de campesterol [3,5]. Todas las muestras de aceitunas sanas cumplieron con los límites legales para esteroides totales y eritrodiool - uvaol [5]. Sólo dos muestras de la variedad Arbequina mostraron contenidos elevados de ceras C40 - C46; cumpliendo el resto

de las muestras con los límites fijados por el COI [5].

Este mejor comportamiento en cuanto al contenido de ceras C40 - C46 en el año 2005, podría explicarse por el mayor índice de lluvias otoñales previas a la cosecha. En el presente trabajo, se muestran los resultados obtenidos durante el último año del Proyecto PLAPIQUI - ASAGA para el análisis de calidad y la caracterización de aceites de oliva varietales argentinos y se presentan también algunas conclusiones finales teniendo en cuenta los resultados obtenidos para las cosechas 2004 - 2006.

Materiales y métodos

Muestras de aceite

En este estudio se analizaron 13 muestras de aceite de oliva de distintos cultivares correspondientes a la cosecha 2006 y a establecimientos ubicados en las provincias de La Rioja y Catamarca. Las variedades analizadas fueron: Arbequina, Barnea, Picual, Arauco, Coratina, Frantoio y Manzanilla.

La edad de los olivares estuvo alrededor de 10 años y las muestras fueron obtenidas, en los meses de abril a junio bajo condiciones controladas, a partir de aceitunas con un índice de maduración entre 2 y 5.

Los aceites se conservaron hasta su análisis a una temperatura de 5°C, protegidos de la luz. El sistema de elaboración fue en todos los casos continuo, por centrifugación con decantadores de dos fases, a excepción de las muestras provenientes de Vichigasta (La Rioja) en las que se usaron decantadores de tres fases.

Por otra parte, las temperaturas de amasado variaron entre 23.5 y 34.0 °C y los tiempos de amasado entre 30 y 90 minutos. En la Tabla 1 se indica la variedad, procedencia, edad del olivar e índice de maduración de las aceitunas a partir de las cuales se obtuvieron las muestras de aceite. En la misma Tabla, se indica la nomenclatura con que se denominarán en adelante las mismas. Las muestras A1, A2, A3,

B1, P, MC y MCR, provienen de olivares analizados en los años 2004 y 2005, las muestras A4 y FR de olivares analizados en el 2005 y la muestra AU de un olivar analizado en el 2004.

• **Materiales**

Todos los reactivos fueron grado analítico, excepto metanol, ciclohexano e isooctano que fueron grado espectrofotométrico y n - hexano, n - heptano e isopropanol que fueron grado HPLC. Gel de sílice 60, tamaño de partícula 0.063 - 0.200 mm, 70 - 230 mesh (Merck, Darmstadt, Germany) fue usada en el análisis de ceras.

Los estándares cromatográficos de α -tocoferol (95 % de pureza), eritrodiol (98 % de pureza), mezcla de metil ésteres de ácidos grasos (99 % de pureza) con un amplio rango de número de átomos de carbono (C14 - C30), y ceras de 32 a 44 átomos de carbono (99 % de pureza) fueron provistos por Sigma (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO). Los estándares de 5 α -colestan - 3 β - ol (95 % de pureza) y uvaol (97 % de pureza) se adquirieron en Fluka (Fluka, Switzerland).

• **Ensayos de Calidad**

Se realizaron los siguientes análisis de calidad: Índice de peróxidos, acidez, coeficientes de extinción específica a 232 nm (K_{232}) y a 270 nm (K_{270}) y ΔK a 270 nm [1,6]. El índice de estabilidad oxidativa (OSI) se determinó empleando un equipo Rancimat 679 (Metrhom) a 110° C con flujo de aire de 20 L/h.

• **Polifenoles**

El contenido de compuestos fenólicos totales se determinó por extracción con meta-

no:agua (60:40, v/v) y espectrofotometría a 725 nm utilizando el reactivo de Folin - Ciocalteu y ácido cafeico como patrón [7].

• **Clorofila y Carotenos**

La determinación del contenido de clorofilas y carotenos se realizó por disolución de 7.5 g de muestra en ciclohexano hasta un volumen de 25 mL y obtención de los espectros de absorción, midiendo las absorbancias correspondientes a los máximos de los picos que aparecen a 670 nm (clorofila) y 472 nm (carotenos) [8]. Para determinar las concentraciones, se usaron coeficientes de extinción disponibles en bibliografía (clorofila: $E_o = 613$, carotenos, $E_o = 2000$) [8].

• **Tocoferoles**

El contenido y la composición de tocoferoles se evaluó por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) según norma IUPAC 2.432 [9]. Se utilizó un cromatógrafo Waters 600E provisto con detector de fluorescencia a 290 - 330 nm, columna Nucleosil 50 - 5 (25 cm x 0.46 cm, tamaño de partícula 5 μ m, Macherey - Nagel Co., Germany) y un procesador de datos Millennium 2010 (Millipore Corporation).

• **Ácidos Grasos**

La composición en ácidos grasos se determinó por cromatografía gaseosa capilar (CGC) según normas COI / T20 / Doc. N° 24 [1], IUPAC 2.302 [9]. Los ésteres metílicos de los ácidos grasos, obtenidos por transesterificación en frío con solución metanólica de hidróxido de potasio, fueron separados en una columna SP2380 [poli (90 % bi cianopropil / 10 % cianopropilfe-

nil siloxano) estabilizado], de 30 m de longitud, 0.25 μ m de diámetro interno y 0.25 μ m de espesor de film (Supelco, Inc., Bellefonte, PA).

Por otra parte, la temperatura de la columna fue fijada en 170 °C durante 15 min, luego incrementada a 4 °C / min hasta 210 °C, para mantenerse en esta temperatura por 10 min más. Se utilizó un cromatógrafo HP 4890D con un procesador de datos HP3398a GC Chemstation (Hewlett - Packard Company, Palo Alto, CA) e hidrógeno como gas portador a una velocidad de flujo de 17 cm / min. Las temperaturas del detector e inyector se mantuvieron en 220 °C y se usó un sistema de inyección "split" con una relación 1:100.

