

**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO**

MEMORIA DE TÍTULO

**INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA Y TIEMPO DE BATIDO EN LA
CALIDAD DEL ACEITE DE OLIVA VARIEDAD ARBEQUINA**

PAMELA PILAR GONZALEZ CASTRO

**SANTIAGO, CHILE
2011**

**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO**

MEMORIA DE TÍTULO

**INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA Y TIEMPO DE BATIDO EN LA
CALIDAD DEL ACEITE DE OLIVA VARIEDAD ARBEQUINA**

**INFLUENCE OF TEMPERATURE AND MALAXATION TIME ON OLIVE
OIL ARBEQUINA QUALITY**

PAMELA PILAR GONZALEZ CASTRO

**SANTIAGO – CHILE
2011**

**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO**

**INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA Y TIEMPO DE BATIDO EN LA
CALIDAD DEL ACEITE DE OLIVA VARIEDAD ARBEQUINA**

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

PAMELA PILAR GONZÁLEZ CASTRO

PROFESOR GUÍA	Calificación
Sra. Maria de la Luz Hurtado P. Ingeniero Agrónomo. Ph. D	7,0
PROFESORES EVALUADORES	
Sra. Elena Sepúlveda E. Ingeniero Agrónomo.	6,7
Sr. Ricardo Marchant S. Ingeniero Agrónomo. Mg.	6,8

**SANTIAGO, CHILE
2011**

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a mi familia por su incondicional apoyo en el desarrollo de mi carrera profesional, en especial a mis padres Alicia Castro y Mario González, quienes me han acompañado con mucho amor en todas las actividades que he desarrollado. También quiero agradecer especialmente a la profesora Maria de la Luz Hurtado quien ha aportado a mi vida de muchas formas, tanto en el aprendizaje y proceso como profesional, como con oportunos consejos de vida.

Por ultimo agradezco a mi hijo Matías González por ser la mayor motivación que ha dado impulso dulcemente a todo lo que hago.

ÍNDICE

RESUMEN	1
SUMARY	2
INTRODUCCIÓN	3
MATERIALES Y MÉTODO	6
Lugar del estudio	6
Materiales	6
Método	6
VARIABLES ANALIZADAS	7
VARIABLES MEDIDAS EN EL FRUTO	7
VARIABLES MEDIDAS AL ACEITE	8
DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	9
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	10
VARIABLES MEDIDAS EN EL FRUTO	10
VARIABLES MEDIDAS AL ACEITE	11
Acidez Libre	12
Índice de Amargor	13
Coefficiente de extinción ultravioleta	14
Polifenoles Totales	16
α - Tocoferoles por HPLC	17
Capacidad Antioxidante DPPH	18
Polifenoles flavonoides y no flavonoides por HPLC	20
Perfil ácidos grasos	21
Análisis Sensorial	22
CONCLUSIONES	24
BIBLIOGRAFÍA	25
ANEXOS	29
APÉNDICES	32

RESUMEN

El aceite de oliva de la variedad Arbequina se caracteriza por ser un aceite con bajo contenido de polifenoles y poco estable en comparación con aceites de otras variedades de olivos. Esta característica lo hace más susceptible al deterioro oxidativo y es por ello que se debe manejar cuidadosamente cada etapa de su elaboración y posterior almacenamiento. Durante el proceso de obtención del aceite, una de las etapas más importante en cuanto a rendimiento y calidad final es la operación del batido. El principal objetivo de esta operación es unir las gotas de aceite, que se encuentran en el interior de las células rotas por la molienda, en una fase continua que facilite su separación del resto de los componentes de la masa. En el presente estudio se evaluó la influencia de la temperatura y tiempo de batido en las características químicas y sensoriales del aceite de oliva de la variedad Arbequina. Se realizaron 6 tratamientos con tres repeticiones, donde se evaluó tres temperaturas 20°C, 28°C y 36°C y dos tiempos de batido de 30 y 60 minutos, luego se analizaron los aceites recién extraídos y se almacenaron por un tiempo de 6 meses, periodo en el cual se realizaron análisis químicos cada 2 meses con el fin de evaluar la estabilidad oxidativa de los aceites obtenidos. Se pudo observar que al aumentar la temperatura de 28 a 36°C, aumentó el porcentaje de acidez libre e índice de peróxidos, y disminuyó el índice de amargor y capacidad antioxidante, por otra parte al incrementar el tiempo de batido disminuyó el contenido de polifenoles y el índice de amargor. Posteriormente durante el almacenamiento se pudo observar que los aceites aumentaron su índice de peróxidos y coeficientes de extinción ultravioleta y disminuyeron la capacidad antioxidante y el contenido de polifenoles totales. Se concluyó que el aumento en forma conjunta de la temperatura a 36°C y del tiempo de batido de 30 a 60 minutos, potencia el efecto negativo producido en la calidad del aceite.

Palabras Clave: aceite de oliva, arbequina, batido, polifenoles.

ABSTRACT

Arbequina olive oil is characterized by a low polyphenols content and not very stable compare with oils from other varieties of olive trees. This feature makes it more susceptible to oxidative deterioration during processing and subsequent storage. This study evaluated the influence of temperature and mixing time in the chemical and sensory characteristics of olive oil from the Arbequina variety. Were performed 6 treatments with three replications, where evaluated at three temperatures 20°C, 28°C and 36°C and two mixing times 30 to 60 minutes, then analyzed oils freshly extracted and stored for 6 months, period which chemical analysis was performed every 2 months to evaluate the oxidative stability of oils obtained. It was observed that with increasing temperature from 28 to 36°C, increase free acidity and peroxide value, and decreased the bitterness index and antioxidant capacity; on the other hand an increase in mixing time decreased the polyphenol content and bitterness index. During storage was observed that the oils increased their peroxide value and ultraviolet extinction coefficients and decreased antioxidant capacity and polyphenol content. It was concluded that increasing the temperature to 36 °C and the mixing time from 30 to 60 minutes together, enhances the negative effect on oil quality.

Key Words: olive oil, arberquina, malaxation, polyphenol.

INTRODUCCIÓN

El aceite de oliva es un alimento que ha tenido un crecimiento en su demanda y producción mundial en el último tiempo, gracias a la promoción de sus características nutritivas (Civantos, 2008). Es prácticamente el único aceite vegetal que se puede consumir crudo, conservando íntegra su composición en ácidos grasos y contenido de componentes menores, que presentan importancia nutricional, destacando además su contenido en vitaminas liposolubles y polifenoles.

Se define como aceite de oliva virgen, según el Consejo Oleícola Internacional (COI), al aceite obtenido del fruto del olivo (*Olea europea* L.), únicamente por procedimientos mecánicos o por otros medios físicos en condiciones térmicas, que no produzcan la alteración del aceite, que no haya tenido más tratamiento que el lavado, la decantación, la centrifugación y el filtrado (COI, 2010). Este término comprende al menos tres categorías de aceites de oliva, para las cuales está establecido un mínimo de pureza y criterios de calidad (Luchetti, 2003).

Para obtener un aceite de oliva de calidad se deben considerar diversos factores que influyen sobre las características finales de éste, tales como las condiciones edafoclimáticas del cultivo, variedad, grado de maduración de las aceitunas, método de cosecha, medios de transporte de las aceitunas, conservación y proceso de extracción (Di Giovachino, 1991, citado por Espínola, 1996). Este último constituye un factor esencial en la calidad final del aceite de oliva, es por esto que se deben manejar cuidadosamente sus etapas, conociendo las variables que hay que regular en cada una de ellas.

El propósito del proceso de extracción es obtener el aceite de las aceitunas lo más rápido posible, con el objeto de que esté el menor tiempo posible en contacto con el aire y con las enzimas hidrolíticas y oxidativas, y extraerlo tal cual está en las aceitunas, sin añadir o quitar características organolépticas (Izquierdo, 2008b).

La extracción del aceite comienza con la cosecha y el transporte de las aceitunas hacia la almazara, labores que son de gran importancia, ya que pueden afectar significativamente la calidad del aceite y el rendimiento del proceso (Uceda *et al.*, 2006b). Una vez que las aceitunas llegan a la planta, el proceso consiste principalmente en operaciones previas como: recepción de la materia prima, pesaje y lavado de las aceitunas; luego se realiza la molienda, donde se rompe la estructura de las células donde se aloja el aceite; posteriormente se realiza el batido o amasado de la pasta bajo condiciones de tiempo y temperatura controlada, a fin de lograr la coalescencia de las gotas de aceite formando una fase oleosa continua y diferenciada del resto de los componentes de la pasta de aceituna; a continuación la pasta es impulsada por una bomba e inyectada a un decanter (centrifuga horizontal), sistema de extracción más utilizado actualmente, donde se separan las fases líquidas de las sólidas; luego el aceite obtenido en el decanter pasa a una centrifuga vertical que elimina el agua y partículas gruesas en suspensión remanentes en el aceite; y finalmente se realiza el almacenamiento, conservación y envasado del aceite obtenido (Uceda *et al.*, 2006a).

De las etapas del proceso de extracción descritas anteriormente, el batido es la que más influye en cuanto a rendimiento y calidad de los aceites obtenidos (Boskou, 1996, citado por Uceda *et al.*, 2006a). Esta operación consiste en batir lenta y continuamente la pasta de aceituna generada en el molino, con el objetivo de unir las gotas de aceite liberadas de la vacuola, aumentar así el porcentaje de “aceite libre” y lograr que se rompa la emulsión aceite/agua. Para esto se utilizan batidoras cilíndricas o semicilíndricas de acero inoxidable, que están constituidas por uno o varios depósitos, en cuyo interior giran las paletas que voltean la masa. Cuentan con un sistema de calefacción que consiste normalmente en una pared doble o tubería interior por donde circula un fluido calefactor. El tiempo de batido debe ser entre 60 y 90 minutos y la temperatura de la pasta no debe exceder los 28°C, ambos factores se deben regular en forma conjunta (Di Giovacchino, 2003).

Desde el punto de vista sensorial un exceso en el tiempo de batido, puede generar sensaciones de aromas y retrogusto a madera, orujo y/o alpechín, como consecuencia del mayor tiempo de intercambio entre los constituyentes de la masa (Alba, 2008a). Además tiempos de batido muy largos a una temperatura constante, pueden producir una disminución en el contenido de polifenoles totales del aceite ya que estos se oxidan por el contacto con el aire y por la actividad de las polifenoloxidasas, al disminuir estos componentes también disminuye la estabilidad oxidativa y el amargor (Kiritsakis, 1992; Di Giovacchino *et al.*, 2002; Morales y Tsimidou, 2003; Uceda *et al.*, 2006b).

Durante el batido, las membranas de lipoproteínas que rodean a las gotas de aceite liberadas en la molienda, son removidas repetidamente, estas membranas ligan a las pequeñas gotas de aceite a gotas de agua y a coloides vegetales (formados por celulosa, hemicelulosa, pectinas, etc.) formando así emulsiones estables. Si el batido es lento, se posibilita la formación de gotas de aceite más grandes, lo que a su vez retrasa la formación de la emulsión y la separación de la fase oleosa es más fácil (Kiritsakis, 1992; Ranalli *et al* 2003).

La temperatura de batido tiene una gran influencia sobre el rendimiento del proceso, ya que disminuye la viscosidad del aceite, lo que favorece su coalescencia, aumentando así, el aceite disponible. A su vez el fenómeno de coalescencia provoca repetidas divisiones de las membranas de lipoproteínas que rodean las gotas de aceite lo que permite la repartición de componentes entre fase oleosa y acuosa, definiendo en gran medida la calidad química y organoléptica del aceite (Ranalli *et al*, 2001.; Uceda *et al*, 2006b).

Un calentamiento excesivo puede generar efectos indeseables en la pasta como acelerar procesos oxidativos, provocar la pérdida de componentes aromáticos responsables de los genuinos aromas frutados frescos y armónicos, apareciendo como resultado de ello un “flavor” a calentado, cocido o quemado (Alba, 2008a; Uceda *et al*, 2006b).

Los efectos de deterioro oxidativo descritos, pueden tener mayor o menor incidencia en el aceite, dependiendo de la resistencia global que tenga éste a la oxidación. Esta resistencia depende principalmente de la composición de ácidos grasos, contenido total de polifenoles, contenido total de tocoferoles y carotenos y proceso de conservación (Izquierdo, 2008a).

Es por ello que los efectos de la operación del batido, adquieren notable importancia en aceites de variedades como Arbequina, que se caracterizan por ser poco estable y de bajo amargor, contenido medio en vitamina E (α -tocoferol) y bajo en polifenoles totales (Jiménez *et al.*, 1995, citado por Beltrán *et al.*, 2000; Uceda *et al.*, 2000).

Sensorialmente el aceite de la variedad Arbequina es bastante aceptado por el consumidor, se caracteriza por ser un aceite suave y dulce en el que se puede apreciar “flavor” de almendra verde, frutos secos, manzana y hierba fresca (Morales *et al.*, 2005, Uceda *et al.*, 2000).

Para poder conservar las características químicas y organolépticas del aceite, luego de la extracción, se deben evitar algunos factores que puedan fomentar el deterioro oxidativo durante la etapa de almacenamiento en bodega, como lo son el contacto con el oxígeno, la exposición a la luz, altas temperaturas y altos contenidos en metales (Di Giovacchino, 2003). El grado de deterioro oxidativo que tenga el aceite al momento de llegar a la etapa de bodega y posterior envasado es primordial. Esto, porque durante el almacenamiento, la oxidación del aceite de oliva continúa de manera más radical, gracias al contacto con el oxígeno del espacio de cabeza de los depósitos o con el oxígeno contenido en el propio aceite (Di Giovacchino, 2003).

En algunas oportunidades las empresas deben almacenar grandes cantidades de aceite de oliva durante periodos prolongados de tiempo, en esas instancias es importante determinar su resistencia a la oxidación, esto ayuda a definir qué aceites se deben comercializar primero que el resto (Kiritsakis, 1992).

Considerando los antecedentes presentados se planteó como hipótesis para este estudio que la temperatura y tiempo de batido afectan directamente a la calidad del aceite de oliva de la variedad Arbequina, en términos de contenido de polifenoles, estabilidad oxidativa y atributos sensoriales.

En relación a lo anteriormente planteado, los objetivos de este estudio fueron:

1. Evaluar el efecto de la temperatura y tiempo de batido sobre las características químicas y sensoriales del aceite de oliva de la variedad Arbequina.
2. Evaluar la estabilidad oxidativa del aceite monovarietal obtenido en cada tratamiento, durante un almacenamiento de seis meses.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar del estudio

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

El estudio se realizó en el fundo “Millantú”, de Agrícola Valle Grande S.A, ubicado en Isla de Maipo, comuna de Talagante, Región Metropolitana. El huerto fue plantado en el año 2002 con un marco de plantación de 4 m x 1,8 m, con manejo orgánico.

Materiales

Para la elaboración del aceite de oliva virgen monovarietal se utilizaron aceitunas de la variedad Arbequina.

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

Método

Procedimiento

El sistema de cosecha fue manual y se realizó el 9 de Junio de la temporada 2008. Las aceitunas se cosecharon a 1,60 m de altura y se obtuvieron de las cuatro exposiciones del árbol, contaban con un grado de madurez entre las clases 1 y 2 según Índice de Ferreira (Hermoso *et al.*, 2001) (Anexo). El transporte de las aceitunas desde el predio a la Facultad se realizó en cajas cosecheras perforadas de 15 kg de capacidad.