• **Ceras**

El contenido y la composición de ceras se determinó por CGC, previa separación de la fracción de ceras por cromatografía en columna de gel de sílice hidratado, según norma COI / T20. / Doc. N° 18 / Rev. 2 [1]. Se empleó un cromatógrafo Varian 3700 GLC provisto de detector de ionización de llama (FID), inyector "on - column" (Varian Associates Inc., Palo Alto, CA), columna capilar HP5 de 11 m x 0.32 mm (0.52 μ m) (Hewlett Packard, Palo Alto, CA) y procesador de datos Millennium 2010 (Millipore Corporation, Milford, MA).

Las condiciones de operación fueron: Gas carrier hidrógeno a 3 mL / min y una presión de 8 psig; temperatura del horno de la columna: 80 °C - 30 °C / min - 200 °C (1 min) - 3 °C / min - 340 °C (20 min); programación de temperatura del inyector: 80 °C -

Tabla 1 . Algunos datos culturales para los aceites de oliva evaluados

	Varietal	Origen	EO	IM	Varietal	Origen	EO	IM	
Arbequina	A1	Catamarca. Valle Central	9	3.9	Arauco	AU	La Rioja. Valle Capital	NP	2.7
	A2	La Rioja. Valle Capital	9	3.5	Coratina	C	La Rioja. Valle Capital	8	1.3
	A3	La Rioja. Valle Capital	11	2.8	Frantoio	FR	La Rioja. Valle Capital	11	2.4
	A4	La Rioja. Vichigasta	8	2.0	Picual	P	Catamarca. Valle Central	8	5.0
Barnea	B1	Catamarca. Valle Central	9	4.5	Manzanilla				
	B2	La Rioja. Valle Capital	9	2.7	Californiana	MC	La Rioja. Valle Capital	9	3.3
	B3	La Rioja Vichigasta	NP	NP	Criolla	MCR	La Rioja. Valle Capital	10	3.6

IM = Índice de maduración, EO = edad del olivar en años, NP = datos no proporcionados

40 °C / min - 320 °C, volumen de inyección 3 µL; FID a 350 °C y atenuación 2×10^{-12} .

. Metilesteroles y Eritrodiol - Uvaol

El contenido y la composición de metilesteroles y eritrodiol - uvaol se determinó por CGC según normas COI / T20 / Doc N° 10 / Rev.1 [1], Diario Oficial de las CEE L248 / 23 - 24 Anexo VI de 5.9.91. La materia grasa, conteniendo el patrón interno, se saponificó con una solución de hidróxido de

potasio, el insaponificable se extrajo con éter etílico y se separó la fracción esterólica y de eritrodiol - uvaol, mediante cromatografía en placa de gel de sílice básica.

Los esteroides, el eritrodiol y el uvaol así recuperados, se derivatizaron a trimetilsililéteres y se analizaron mediante cromatografía de gases con columna capilar.

Se empleó un cromatógrafo gaseoso HP4890 D (Hewlett - Packard Company,

Palo Alto, CA) provisto de detector de ionización de llama e inyector "split / splitless" con una relación "split" de 1:91, columna capilar SE54 de 30 m x 0.25 mm (0.2 µm) (Supelco Inc., Bellefonte, PA).

Las condiciones de operación fueron: Gas portador: hidrógeno a 37 cm/s y una presión de 11 psi; temperatura del horno de columna: 260 °C (2 min) - 1 °C / min - 265 °C (20 min); temperatura del inyector: 280 °C, volumen de inyección 1 µL y FID a 300 °C.

Tabla 2 . Índices de calidad para los aceites de oliva evaluados

Muestra	Acidez (% ác. oleico)	Índice Peróxidos (mEq/kg)	O.S.I. (h)	Polifenoles (mg/kg)
A1	0.421 ± 0.002	5.74 ± 0.04	6.6 ± 0.7	44 ± 7
A2	0.441 ± 0.002	5.77 ± 0.05	7.4 ± 0.0	48 ± 5
A3	0.290 ± 0.008	2.11 ± 0.02	10.4 ± 0.3	87 ± 8
A4	0.363 ± 0.002	4.39 ± 0.19	9.6 ± 0.1	70 ± 2
AU	0.213 ± 0.012	5.15 ± 0.08	13.9 ± 0.0	169 ± 1
B1	0.709 ± 0.003	5.89 ± 0.05	7.7 ± 0.1	43 ± 6
B2	0.303 ± 0.010	10.19 ± 0.05	5.6 ± 0.3	82 ± 3
B3	0.309 ± 0.007	3.74 ± 0.02	11.6 ± 0.1	131 ± 6
C	0.177 ± 0.002	4.51 ± 0.14	18.8 ± 0.1	332 ± 7
FR	0.365 ± 0.005	6.45 ± 0.08	9.3 ± 0.3	76 ± 1
P	0.565 ± 0.011	5.23 ± 0.04	9.5 ± 0.1	22 ± 2
MC	0.684 ± 0.001	5.58 ± 0.03	9.5 ± 0.2	42 ± 3
MCR	0.356 ± 0.003	6.07 ± 0.12	21.1 ± 0.2	137 ± 4

Tabla 3 . Coeficientes de extinción específica en el ultravioleta para los aceites de oliva evaluados

Muestra	K ₂₃₂	K ₂₇₀	ΔK
A1	2.066 ± 0.030	0.139 ± 0.003	0.002 ± 0.001
A2	1.551 ± 0.052	0.120 ± 0.010	-0.002 ± 0.001
A3	0.884 ± 0.083	0.116 ± 0.005	-0.002 ± 0.001
A4	2.296 ± 0.039	0.118 ± 0.013	-0.001 ± 0.001
AU	1.879 ± 0.021	0.130 ± 0.011	-0.001 ± 0.001
B1	1.776 ± 0.094	0.131 ± 0.005	-0.001 ± 0.001
B2	2.026 ± 0.070	0.098 ± 0.002	0.001 ± 0.001
B3	2.392 ± 0.038	0.128 ± 0.006	0.002 ± 0.003
C	1.822 ± 0.060	0.120 ± 0.009	-0.002 ± 0.000
FR	1.815 ± 0.104	0.108 ± 0.009	-0.001 ± 0.002
P	1.528 ± 0.093	0.074 ± 0.007	0.000 ± 0.001
MC	1.738 ± 0.040	0.127 ± 0.009	-0.001 ± 0.001
MCR	1.787 ± 0.070	0.111 ± 0.011	-0.002 ± 0.001

• Análisis Estadístico

Todos los análisis se realizaron por triplicado con excepción de los ensayos de ácidos grasos y ceras que se llevaron a cabo por cuadruplicado. Los resultados se presentan como valor promedio \pm intervalo de confianza (95 %).

Resultados y Discusión

Todas las muestras de aceite analizadas pertenecen a la categoría comercial "virgen extra", de acuerdo a los índices químicos de calidad fijados por el COI: acidez ≤ 0.8 % de ácido oleico, índice de peróxidos ≤ 20 mEq/kg, $K_{270} \leq 0.22$, $K_{232} \leq 2.50$ y $\Delta K \leq 0.01$ (Tablas 2 y 3). La estabilidad a la oxidación (OSI) presenta un amplio rango de variación, mostrando los valores más altos los aceites de las variedades Manzanilla Criolla, Coratina y Arauco (Tabla 2). Igual comportamiento, fue observado en las cosechas 2004 y 2005 [2,4]. El índice de estabilidad oxidativa más bajo en el año 2006, corresponde a una muestra de Barnea (B2) con un valor promedio de 5.6 h (Tabla 2). En las cosechas 2004 y 2005, algunas muestras de Barnea y Arbequina presentaron también valores de OSI bajos, con un amplio rango de variación para Arbequina [2,4]. Los resultados muestran una decisiva influencia de la variedad sobre la estabilidad de los

aceites frente a los procesos de oxidación.

Al considerar los aceites procedentes de los mismos olivares en diferentes cosechas, se evidencia un efecto significativo del año de cosecha sobre la estabilidad oxidativa de los mismos. Variaciones entre las cosechas de hasta 16 % se observó para una muestra de Barnea (8.9 h en la cosecha 2004 [2] y 7.7 h en la cosecha 2006) y hasta 92 % para otra de Arbequina (14.2 h en el año 2004 [2] y 7.4 h en 2006).

Los contenidos de polifenoles varían entre 22 y 332 mg/kg (Tabla 2), siendo la variedad Coratina, la que presenta al igual que en el 2005 el mayor contenido [5]. La cantidad de polifenoles en aceite de oliva no se encuentra reglamentada; sin embargo, se han informado contenidos de hasta 730 ppm [10].

La muestra de Arauco, presenta también un alto contenido de sustancias fenólicas, con un valor promedio de 169 mg/kg (Tabla 2), (aproximadamente igual al observado para el mismo olivar en la cosecha 2004) [2].

Por su parte, los aceites de Arbequina muestran un amplio rango de variación (44 -87 mg/kg), hecho que también había sido destacable en las cosechas 2004 y 2005. Los resultados revelan una fuerte influencia de la variedad en el contenido de sus-

tancias fenólicas de los aceites, las que por su capacidad antioxidante, incrementan la estabilidad oxidativa y por su directa relación con el sabor amargo y picante [2] mejoran el "flavor" de los mismos.

Al analizar los resultados obtenidos para muestras procedentes de los mismos olivares en el período 2004 - 2006, no se observó una influencia apreciable de la cosecha sobre el contenido de polifenoles. Los siguientes rangos de concentraciones de sustancias fenólicas totales en mg / kg se obtuvieron al considerar las 3 cosechas: 37 - 44 (A1), 35 - 48 (A2), 68 - 87 (A3), 43 - 46 (B1), 45 - 48 (MC).

Con respecto a la muestra de la variedad Manzanilla Criolla, ésta mostró un contenido de polifenoles más alto en la cosecha 2006, con un valor promedio de 137 mg / kg (Tabla 2), habiendo presentado valores promedio de 79 y 73 mg / kg, en las cosechas 2004 y 2005, respectivamente [2,5]. Este aumento del contenido de polifenoles en la cosecha 2006, podría deberse al mayor índice de maduración de las aceitunas y a la menor temperatura de batido de la pasta en el proceso de obtención del aceite. Criado y Col. (2004) han informado un mayor contenido de fenoles simples (hidroxitirosol y tiro-sol), en aceites de la variedad Arbequina, procedentes de la región de Jaen (España) y han adjudicado este incremento entre otros

Tabla 4 . Contenidos de clorofila, carotenos y tocoferoles

Muestra	Clorofila (mg/kg)	Carotenos (mg/kg)	Tocoferoles (mg/kg)			Totales
			α	β	γ	
A1	1.0 \pm 0.1	0.9 \pm 0.1	310	14	---	324 \pm 13
A2	4.5 \pm 0.0	3.0 \pm 0.1	321	10	---	331 \pm 16
A3	2.3 \pm 0.1	2.0 \pm 0.0	334	15	---	349 \pm 3
A4	4.6 \pm 0.1	3.7 \pm 0.2	252	---	---	252 \pm 10
AU	5.1 \pm 0.1	4.3 \pm 0.1	313	8	22	343 \pm 14
B1	2.2 \pm 0.3	1.9 \pm 0.2	379	---	---	379 \pm 5
B2	0.6 \pm 0.1	1.0 \pm 0.1	270	---	5	275 \pm 3
B3	4.8 \pm 0.1	2.7 \pm 0.1	259	---	5	264 \pm 10
C	6.5 \pm 0.0	4.2 \pm 0.0	379	---	10	389 \pm 24
FR	14.1 \pm 0.4	7.3 \pm 0.1	313	---	---	313 \pm 9
P	0.8 \pm 0.1	0.9 \pm 0.0	282	---	9	291 \pm 15
MC	8.9 \pm 0.2	3.7 \pm 0.1	217	21	11	249 \pm 20
MCR	3.9 \pm 0.1	3.7 \pm 0.1	297	7	---	304 \pm 14

factores al mayor índice de maduración de las aceitunas.

En cuanto a la muestra de Picual, con 22 mg / kg de polifenoles, presenta el valor más bajo de todos los aceites analizados en la cosecha 2006. El mismo olivar evidenció un valor promedio más alto en la cosecha 2005 (67 mg / kg) [5]. El mayor registro de lluvias otoñales antes de la cosecha 2005, después de un período de sequía, podría ser la causa de este mayor contenido de polifenoles.