Se cosecharon en total 500 kg de aceitunas de la variedad Arbequina, las cuales, antes de la extracción fueron homogeneizadas. Sacando una muestra por tratamiento de 1 kg de fruta para la caracterización de la misma.

Para la extracción del aceite de oliva, se formaron lotes de 25 kg cada uno. Los cuales fueron procesados de acuerdo a los tratamientos a realizar, donde se estudiaron tres temperaturas y dos tiempos de batido. Organizándose seis tratamientos como se muestra el cuadro 1.

Cuadro 1. Tratamientos para la obtención de aceite de oliva var. Arbequina.

Tratamiento	Condiciones de batido	
	Temperatura (°C)	Tiempo (min)
T1	20	35
T2	20	60
T3	28	35
T4	28	60
T5	36	35
T6	36	60

La extracción del aceite consistió principalmente en: lavado de las aceitunas, molienda en un molino de martillos, batido de pasta (según respectivos tratamientos) y extracción del aceite en un decanter de dos fases. Luego de esto el aceite se dejó en reposo por dos días a la oscuridad, para posteriormente ser filtrado con algodón y papel filtro, embotellado y almacenado.

El aceite se envasó en botellas de vidrio de medio litro de color verde opaco con tapa rosca, sin exposición a la luz, en condiciones de temperatura ambiente (entre 10°C y 27 °C entre Agosto y Febrero) (Apéndice IV) realizando controles analíticos cada 60 días (es decir a los 0, 60, 120 y 180 días).

Variables analizadas

Variables medidas en el fruto

La caracterización del fruto se realizó utilizando 200 frutos de la unidad experimental (25 de kg), y se midió lo siguiente:

Peso promedio del fruto: se determinó con balanza analítica de 0,1 g de sensibilidad. Los resultados se expresaron en gramos.

Tamaño promedio del fruto: se midió el diámetro ecuatorial y el diámetro polar de los frutos con un pie de metro en una muestra de 25 frutos. Luego los valores obtenidos se promediaron, expresando los resultados en centímetros.

Contenido de humedad de la pulpa: mediante de desecación en estufa a presión atmosférica a 70 °C, hasta llegar a peso constante. El resultado se expresó en porcentaje.

Índice de madurez: se utilizó el índice de Ferreira. En una muestra de 100 frutos, se separaron las aceitunas según su color en diferentes categorías, para luego determinar el índice de madurez mediante la fórmula señalada en el Anexo I. (Hermoso *et al.*, 2001).

Relación pulpa/carozo: se determinó en 100 g de muestra de aceitunas separando la pulpa del carozo en forma manual y luego se pesaron ambas fracciones en una balanza analítica de 0,1 g de sensibilidad. La relación pulpa/carozo correspondió a: gramos pulpa/ gramos carozo.

Contenido de aceite: por método de extracción de Soxhlet. El resultado se expresó en porcentaje de aceite, base materia seca (Frías *et al.*, 2001).

Variables medidas al aceite

Acidez libre: Se determinó por titulación con KOH 0,1 N, el resultado se expresó en porcentaje de ácido oléico (Sepúlveda, 1998).

Índice de peróxidos: Se determinó por Iodometría. Los resultados se expresaron en miliequivalentes de oxígeno activo por kg de grasa (Sepúlveda, 1998).

Coefficiente de extinción ultravioleta (K270, K232 y ΔK): Se midió en un espectrofotómetro ultravioleta marca Rayleigh UV-1600 UV/VIS, a longitud de onda de 232, 266, 270 y 274 (Frías *et al.*, 2001).

Polifenoles totales: Se determinaron por método colorimétrico con el reactivo de Folin-Ciocalteu mediante espectrofotometría a 725 nm. El resultado se expresó en ppm de ácido cafeico (Tsimidou, 1998).

α-Tocoferol por HPLC: el contenido de α-tocoferoles del aceite se determinó mediante cromatografía líquida HPLC (IUPAC 2432), la absorción se midió a 290 nm. Los resultados se expresaron en mg/kg (Gutiérrez y Perdiguero, 1992).

Amargor (K225): se midió en espectrofotómetro ultravioleta marca Rayleigh UV-1600 UV/VIS, a longitud de onda de 225 nm utilizando columnas para cromatografía con relleno de Octadecyl C18 (Gutiérrez y Perdiguero, 1992).

Capacidad antioxidante: se determinó *in vitro* por el método DPPH, se midió en un espectrofotómetro marca Rayleigh UV-1600 UV/VIS, a longitud de onda de 520 nm por un tiempo total de 600 segundos (Huang *et al.*, 2005)

Polifenoles flavonoides y no flavonoides. Se determinó por HPLC-DAD y los resultados se expresaron en mg/L (Peña- Neira *et al.*, 2000).

Perfil de ácidos grasos: el contenido de los ácidos grasos principales presentes en el aceite se determinó por cromatografía de gases utilizando un cromatógrafo HP-5890 Serie II. El resultado se expresó en porcentaje (Frías *et al.*, 2001)

Análisis sensorial: se realizó con un panel entrenado en aceite de oliva, utilizando una pauta estructurada. Se evaluaron atributos positivos como frutado, amargo, picante y atributos negativos como avinado, atrojado rancio (Anexo II).

Se midieron estas diez variables al aceite recién extraído, luego de filtrado. Posteriormente, durante el almacenamiento se midieron las siguientes variables: índice de peróxidos, coeficiente de extinción ultravioleta, polifenoles totales, α-tocoferol y capacidad antioxidante del aceite.

Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar, con factorial 3x2x4 con tres repeticiones. Donde el primer factor corresponde a las temperaturas de batido (20 °C, 28 °C y 36 °C), el segundo factor corresponde al tiempo de batido (35 y 60 min) y el tercer factor al tiempo de almacenamiento (0, 60, 120 y 180 días).

La unidad experimental fue de 25 kg de aceitunas, las cuales fueron homogeneizadas y caracterizadas.

Los datos fueron analizados a través de análisis de varianza (ANDEVA) y prueba de rango múltiple de DUNCAN en caso de existir diferencias significativas.

Cuando existieron diferencias significativas entre las interacciones se fijó una de las variables. Esto ocurrió en el análisis de α -tocoferoles y polifenoles totales, donde se fijó la variable almacenamiento.

Para los análisis de Índice de Peróxidos y Coeficientes de extinción ultravioleta, se fijó el tiempo de almacenamiento con el fin de facilitar la comparación con los resultados de los análisis medidos solo al tiempo cero, tales como acidez, amargor, polifenoles flavonoides y no flavonoides por HPLC-DAD y ácidos grasos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

VARIABLES MEDIDAS EN EL FRUTO

Los resultados de la caracterización de los frutos del presente estudio (Cuadro 2), indican que el Índice de Madurez de las aceitunas al momento de la cosecha fue de 1,2, es decir la piel de los frutos tenía un color verde o amarillento (según Índice de Ferreira, Anexo I) este índice es bajo si se compara con el óptimo de cosecha para la variedad Arbequina que es de 2 a 2,5 (FIA, 2004), sin embargo se cosechó con este Índice para evitar posibles riesgos de heladas en la zona. En cuanto a los resultados del resto de los parámetros medidos, estos coinciden con lo que describen autores como Uceda *et al* (2000) y Barranco (2008) que señalan que la variedad Arbequina es de fruto pequeño (peso del fruto 1,9 g, medido en España) y de alto rendimiento graso.