Otros autores han encontrado un aumento de sustancias fenólicas en aceites de la variedad Cornicabra, bajo idénticas circunstancias climáticas [12].

Las muestras de Arbequina y Frantoio analizadas sólo en las cosechas 2005 y 2006, presentaron valores de 158 mg / kg y 121 mg / kg de polifenoles en la cosecha 2005. Estos valores son significativamente más altos que los que se observan para las mismas muestras en la cosecha 2006 (A4 y FR en la Tabla 2), hecho que podría también adjudicarse al mayor nivel de lluvias otoñales en el año 2005.

Por otra parte, en cuanto a los contenidos de pigmentos clorofílicos y carotenos, la Tabla 4 da muestra de éstos, los cuales además de ser responsables del color característico de un aceite de oliva, participan en los mecanismos de foto - y auto - oxidación.

Los contenidos de clorofilas varían entre 0.6 mg / kg (B2) y 14 mg / kg (FR). La muestra de Frantoio, presenta también el mayor contenido de carotenos (7 ppm), correspondiendo los menores contenidos (0.9 ppm) a una muestra de Arbequina (A1) y Picual (P). Rangos de valores comparables 1 - 15 mg / kg de pigmentos clorofílicos y 1.2 - 6.6 mg / kg de carotenos, se observaron en el 2005 [4].

A pesar de que los resultados se encuentran dentro de los rangos propuestos en bibliografía para aceites de oliva (clorofilas: 0.2-55 ppm, carotenos: 1-23 ppm) [8,13], los aceites estudiados demuestran

ser poco pigmentados, con contenidos de pigmentos totales en algunas muestras de hasta 20 mg / kg y en la mayoría de los casos inferiores a 10 ppm.

Como puede observarse en la Tabla 4, los aceites analizados en la cosecha 2006, tienen contenidos de tocoferoles totales mayores que 250 mg / kg. Este hecho destaca a los aceites argentinos como productos con altos contenidos de tocoferoles, al compararlos con los datos disponibles en bibliografía [13].

Los tocoferoles, junto con otros componentes, protegen al aceite de oliva de los fenómenos de auto - y foto - oxidación y además le imparten cualidades nutricionales. El componente mayoritario es el isómero alfa (vitamina E), que en los aceites analizados representa el 87 - 100 % del total de tocoferoles.

También se destaca la presencia en la mayoría de las muestras, de los isómeros beta y gama, los que no son tan frecuentes en aceites de oliva de otro origen. Merece especial atención el aceite perteneciente a la variedad Coratina, que muestra el mayor contenido de tocoferoles entre los aceites correspondientes a la cosecha 2006 (389 ppm), confirmando lo observado en la cosecha 2005 (437 ppm) [4]. Otros autores han informado elevados contenidos de tocoferoles (180 mg / kg) y fenoles (328 mg/L) en este varietal [14].

El análisis de muestras procedentes de los mismos olivares en las tres cosechas incluidas en el período 2004 - 2006, muestra una influencia importante de la cosecha sobre los contenidos de tocoferoles totales de los aceites, particularmente para la variedad Arbequina, que presentó una diferencia de 56 % entre las cosechas 2004 (364 ppm, datos no publicados) y 2005 (234 ppm) [4].

Las condiciones de procesamiento de las aceitunas y almacenaje de los aceites fueron similares en las tres cosechas estudiadas. Las condiciones mencionadas junto con la variedad, son los parámetros que según la bibliografía tienen un mayor efec-

to sobre el contenido de tocoferoles [13].

Sin embargo, Koutsaftakis y col. detectaron diferencias significativas entre cosechas y una disminución en el contenido del isómero alfa a medida que avanza el proceso de maduración de la aceitunas en aceites de oliva virgen de la variedad Koroneiki [15].

En nuestros estudios, en cinco de un total de siete muestras analizadas en las tres cosechas consecutivas, se observó el menor contenido de tocoferoles, cuando el índice de maduración de las aceitunas fue mayor. Esto demuestra la importancia del proceso de maduración de las aceitunas sobre el contenido de tocoferoles de los aceites. Las diferencias observadas entre cosechas podrían adjudicarse, además de los índices de maduración, a las distintas condiciones agro - climáticas imperantes en cada período.

La composición en ácidos grasos y la relación oleico / linoleico (O/L) para los aceites de la cosecha 2006, se muestran en las Tablas 5 y 6. Los límites fijados por el COI para aceites de oliva son: C14:0 \leq 0.05 %, C16:0 entre 7.5 y 20.0 %, C16:1 entre 0.3 y 3.5 %, C17:0 \leq 0.3 %, C17:1 \leq 0.3 %, C18:0 entre 0.5 y 5.0 %, C18:1 entre 55.0 y 83.0 %, C18:2 entre 3.5 y 21.0 %, C18:3 \leq 1.0 %, C20:0 \leq 0.6 %, C20:1 \leq 0.4 %, C22:0 \leq 0.2 %, C24:0 \leq 0.2 %.

Los aceites de las variedades Arauco y Frantoio, cumplen con todos los límites mencionados. Entre las muestras analizadas se destacan las de Coratina y Manzanilla Criolla por su alto contenido de ácido oleico, próximo a 70 %. Estas variedades presentaron igual comportamiento en años anteriores (2004: MCR=70 %; 2005: MCR=76 %, C=69 %), [3,4].

Otros aceites con contenidos de ácido oleico superiores a 70 %, fueron los de Empeltre [3,4] y algunas muestras de Picual [4].

Tres de cuatro muestras de Arbequina cosechadas en 2006, tienen bajos contenidos de ácido oleico (C18:1) y un exceso de los ácidos palmítico (C16:0) y/o palmitoleico (C16:1). Una muestra de Arbequina y otra de

Barnea presentan valores por encima de los límites del COI para ácido linoleico (C18:2). El ácido linolénico (C18:3) tiene valores levemente superiores al valor límite (1.0 %) en una muestra de Arbequina y en las muestras de Picual y Manzanilla.