Estos resultados son similares a los señalados por Ramírez (2007) en un estudio realizado en la misma variedad y estado de madurez, donde se obtuvo un peso promedio de fruto entre 1,5 y 2 g, relación pulpa/carozo entre 2,8 y 3,3 y contenido de aceite en base materia seca entre 47,5% y 51,4%. La única variable que presenta mayor diferencia con dicho estudio, es el contenido de humedad en el fruto, esto debido a que es un parámetro que se ve muy afectado por factores climáticos y el manejo de riego en el huerto (Hermoso *et al.*, 2001).

Cuadro 2. Promedio de variables medidas en el fruto de olivos var. Arbequina.

Peso del fruto (gr.)	Diámetro Polar (cm)	Diámetro ecuatorial (cm)	Relación pulpa/carozo	Humedad (%)	Contenido de aceite (% b.m.s)	Índice de madurez
1,27	1,54	1,30	3,42	68,2	50,4	1,2

VARIABLES MEDIDAS AL ACEITE

Acidez Libre

Los resultados de la acidez libre, medida en los aceites obtenidos de cada tratamiento, se muestran en la figura 1. En ellos se puede observar que al aumentar la temperatura y tiempo de batido, el porcentaje de acidez aumenta, sin embargo este aumento es significativo solamente en el caso del aumento de temperatura, presentando valores superiores en los tratamientos a 36°C con respecto a los demás (Apéndice I). A pesar de este aumento, todos los aceites presentaron valores de acidez que están bajo el valor permitido por el COI (Consejo Oleícola Internacional) para los aceites de oliva extra vírgenes, que es $\leq 0,8\%$.

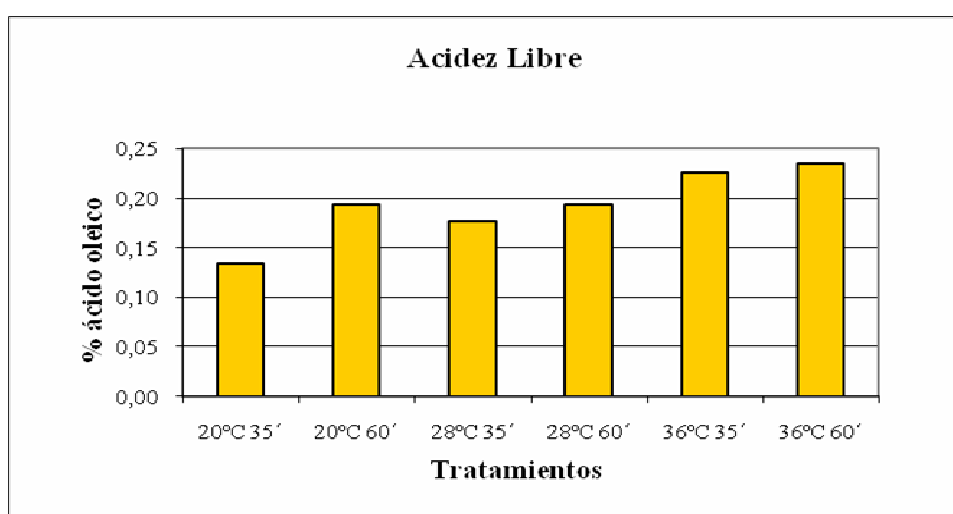


Figura 1. Acidez libre en aceites de oliva var. Arbequina recién extraído.

Los resultados obtenidos concuerdan con investigaciones como las de Ranalli *et al* (2001) o Boselli *et al.*, (2009) donde se evaluaron temperaturas de batido en distintas variedades, y se observó un aumento del porcentaje de acidez al aumentar la temperatura de 30°C a 35°C (0,32% a 0,37% de acidez) en el primer estudio y en el segundo estudio al aumentar de 35°C a 45°C (un incremento en la acidez de 0,30% a 0,40%). De igual forma concuerda con una investigación realizada por Inajeros-García *et al* (2009) donde se elaboró aceite de la variedad Cornicabra a distintas temperaturas y tiempos de batido y la acidez aumentó al aumentar ambos factores, pero no significativamente (0,26% a 0,28% aproximadamente).

El aumento de la acidez por el incremento de la temperatura de batido se explica por la acción hidrolítica de las enzimas lipasas sobre los triacilglicéridos del aceite, ya que esta acción se ve influenciada entre otros factores por la temperatura. A mayor temperatura las enzimas presentan mayor actividad y mayor grado de hidrólisis, por lo tanto aumenta el porcentaje de ácidos grasos libres (Kiritsakis., 1992, Ranalli et al., 2001, Izquierdo., 2008a, Inajeros-García et al., 2009).

Índice de Amargor (K225)

Los valores de Índice de Amargor obtenidos en el presente estudio concuerdan con la descripción hecha por Uceda *et al* (2000) para los aceite de la variedad Arbequina, dicho autor señala valores de 0,18 de Índice de Amargor para esta variedad. Así mismo coinciden con valores encontrados por Ramirez (2007) quien obtuvo índices de amargor de 0,15 a 0,16, en aceites de la variedad Arbequina en la misma región de Chile.

El Índice de amargor (K225) de los aceites estudiados presentó diferencias significativas para ambos factores (Apéndice I), disminuyendo su valor al aumentar la temperatura y el tiempo de batido. En la Figura 2 se observa cómo disminuye el amargor al aumentar ambos factores, presentado los aceites obtenidos a 36°C por 60 minutos de batido el menor índice de amargor con respecto a los demás tratamientos.

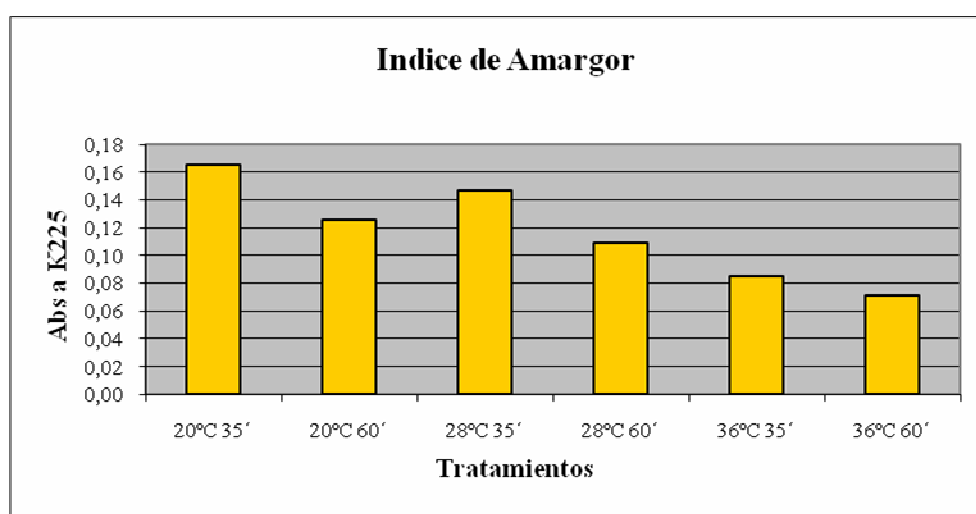


Figura 2. Índice de Amargor en aceites de oliva var. Arbequina recién extraído.

Los resultados obtenidos son similares en algunos aspectos al de un estudio realizado por Inajeros-García *et al.*, (2009) donde se variaron ambos factores en el batido de aceite de la variedad Cornicabra, y el amargor disminuye con el aumento del tiempo de batido, sin embargo aumenta con el incremento de la temperatura. Estos resultados, según el mismo autor, se deben a que el amargor siguió la misma tendencia que los polifenoles totales.

La disminución del amargor al aumentar tiempo y temperatura de batido en el presente estudio, se explica porque el aumento de ambos factores provocan un incremento de las reacciones oxidativas catalizadas por enzimas como polifenoloxidasas que disminuyen el contenido de polifenoles del aceite y así disminuyen también características del aceite relacionadas con el contenido de polifenoles como lo son la estabilidad oxidativa y el amargor (Ranalli *et al.*, 2001, Di Giovaccino., 2003, Uceda *et al.*, 2006b). De esta forma se puede observar que en los aceites recién extraídos (tiempo cero almacenamiento) el amargor y el contenido de polifenoles totales muestran una tendencia similar (Apéndice III).

Índice de peróxidos

La medida del índice de peróxidos (IP) se usa como indicador de la oxidación inicial del aceite de oliva porque mide el contenido de hidroperóxidos, compuestos primarios de oxidación que se forman a partir de los ácidos grasos insaturados (Morales y Przybylski., 2003).

Los resultados del IP en este estudio al tiempo cero, indican que este índice se ve afectado significativamente por el incremento en la temperatura de batido presentando un mayor IP los tratamientos a 36°C. El incremento en el tiempo de batido no tuvo influencia significativa sobre el IP (Apéndice I).

En cuanto al almacenamiento, éste muestra un efecto significativo en los valores de IP en todos los tratamientos, aumentando progresivamente durante los 6 meses, lo que se puede observar en la Figura 3. Sin embargo todos los tratamientos están bajo el valor permitido por el COI para aceites de oliva extra vírgenes es decir a ≤ 20 meq de O_2/kg .

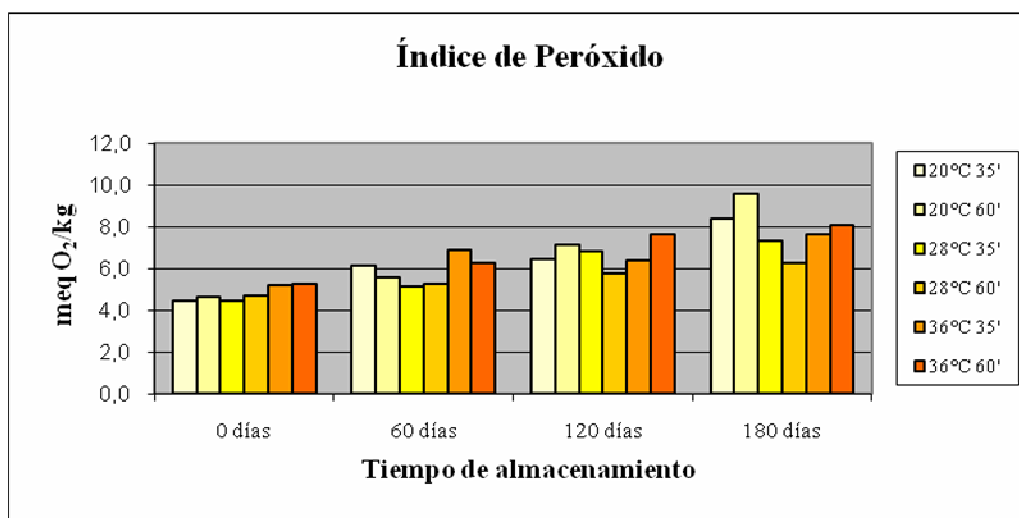


Figura 3. Índice de Peróxidos durante el almacenamiento, medición cada 2 meses.

Estos resultados coinciden con un estudio realizado por Di Giovacchino *et al* (2002) donde al variar el tiempo de batido en la elaboración de aceites de distintas variedades, el valor del Índice de Peróxido no se vio afectado significativamente. Concuerdan además con las investigaciones realizadas por Vekiari y Koutsaftakis (2002) e Inarejos-García *et al* (2009) donde se variaron las condiciones de batido en la elaboración de aceite de distintas variedades y el índice de peróxidos aumentó al aumentar temperatura y tiempo de batido.

Este aumento en el índice de peróxidos, al aumentar la temperatura de batido, se explica por el incremento de la actividad enzimática de enzimas como lipooxigenasas responsables de la formación de hidroperóxidos (Ranalli *et al.*, 2001, Vekiari y Koutsaftakis., 2002, Inarejos-García *et al.*, 2009). Según Morales y Przybylski (2003) la formación de pequeñas cantidades de hidroperóxidos puede tener un efecto de aceleración sobre la oxidación en el aceite resultante y además los radicales libres

formados por la descomposición de hidroperóxidos pueden intensificar aun más la oxidación, siendo el deterioro un proceso continuo e irreversible. Todo esto provoca una menor estabilidad del aceite durante el almacenamiento (Kiritsakis., 1992).

Coefficiente de extinción ultravioleta

Los valores de los coeficientes de extinción ultravioleta K_{232} , K_{270} y ΔK del aceite de oliva se utilizan para evaluar la calidad de éste en términos del nivel de oxidación como también para identificar su adulteración. Este método al igual que el índice de peróxidos se basa en la medición de los productos formados durante el proceso de deterioro oxidativo (dienos y trienos conjugados) (Morales y Przybylski., 2003). El K_{232} mide hidroperóxidos conjugados (productos de oxidación primaria), el K_{270} mide los productos de oxidación secundaria y el ΔK nos permite verificar autenticidad del aceite (Kiritsakis., 1992).

En el presente estudio los resultados indican que para los coeficientes de extinción, K_{232} y K_{270} , la variación de temperatura y el tiempo de batido no influyeron significativamente en los aceites recién extraídos (a los cero días de almacenamiento) (Apéndice II). Sin embargo durante el almacenamiento los valores de K_{232} al igual que los valores de K_{270} aumentaron significativamente (Apéndice I y II), Figura 4 y 5 respectivamente.

A pesar de este aumento los valores de estos coeficientes se encuentran bajo el nivel permitido por el COI, para aceites de oliva extra vírgenes, es decir $K_{232} \leq 2,5$ y $K_{270} \leq 0,22$.

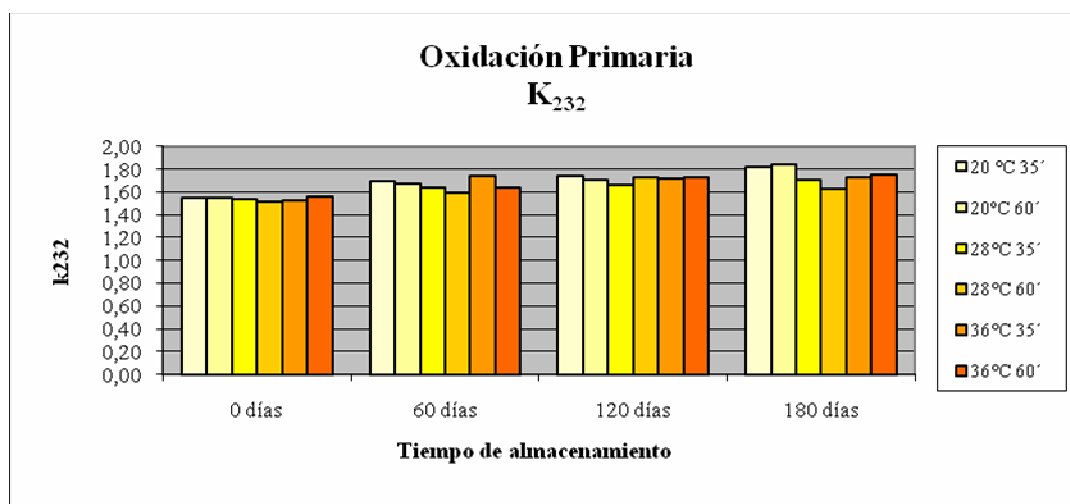


Figura 4. Oxidación primaria por coeficiente de extinción K_{232} , durante el almacenamiento.