Los aceites de Arbequina, mostraron también desviaciones importantes de los límites legales en las cosechas 2004 y 2005, donde resultaron afectadas el 80 % y aproximadamente 70 % de las muestras de esta variedad, respectivamente [3,4]. Las desviaciones

en la composición de ácidos grasos incluyeron en todos los casos bajos contenidos de ácido oleico y alternativamente contenidos elevados de los ácidos 16:0, 16:1 y 18:2.

Una sola muestra de esta variedad presentó un elevado ácido linolénico. En el resto de las variedades que no cumplieron con los límites reglamentados por el COI en las 3 cosechas evaluadas, se observó fundamentalmente un contenido de ácido linolénico ligeramente por encima del valor límite. El ácido linolénico se incrementa durante el proceso de madura-

ción a expensas del ácido palmítico [3] y un retraso de la cosecha podría ser la causa de que este ácido se encuentre por encima de los valores límites.

El análisis de los resultados obtenidos para muestras procedentes de los mismos olivares y procesadas de manera comparable en las diferentes cosechas, demuestra la influencia de las condiciones agro - climáticas en la composición en ácidos grasos de los aceites. En el 2005, una muestra de cada una de las variedades: Arbequina, Manzanilla California-

Tabla 5 . Composición en ácidos grasos (ésteres metílicos, % m/m) para los aceites de las variedades Arbequina, Coratina y Barnea

A.G.	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3
C14:0	0.04 ± 0.01	0.03 ± 0.00	0.03 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.01 ± 0.01	0.01 ± 0.00
C16:0	23.79 ± 0.10	19.91 ± 0.22	20.14 ± 0.14	18.69 ± 0.13	14.55 ± 0.25	14.99 ± 0.28	14.02 ± 0.07
C16:1	5.25 ± 0.04	3.59 ± 0.06	3.58 ± 0.03	2.73 ± 0.02	1.42 ± 0.03	1.40 ± 0.03	1.25 ± 0.01
C17:0	0.14 ± 0.01	0.13 ± 0.01	0.13 ± 0.00	0.12 ± 0.00	0.07 ± 0.00	0.08 ± 0.01	0.06 ± 0.00
C17:1	0.27 ± 0.01	0.26 ± 0.01	0.26 ± 0.00	0.28 ± 0.01	0.09 ± 0.00	0.11 ± 0.01	0.08 ± 0.00
C18:0	1.58 ± 0.01	1.49 ± 0.02	1.66 ± 0.01	1.66 ± 0.02	2.18 ± 0.01	2.10 ± 0.03	2.16 ± 0.01
C18:1	40.57 ± 0.10	52.73 ± 0.26	51.41 ± 0.13	56.85 ± 0.08	58.02 ± 0.21	60.54 ± 0.18	64.62 ± 0.08
C18:2	26.55 ± 0.10	20.21 ± 0.16	21.04 ± 0.07	18.14 ± 0.04	21.81 ± 0.06	19.06 ± 0.05	16.30 ± 0.06
C20:0	0.35 ± 0.01	0.33 ± 0.02	0.35 ± 0.00	0.33 ± 0.02	0.38 ± 0.01	0.39 ± 0.04	0.37 ± 0.01
C18:3	1.09 ± 0.02	0.89 ± 0.02	0.94 ± 0.03	0.75 ± 0.02	0.99 ± 0.00	0.87 ± 0.01	0.71 ± 0.01
C20:1	0.21 ± 0.00	0.25 ± 0.02	0.27 ± 0.00	0.28 ± 0.01	0.30 ± 0.01	0.27 ± 0.01	0.25 ± 0.02
C22:0	0.10 ± 0.00	0.12 ± 0.04	0.12 ± 0.01	0.10 ± 0.00	0.11 ± 0.01	0.11 ± 0.01	0.11 ± 0.00
C24:0	0.06 ± 0.01	0.06 ± 0.01	0.07 ± 0.00	0.05 ± 0.00	0.06 ± 0.00	0.07 ± 0.01	0.06 ± 0.00
Oleico\ Linoleico	1.53 ± 0.00	2.61 ± 0.02	2.44 ± 0.00	3.13 ± 0.01	2.66 ± 0.01	3.18 ± 0.00	3.96 ± 0.01

Tabla 6 . Composición en ácidos grasos (ésteres metílicos, % m/m) para los aceites de las variedades Frantoio, Picual, Arauco y Manzanilla

A.G.	AU	C	FR	P	MC	MCR
C14:0	0.02 ± 0.01	0.01 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.01 ± 0.00
C16:0	17.53 ± 0.07	14.39 ± 0.33	16.12 ± 0.34	16.68 ± 0.14	15.83 ± 0.19	15.42 ± 0.15
C16:1	2.16 ± 0.01	0.60 ± 0.01	1.64 ± 0.04	2.76 ± 0.04	2.28 ± 0.03	2.06 ± 0.02
C17:0	0.07 ± 0.00	0.06 ± 0.01	0.09 ± 0.03	0.08 ± 0.01	0.15 ± 0.00	0.14 ± 0.00
C17:1	0.11 ± 0.00	0.08 ± 0.00	0.10 ± 0.00	0.11 ± 0.01	0.27 ± 0.00	0.37 ± 0.00
C18:0	2.36 ± 0.01	1.87 ± 0.01	2.18 ± 0.02	3.90 ± 0.03	3.07 ± 0.02	1.51 ± 0.01
C18:1	58.38 ± 0.04	69.39 ± 0.22	62.35 ± 0.25	61.40 ± 0.20	61.36 ± 0.21	73.10 ± 0.10
C18:2	17.48 ± 0.06	11.67 ± 0.09	15.75 ± 0.11	13.12 ± 0.06	14.94 ± 0.02	5.52 ± 0.03
C20:0	0.43 ± 0.01	0.40 ± 0.02	0.35 ± 0.03	0.42 ± 0.02	0.47 ± 0.01	0.29 ± 0.02
C18:3	0.97 ± 0.01	0.82 ± 0.00	0.89 ± 0.01	1.10 ± 0.01	1.11 ± 0.01	1.06 ± 0.01
C20:1	0.28 ± 0.00	0.53 ± 0.02	0.33 ± 0.03	0.24 ± 0.00	0.30 ± 0.02	0.35 ± 0.02
C22:0	0.13 ± 0.01	0.11 ± 0.00	0.11 ± 0.00	0.10 ± 0.00	0.12 ± 0.00	0.10 ± 0.01
C24:0	0.08 ± 0.01	0.07 ± 0.00	0.07 ± 0.01	0.07 ± 0.00	0.08 ± 0.00	0.07 ± 0.00
Oleico\ Linoleico	3.34 ± 0.01	5.95 ± 0.03	3.96 ± 0.01	4.68 ± 0.03	4.11 ± 0.02	13.24 ± 0.06

na y Manzanilla Criolla y dos pertenecientes a Picual, cumplieron con todos los límites legales correspondientes, revirtiendo lo que había ocurrido en alguna o las dos cosechas restantes, donde presentaban uno o varios