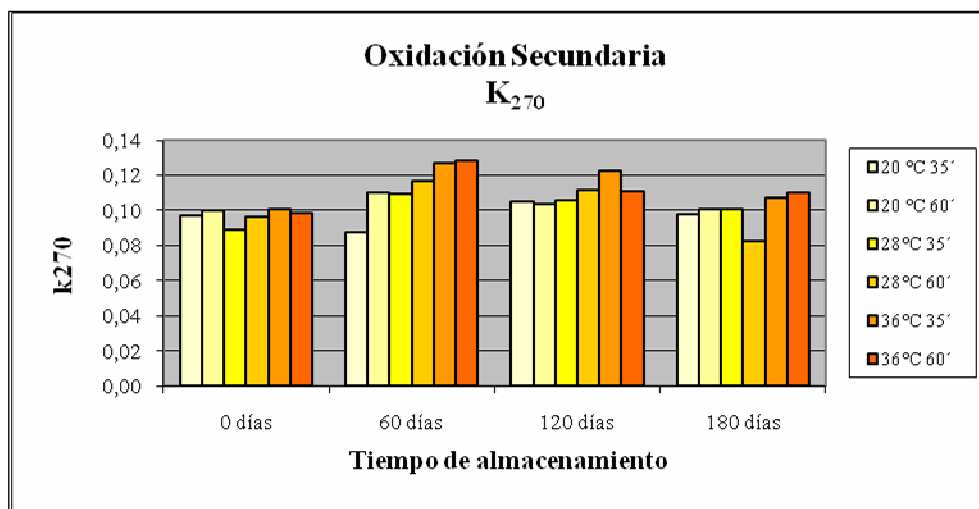


Figura 5. Oxidación secundaria por coeficiente de extinción K₂₇₀, durante el almacenamiento.

En cuanto a los resultados de ΔK expuestos en Cuadro 3, la modificación de los factores del batido (tiempo y temperatura), así como el periodo de almacenamiento no mostraron un efecto significativo sobre este valor (Apéndice II). Conservándose éste bajo los valores de la norma permitida por el COI para aceites de oliva extra vírgenes, es decir $\Delta K \leq 0,01$.

Cuadro 3. Análisis estadístico del Coeficiente de extinción ultravioleta ΔK en aceites almacenados por 6 meses

ΔK	Temperatura de batido			Tiempo de batido		Almacenamiento			
	20°C	28°C	36°C	35'	60'	0	60	120	180
	-0,0019a	-0,0026a	0,0020a	-0,0020a	-0,0024a	-0,0023a	-0,0022a	-0,0018a	-0,0024a

Valores seguidos horizontalmente, correspondientes a cada ítem, con igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación de DUNCAN ($p \leq 0,05$).

Estos resultados concuerdan con el estudio realizado por Boselli *et al* (2009), en el cual al variar temperatura de batido en distintas variedades, los parámetros K_{232} , K_{270} y ΔK no se vieron afectados significativamente, así como también después de 12 meses de almacenados, estos parámetros se mantuvieron bajo el límite permitido por el COI para aceites extra vírgenes. En cuanto al tiempo de batido los resultados concuerdan con lo realizado por Di Giovaccino *et al* (2002), que evaluó distintos tiempos de batidos de 15 a 90 minutos y estos parámetros no variaron significativamente.

Los resultados obtenidos que muestran bajos valores de K_{232} , K_{270} y ΔK se deben, a que gracias a la acción de compuestos antioxidantes presentes en el aceite, que actúan inhibiendo las reacción de propagación (en el proceso de oxidación), el aceite no sufrió una oxidación significativa en cuanto a estos parámetros (Morales y Przybylski, 2003, Izquierdo, 2008a)

Polifenoles Totales

La variedad Arbequina se caracteriza por tener bajo contenido de polifenoles en comparación con otras variedades. Según Uceda *et al* (2000) el contenido de polifenoles de esta variedad es de alrededor de 218 ppm, esto es más alto de lo que encontraron Ramirez (2007) y Moglia (2007) en Chile donde el aceite de esta variedad presentó valores entre 100 y 143 ppm en el primer estudio y entre 130 y 150 ppm en el segundo estudio.

El contenido de polifenoles totales medido en los aceites recién extraídos (tiempo cero de almacenamiento), mostró valores significativamente menores en los tratamientos con mayor tiempo de batido (Apéndice II y III). Sin embargo este contenido no se vio afectado significativamente por el aumento de la temperatura.

En cuanto al almacenamiento se puede observar en la Figura 7 que a los 60 días de almacenamiento se presentó un aumento significativo en el contenido de polifenoles en más de un 100% para luego disminuir a contenidos menores a los obtenidos al tiempo cero. Es así como a los 180 días, es decir a los seis meses de elaborados los aceites, se obtiene un contenido de polifenoles de alrededor de 60 ppm.

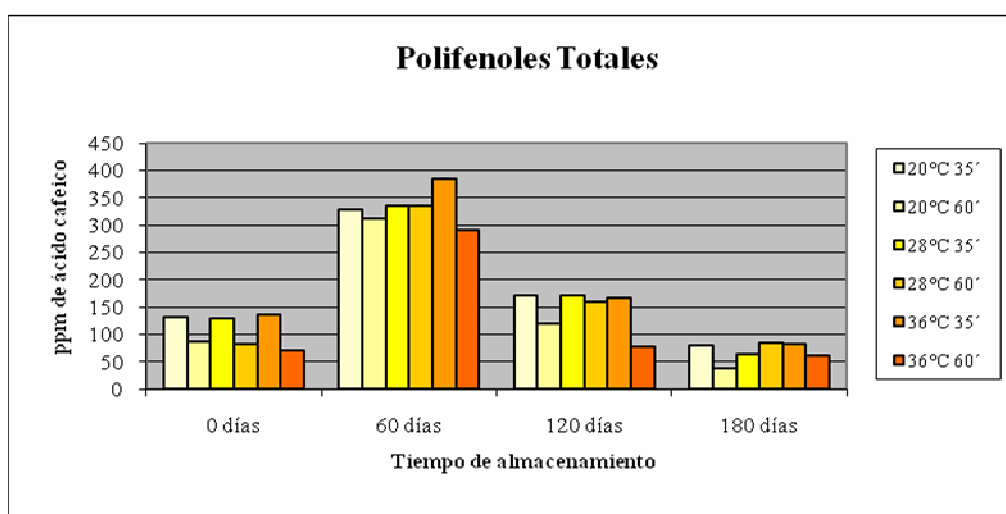


Figura 7. Contenido de polifenoles totales (ppm de ácido cafeico) durante el almacenamiento de Aceite de Oliva de la variedad Arbequina.

Los resultados obtenidos coinciden con estudios realizados por Di Giovaccino *et al* (2002) y por Ranalli *et al* (2003) donde se variaron las condiciones de batido, y al aumentar el tiempo en esta etapa los polifenoles totales en el aceite disminuyeron significativamente.

Concuerdan además con un estudio realizado en Chile por Vergara (2005) que evaluó distintas temperaturas y tiempos de batidos en la elaboración de aceite de la variedad Frantoio y el contenido de polifenoles totales no se vio afectado significativamente por el aumento de la temperatura sin embargo si disminuyeron significativamente al aumentar el tiempo de batido al igual que en el presente estudio.

La disminución del contenido de polifenoles totales en el aceite al aumentar el tiempo de batido, se debe al incremento de reacciones de oxidación catalizadas por enzimas como polifenoloxidasas, enzima que cataliza la oxidación de polifenoles en quinonas, también por peroxidasas y lipooxigenasas. Esto gracias al mayor tiempo de exposición de la pasta de aceitunas al aire (Vekiari y Koutsaftakis., 2002, Di Giovaccino 2002, Ranalli et al., 2003, Vergara, 2005).

En cuanto a la tendencia de los polifenoles durante el almacenaje, es muy similar a la que presenta un estudio realizado por Boselli *et al* (2009) donde se evaluaron temperaturas de batido y se almacenaron los aceites en condiciones similares a las del presente estudio. En sus resultados los polifenoles aumentaron conforme se incrementó la temperatura de batido y luego durante el almacenaje aumentaron los primeros 6 a 9 meses y posteriormente disminuyeron levemente hasta el fin del almacenaje, es decir a los 12 meses. Según el mismo autor este efecto podría deberse a la formación de fenoles de bajo peso molecular a partir de fenoles complejos durante el almacenaje, los cuales se oxidan al final del almacenamiento.

α -Tocoferol por HPLC

Los valores de α -Tocoferol obtenidos en el presente estudio concuerdan con lo que describe Uceda *et al* (2000) para la variedad Arbequina, dicho autor indica que además de ser una variedad con bajo contenido de polifenoles también es de bajo contenido de vitamina E (α -Tocoferol), y señala valores de 237 ppm.

Los resultados del presente estudio (Apéndice III) indican que el contenido de α -tocoferol en el tiempo cero de almacenamiento, presenta un aumento significativo a medida que se aumenta la temperatura de batido, mostrando diferencias significativas entre los tratamientos de 20°C y 36°C con valores de 154 ppm y 204 ppm respectivamente. En cuanto al tiempo de batido se puede observar que éste no influye significativamente sobre el contenido de α -tocoferol. Por otra parte durante el almacenamiento se aprecia un aumento significativo desde los 0 hasta los 120 días y luego una disminución significativa a los 180 días, Figura 8.

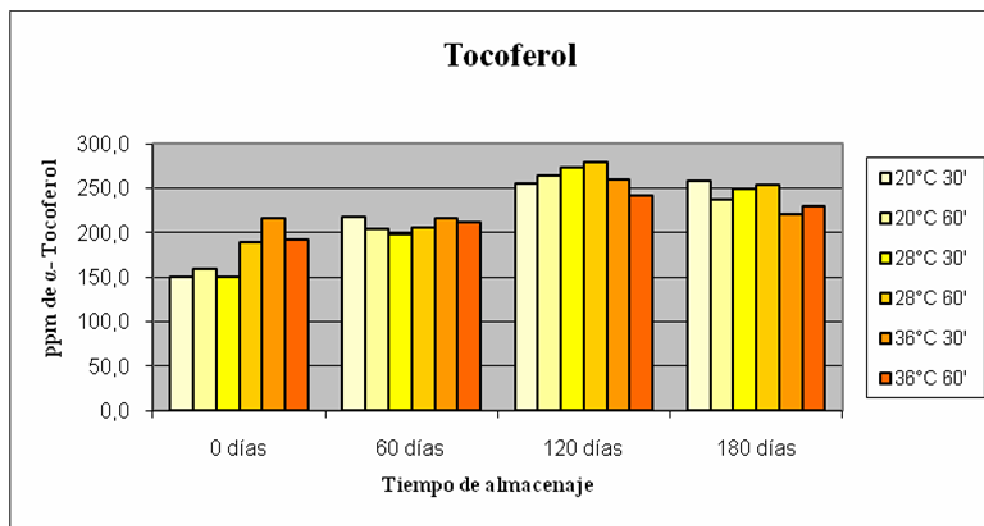


Figura 8. Contenido α – Tocoferol (ppm) durante el almacenamiento de aceite de oliva var. Arbequina.

Los resultados obtenidos concuerdan con los estudios realizados por Ranalli *et al* (2001) e Inajeros *et al* (2009) en los cuales al aumentar la temperatura de batido, el contenido de α -tocoferol aumenta significativamente, desde 108 a 133 ppm en el primer estudio y desde 207 a 225 ppm en el segundo estudio. Sin embargo en el estudio de Inajeros-García *et al* (2009) también se evaluó el tiempo de batido y los tocoferoles disminuyeron significativamente con el aumento de este factor en tiempos de 30 a 60 y 90 minutos (207, 219 y 200 ppm respectivamente).

El aumento significativo de α -tocoferol con el incremento de la temperatura, se debe principalmente según estos mismos autores al efecto de la temperatura sobre el proceso de batido, que favorece la liberación de componentes desde los tejidos vegetales hacia la fase acuosa, y que posteriormente debido a la repartición de componentes entre fases, estos se traspasan al aceite.

Capacidad antioxidante, DPPH.

La capacidad antioxidante de los aceites fue medida a través de la reacción de los antioxidantes del aceite con el radical estable DPPH (2,2 diphenyl-1-picryl-hydrazyl) (Huang *et al.*, 2005), reacción que es monitoreada a 520 nm por 600 segundos en un espectrofotómetro.

Para medir la capacidad antioxidante se midió la absorbancia del reactivo DPPH sin aceite al comenzar el análisis, luego se agregó la muestra de aceite y se observó la reacción en un espectrofotómetro. Esta reacción se graficó en una curva que muestra cómo la absorbancia va disminuyendo a medida que disminuye la concentración del radical en la solución. Esta disminución se debe a la donación de protones de los antioxidantes presentes en el aceite hacia radical, por lo tanto una mayor disminución de la absorbancia en el tiempo se traduce a una mayor capacidad antioxidante del aceite. En la Figura 9 se muestra la curva de la cinética de esta reacción, medida para cada tratamiento en el tiempo de almacenamiento 1, tiempo más representativo de resultados finales, la curva llega hasta el segundo 200 que es cuando se estabilizó.

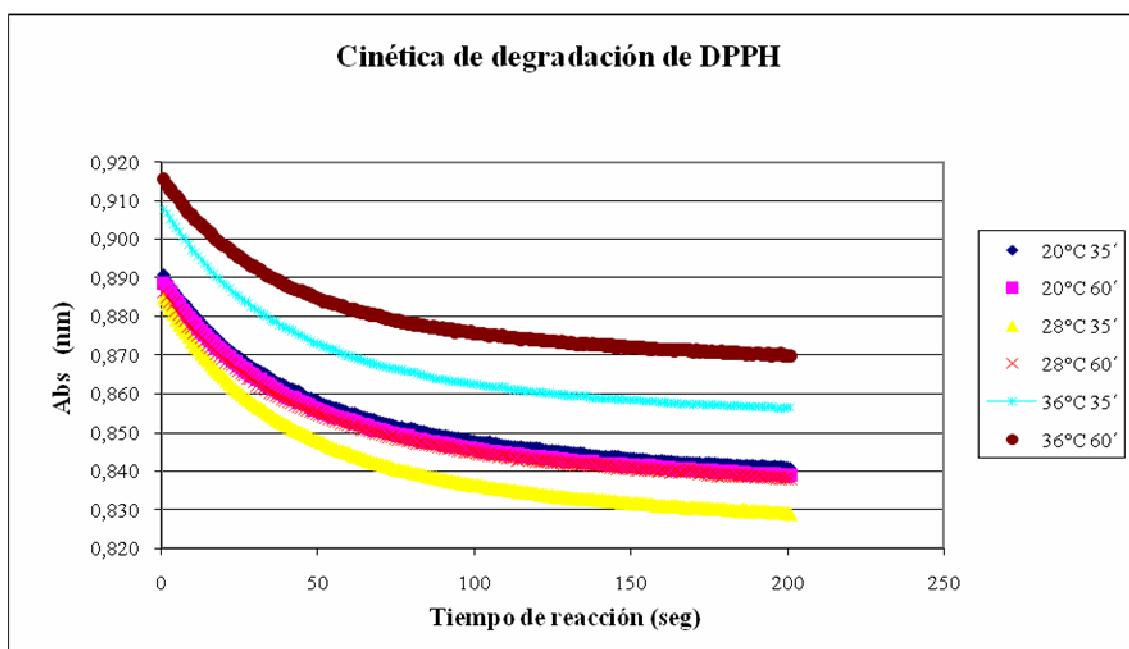


Figura 9. Cinética de degradación de DPPH+Aceite a una Absorbancia de 520 nm, al los 60 días de almacenamiento.