ácidos grasos fuera de dichos límites. El mayor registro de lluvias otoñales antes de la cosecha 2005, en algunas regiones de La Rioja y Catamarca, podría ser la causa de este comportamiento.

Las relaciones O/L resultaron fuertemente influenciadas por el factor genético. La muestra de la variedad Manzanilla Criolla en la cosecha 2006, mostró una relación O/L igual a 13.4, siendo éste el valor más eleva-

Tabla 7 . Contenido y composición de metilesteroles y eritrodiol-uvaol para los aceites de Arbequina y Barnea

Esterol	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3
1. Colesterol	0.14	0.13	0.17	0.21	0.19	0.17	0.29
2. Brasicasterol	0.06	0.11	0.05	0.11	n.d.	0.04	0.05
3. 24-Metilencolesterol	0.06	0.16	0.21	0.29	0.08	0.18	0.23
4. Campesterol	5.27	5.12	4.94	4.61	4.99	4.91	5.02
5. Campestanol	0.19	0.20	0.09	0.11	0.08	0.08	0.09
6. Estigmasterol	1.57	1.44	1.18	1.32	1.03	0.91	0.67
7. Δ -7-Campesterol	0.28	0.52	0.39	0.36	0.33	0.24	0.32
8. Δ -5,23-Estigmastadienol	0.15	0.28	0.06	0.77	0.14	n.d.	n.d.
9. Clerosterol	1.01	1.29	1.14	1.46	1.18	1.20	1.14
10. β -Sitosterol	86.96	85.34	85.52	83.07	87.18	86.53	85.53
11. Sitostanol	0.38	0.65	0.36	0.57	0.35	0.31	0.51
12. Δ -5-Avenasterol	2.95	3.45	4.65	5.86	3.58	4.34	5.03
13. Δ -5,24-Estigmastadienol	0.66	0.78	0.68	0.68	0.51	0.59	0.59
14. Δ -7-Estigmastenol	0.12	0.20	0.25	0.20	0.16	0.19	0.17
15. Δ -7 Avenasterol	0.20	0.33	0.31	0.38	0.20	0.31	0.36
Sitosterol Aparente (8-13)	92.11	91.79	92.41	92.41	93.30	92.97	92.80
Esteroles Totales (mg/kg)	2699 \pm 14	2014 \pm 20	2234 \pm 9	1923 \pm 83	2546 \pm 3	2265 \pm 35	1886 \pm 9
Eritrodiol-Uvaol (% Est. Tot.)	1.07	2.39	1.50	1.03	1.55	0.29	1.23

Tabla 8 . Contenido y composición de metilesteroles y eritrodiol-uvaol para los aceites de Arauco, Coratina, Frantoio, Picual y Manzanilla

Esterol	AU	C	FR	P	MC	MCR
1. Colesterol	0.21	0.23	0.13	0.16	0.11	0.08
2. Brasicasterol	0.12	0.10	0.08	0.06	0.04	0.00
3. 24-Metilencolesterol	0.34	0.07	0.03	0.20	0.10	0.14
4. Campesterol	4.19	3.48	3.59	3.64	3.22	3.48
5. Campestanol	0.08	0.17	0.07	0.06	0.05	0.00
6. Estigmasterol	1.03	0.79	0.81	1.19	1.76	0.74
7. Δ -7-Campesterol	1.15	0.28	0.37	0.16	0.50	0.34
8. Δ -5,23-Estigmastadienol	0.13	0.14	0.00	0.23	0.06	0.16
9. Clerosterol	1.34	1.18	0.99	1.24	1.14	1.12
10. β -Sitosterol	82.20	88.24	87.46	85.86	88.13	86.06
11. Sitostanol	0.49	0.61	0.48	0.28	0.31	0.60
12. Δ -5-Avenasterol	7.15	3.57	4.31	5.53	3.33	5.97
13. Δ -5,24-Estigmastadienol	0.98	0.63	0.87	0.63	0.54	0.61
14. Δ -7-Estigmastenol	0.29	0.33	0.38	0.21	0.26	0.21
15. Δ -7 Avenasterol	0.30	0.18	0.43	0.55	0.45	0.49
Sitosterol Aparente (8-13)	92.29	94.37	94.11	93.77	93.51	94.52
Esteroles Totales (mg/kg)	1716 \pm 12	1381 \pm 4	1968 \pm 19	2584 \pm 26	2417 \pm 16	2367 \pm 9
Eritrodiol-Uvaol (% Est. Tot.)	1.93	1.32	0.77	0.35	1.75	0.51

do y encontrándose significativamente distanciado de los valores observados para las otras variedades (1.53 - 5.95) como puede apreciarse en las Tablas 5 y 6.

Cabe destacar que esta variedad también mostró el valor más alto en la cosecha 2005 [4]. Estas altas relaciones O/L indican un elevado contenido del principal ácido mono - insaturado y / o un bajo contenido del ácido poli - insaturado de mayor relevancia, que por sus dos dobles ligaduras, resulta ser más fácilmente oxidable. La composición en ácidos grasos favorable para frenar los procesos de oxidación, acompañada por el alto contenido de sustancias fenólicas antioxidantes, serían en gran parte los responsables del alto índice de estabilidad oxidativa de los aceites de la variedad Manzanilla Criolla. Bajos valores de O/L se observan principalmente en los aceites de Arbequina y Barnea de la cosecha 2006 (Tabla 5), confirmando lo hallado en las cosechas anteriores [3,4].

El entorno agro - climático, incluyendo el índice de maduración, también condicionó los valores de relación O/L en algunos aceites, según se desprende del análisis de resultados, para muestras procedentes de los mismos olivares y similarmente procesadas en las 3 cosechas estudiadas. La mayor diferencia en O/L entre cosechas (109 %),

correspondió a una muestra de Picual, que en la cosecha 2004 tuvo una relación igual a 3.51 [3] y en la cosecha 2005 de 7.32 [4]. Por otro lado, un aceite de Arbequina mostró sólo diferencias de 5 %, si se comparan las cosechas 2006 (A2:2.61) con mayor O/L y 2005 con menor relación (2.48).

Todos los aceites correspondientes a la cosecha 2006 cumplieron con los requisitos establecidos por el COI para "aceites de oliva vírgenes", en lo que respecta a los contenidos de esterol totales (≥ 1000 mg/kg) y de eritrodio - uvaol (≤ 4.5 % de los esterol totales) como puede observarse en las Tablas 7 y 8.

Estos parámetros también se ajustaron a lo establecido para "aceites de oliva vírgenes" en las cosechas previas [3,5]. El contenido de esterol totales y los porcentajes de eritrodio - uvaol se utilizan para detectar adulteraciones con aceites de orujo donde los valores son más altos [1]. Un aumento de los porcentajes de eritrodio - uvaol también se observa en aceites de mala calidad y elevada acidez como los afectados por la enfermedad de las "aceitunas jabonosas" [5].

Todos los aceites de Manzanilla Californiana, Manzanilla Criolla, Empeltre y Picual analiza-

dos en el período 2004 - 2006, presentaron una composición de esterol ajustada plenamente a los valores fijados por el COI.

Los aceites de la cosecha 2006 correspondientes a la variedad Arbequina y la muestra de Arauco tienen un contenido de campesterol que supera el límite fijado por el COI (≤ 4.0 %). Entre estas muestras también se observa contenidos de "sitosterol aparente" inferiores a los establecidos (≥ 93 %). El contenido de "sitosterol aparente" mide β -sitosterol, que es el más abundante en aceites de oliva y otros compuestos relacionados con él desde el punto de vista cromatográfico (Tablas 7 y 8).

La variedad Arbequina también resultó muy afectada por estas desviaciones en la cosecha 2004, donde sólo una de un total de 10 muestras de esta variedad cumplió con los límites del COI, observándose además elevados contenidos de colesterol o brasicasterol en algunas muestras [3]. En la cosecha 2005, la proporción de muestras de Arbequina con desviaciones respecto a los límites legales para esterol fue menor, 4 sobre un total de 6 muestras [5]. Dos muestras de Arbequina que no cumplieron con los límites legales en las cosechas 2004 y 2006 pudieron revertir las desviaciones en la composición de esterol en la cosecha 2005. Los

Tabla 9 . Contenido y composición de ceras para los aceites de las variedades Arbequina y Barnea

Ceras	A1		A2		A3		A4		B1		B2		B3	
	mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%
C40	339 ± 1	64.8	246 ± 8	63.2	227 ± 1	67.0	153 ± 5	64.8	128 ± 9	57.4	116 ± 3	61.4	78 ± 3	53.1
C42	127 ± 2	24.3	97 ± 4	25.0	77 ± 2	22.7	47 ± 3	19.9	63 ± 2	28.2	47 ± 1	24.9	50 ± 4	34.0
C44	32 ± 1	6.1	21 ± 1	5.4	14 ± 1	4.1	13 ± 1	5.5	16 ± 0	7.2	12 ± 1	6.3	9 ± 0	6.1
C46	25 ± 1	4.8	25 ± 2	6.4	21 ± 1	6.2	23 ± 3	9.8	16 ± 1	7.2	14 ± 1	7.4	10 ± 0	6.8
C40-C46	523 ± 3	100	389 ± 11	100	339 ± 3	100	236 ± 4	100	223 ± 8	100	189 ± 2	100	147 ± 7	100

Tabla 10 . Contenido y composición de ceras para los aceites de Arauco, Coratina, Frantolo, Picual y Manzanilla

Ceras	AU		C		FR		P		MC		MCR	
	mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%
C40	46 ± 4	48.9	8 ± 1	19.0	99 ± 6	60.7	50 ± 5	45.5	72 ± 1	41.4	16 ± 1	28.6
C42	27 ± 2	28.7	14 ± 1	33.4	37 ± 2	22.7	34 ± 4	30.9	59 ± 2	33.9	16 ± 1	28.6
C44	7 ± 0	7.5	8 ± 1	19.0	11 ± 0	6.8	12 ± 1	10.9	21 ± 1	12.1	9 ± 2	16.0
C46	14 ± 1	14.9	12 ± 1	28.6	16 ± 1	9.8	14 ± 2	12.7	22 ± 0	12.6	15 ± 1	26.8
C40-C46	94 ± 7	100	42 ± 2	100	163 ± 6	100	110 ± 11	100	174 ± 3	100	56 ± 3	100

resultados muestran la influencia del factor genético sobre la composición de esteroides, con una pobre adaptación de la variedad Arbequina al medio agronómico local; y también del factor ambiental, que indujo cambios favorables en el año 2005, probablemente como consecuencia del mayor registro de lluvias en algunas regiones, antes de la cosecha.

Las Tablas 9 y 10 muestran los contenidos de ceras con 40 - 46 átomos de carbono, para los que el COI fija valores ≤ 250 mg / kg en el caso de aceites de oliva vírgenes comestibles.

En estas Tablas se muestran también los contenidos de cada uno de los componentes de ceras entre 40 y 46 átomos de carbono. Tres muestras de Arbequina en la cosecha 2006, muestran elevado contenido de ceras C40 - C46, confirmando lo que se había observado en un alto porcentaje de muestras de esta variedad en la cosecha 2004 [3].

Las muestras de Barnea y una muestra de Picual con altos contenidos de ceras en la cosecha 2004 [3], lograron ajustarse al límite del COI para aceites de oliva vírgenes comestibles en las cosechas 2005 [5] y 2006. Todos los aceites de Arauco, Frantoio, Empeltre, Manzanilla Californiana y Manzanilla Criolla analizados en el período 2004 - 2006 cumplieron con los límites legales para ceras.

Es conocido que las plantas sintetizan ceras en exceso en épocas de sequía, las que se acumulan en la superficie de las hojas y frutos y las protegen contra el estrés hídrico, incorporándose al aceite durante el procesamiento.

Los resultados obtenidos demuestran que hay algunas variedades como Arbequina, más sensibles a los cambios en los contenidos de ceras y otras variedades que sólo evidencian contenidos elevados en épocas de sequía.

Cabe destacar que las muestras con contenidos de ceras C40 - C46 mayores que 250 mg / kg, presentan un incremento significativo en la cantidad de ceras eminentemente solubles C40 - C42, no teniendo significa-

ción el aumento registrado en la cantidad de ceras insolubles C44 - C46.

Conclusiones

Los aceites de oliva argentinos analizados muestran índices primarios de calidad química, tales como acidez, índice de peróxidos, extinción en el UV y características sensoriales, acordes a los valores postulados por el COI para aceites de oliva extra vírgenes. En general, se observa poca pigmentación y relativamente bajos contenidos de polifenoles.

Sin embargo, el contenido de sustancias fenólicas antioxidantes es más marcada en los aceites de algunas variedades tales como Coratina y Manzanilla Criolla. Es destacable, el elevado contenido de tocoferoles, compuestos que contribuyen a la estabilidad oxidativa y calidad nutricional.

En el período 2004 - 2006, no se observaron desviaciones en los contenidos de esteroides totales y el porcentaje de eritrodioleína con respecto a los límites fijados por el COI para aceites de oliva vírgenes. Las muestras de las variedades Manzanilla Californiana y Manzanilla Criolla, presentaron valores de ceras y composición de esteroides, acordes con los límites legales, en las tres cosechas del período 2004 - 2006, observándose en estos aceites sólo pequeñas desviaciones en los ácidos grasos C18:3 y C17:1.

La variedad Arbequina demostró una baja adaptación al medio agronómico local, con bajos contenidos de ácido oleico, alto porcentaje de campesterol y alto contenido de ceras C40 - C46. Las condiciones agroclimáticas con alta amplitud térmica y bajos registros pluviométricos, afectaron sensiblemente las composiciones en ácidos grasos y esteroides y el contenido de ceras solubles C40 - 42.

Agradecimientos

Este estudio fue posible gracias al aporte financiero de la Asociación Argentina de Grasas y Aceites (ASAGA). Los autores agradecen a la Tca. Clarisa Cicchelli por la colaboración prestada en la realización de

los análisis. Se agradece a las siguientes empresas oleícolas: Aceitera del Valle S. A., Promás S.A., Timbó Riojana y Famatina Valley S.A., por la provisión de muestras de aceite de la cosecha 2006. ■

Bibliografía

1. Consejo Oleícola Internacional (COI), <http://www.internationaloliveoil.org/>
2. Liliana N. Ceci, María J. Santa Cruz, Martha Melgarejo, Osvaldo Moro y Amalia A. Carelli (2004). Calidad de aceites de oliva varietales argentinos. Índices de calidad. *Aceites y Grasas* (57) 648 - 653.
3. Liliana N. Ceci, Noelia Baldonado, Martha Melgarejo y Amalia A. Carelli (2005). Caracterización de aceites de oliva varietales argentinos. *A&G* (58) 138 - 144.
4. Liliana N. Ceci, Martha Melgarejo y Amalia A. Carelli (2005). Caracterización de aceites de oliva varietales argentinos cosecha 2005. Parte 1: Índices de calidad, ácidos grasos, tocoferoles, clorofila y carotenos. *A&G* (61) 692 - 698.
5. Liliana N. Ceci, Martha Melgarejo y Amalia A. Carelli (2006). Caracterización de aceites de oliva varietales argentinos cosecha 2005. Parte 2: Polifenoles, ceras, esteroides y eritrodioleína - uvaol. *A&G* (62) 566 - 573.
6. AOCS. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society, 5th Ed., D. Firestone (ed), American Oil Chemists' Society (AOCS), Champaign (USA), 2001.
7. Gutfinger T. (1981). Polyphenols in olive oil. *JAOCS* (58) 966 - 968.
8. Mingués - Mosquera M. I., Rejano - Navarro L., Gandul - Rojas B., Sánchez - Gómez A. H. and Garrido - Fernández J. (1991). Color - pigment correlation in virgin olive oil. *JAOCS* (68) 332 - 336.
9. IUPAC. Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives, 7th. Ed., C. Paquot and Hautfenne (eds.), International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC), Blackwell Scientific Publications Inc., Oxford, 1992.
10. Aguilera M. P., Beltrán G., Ortega D., Fernández A., Jiménez A., Uceda M. (2005). Characterization of virgin olive oil of Italian olive cultivars: 'Frantoio' and 'Leccino', grown in Andalusia. *Food Chemistry* (89) 387 - 391.
11. Criado M. N., Morelló J. R., Moltiva M. J., Romero, M.P. (2004). Effects of growing area on pigment and phenolic fractions of virgin olive oils of the Arbequina variety in Spain. *JAOCS* (81) 633 - 640.
12. Salvador M. D., Aranda F., Fregapane G. (1998). Chemical composition of commercial Cornicabra virgin olive oil from 1995 / 96 and 1996 / 97 crops. *JAOCS* (75) 1305 - 1310.
13. Kiritsakis, Apostolos K. Olive Oil. From the Tree to the Table, 2nd Edition, Food & Nutrition Press Inc., Trumbull, CT, 1998.
14. Ranalli A., Angerosa, F. (1996). Integral centrifuges for olive oil extraction. The qualitative characteristics of products. *JAOCS* (73) 417 - 422.
15. Koutsaftakis A., Kotsifaki F., Stefanoudaki E., Cert A. (2000). Estudio sobre las variaciones de determinados parámetros químicos y de los componentes menores de los aceites de oliva virgen obtenidos de aceitunas recolectadas en distintas fases de maduración. *Olivae* (80) 22 - 27.