Para comparar los resultados se calculó el porcentaje de reducción de la absorbancia del DPPH solo con respecto a cuando se le agregó el aceite (seg. 0) y el porcentaje de reducción desde el momento de adición del aceite hasta los 600 segundos. Este cálculo se realizó en todos los tiempos de almacenaje y se compararon estadísticamente como se observa en el Cuadro 4 y Cuadro 5.

Cuadro 4. Porcentaje de Reducción entre Abs. de DPPH solo y DPPH+ aceite al seg. 0

Dpph + aceite	Temperatura de batido			Tiempo de batido		Almacenamiento (días)			
	20°C	28°C	36°C	35`	60`	0	60	90	180
	7,6ab	7,8b	7,0a	7,7a	7,1a	5,8a	8,3bc	8,6c	7,1ab

Valores seguidos horizontalmente, correspondientes a cada ítem, con igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación de DUNCAN ($p \leq 0,05$).

Cuadro 5. Porcentaje de Reducción de Abs. DPPH+ aceite desde 0 a 600 seg.

Dpph 600seg	Temperatura de batido			Tiempo de batido		Almacenamiento (días)			
	20°C	28°C	36°C	35`	60`	0	60	90	180
	5,3a	5,7a	5,4a	5,6a	5,3a	5,3a	5,5a	5,3a	5,8a

Valores seguidos horizontalmente, correspondientes a cada ítem, con igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación de DUNCAN ($p \leq 0,05$).

De acuerdo a los resultados del análisis estadístico que se observan en el cuadro 4, el porcentaje de reducción en la Absorbancia entre DPPH solo y DPPH+ aceite al seg. 0, disminuye significativamente cuando se sube la temperatura desde 28°C a 36°C, lo que indica que la capacidad antioxidante disminuye al aumentar la temperatura por sobre 28°C. Además se observa que este mismo porcentaje de reducción presenta una tendencia a disminuir cuando se aumenta el tiempo de batido, sin embargo esta reducción no es significativa. Por otra parte durante el almacenamiento este porcentaje de reducción aumentó significativamente los primeros 4 meses para luego disminuir hacia el final del almacenamiento, esto indica que la capacidad antioxidante aumentó significativamente a los 60 y 120 días de almacenado y luego disminuyó significativamente a los 180 días.

En el cuadro 5. se observa que la medida de porcentaje de reducción de la absorbancia desde el seg. 0 a los 600 seg., no se vio afectada significativamente por los factores medidos.

Estos resultados concuerdan en algunos aspectos con lo que obtuvo Inajeros *et al* (2009) en su investigación donde al variar temperatura y tiempo de batido la capacidad antioxidante aumentó con el incremento de la temperatura y disminuyó con el aumento del tiempo de batido, mostrando la misma tendencia que los polifenoles de dicha investigación. En el presente estudio la capacidad antioxidante disminuye significativamente con el aumento de la temperatura, presentando una tendencia muy similar a los polifenoles totales en el tiempo cero días (Apéndice III). Por otro lado la tendencia de la capacidad antioxidante durante el almacenamiento es la misma que presentan los polifenoles durante los seis meses de almacenamiento. Considerando lo anterior se puede explicar que los resultados de la capacidad antioxidante frente a los factores medidos, se deben a su directa relación con el contenido de polifenoles totales en el aceite (Morales y Przybylski., 2003).

Polifenoles flavonoides y no flavonoides por HPLC-DAD

Los resultados de la Cromatografía Líquida de Alta Eficacia (HPLC-DAD) (Cuadro 6), indican que al aumentar la temperatura de batido varió significativamente el ac.vainillínico, la vainillina, los flavonoides y la oleuropeina aglicona aumentando a los 28°C y luego disminuyendo a los 36 °C de temperatura de batido a excepción de la vainillina que mostro un aumento con el incremento de la temperatura.

Por otra parte el efecto del tiempo de batido influyó significativamente solo en la oleuropeina aglicona, la cual mostró una disminución en su contenido con el aumento de este factor.

Estos resultados coinciden en algunos aspectos con el estudio realizado por Boselli *et al* (2009), quien evaluó tres temperatura de batido (25°C, 35°C y 45°C) en un Blend Frantoio/Leccino y en Coratina y sus resultados indicaron que algunos compuestos fenólicos como el ac.vanillínico, vainillina, secoiridoides, oleuropeina aglicona, flavonoides como luteolina y apigenina, entre otros, aumentaron conforme se incrementó la temperatura de batido.

Estos resultados según el mismo autor se deben a que el aumento de la temperatura de batido favorece la liberación de los fenoles contenidos en la pulpa del fruto hacia la fase oleosa. Además se activan enzimas como la β -glucosidasa que tiene un rol en la producción de fenil-agliconas (secoiridoides) a través de la hidrólisis de glicosidos de oleuropeina y dimetiloleuropeina, que aumentarían el contenido de estos componentes. Al mismo tiempo con la temperatura de batido se activan enzimas como lipoxigenasas que catalizan la formación de peróxidos que promueven indirectamente la oxidación de secoiridoides, disminuyendo el contenido de estos con temperaturas sobre 35°C, como en el presente estudio.

Cuadro 6. Compuestos fenólicos presentes en el perfil cromatográfico de aceite de oliva de la variedad Arbequina (mg/kg).

Polifenol	Temperatura de batido			Tiempo de batido	
	20°C	28°C	36°C	35`	60`
3,4- DHPEA	0,12a	0,21a	0,22a	0,28a	0,09a
ρ -DHPEA	0,44a	0,64a	0,50a	0,56a	0,49a
Ac.Vainillinico	3,45ab	3,58b	3,41a	3,47a	3,49a
Vainillina	0,25a	0,36ab	0,4b	0,36a	0,31a
Ac.Cinámico	0,09a	0,12a	0,15a	0,12a	0,12a
3,4 -DHPEA-EDA	0,021a	0,035a	0,024a	0,03a	0,03a
ρ -DHPEA-EDA	6,00a	5,70a	6,60a	6,70a	5,60a
Oleuropeina Aglicona	27,03a	30,81b	28,30ab	30,10b	27,00a
Flavonoide	4,16b	4,84b	2,86a	4,17a	3,73a

3,4-DHPEA: hidroxityrosol; ρ -DHPEA: tirosol; 3,4-DHPEA-EDA: forma dialdehídica del ácido decarboximetil elenoico unido al hidroxityrosol; ρ -DHPEA-EDA: forma dialdehídica del ácido decarboximetil elenoico unido al tirosol.

Valores seguidos horizontalmente, correspondientes a cada ítem, con igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación de DUNCAN ($p \leq 0,05$).

Ácidos Grasos

Los resultados del presente estudio indican que al aumentar la temperatura de batido solo se ve afectado significativamente el ácido graso palmitoleico. En cuanto al tiempo de batido éste no presenta un efecto significativo sobre la composición de los ácidos grasos, Cuadro 7.

El perfil de ácidos grasos descritos en el presente estudio concuerda con lo que indica Kiritzakis (1992) para el aceite de oliva y con estudios realizados en Chile por Moglia (2007) y Ramirez (2007) en la variedad Arbequina de la zona central, donde se encontró un porcentaje de ácido oleico entre 71 y 73%, linoleico entre 5,2 y 9% y linolénico entre 0,1 y 0,36% en ambos estudios. Además está acorde con los límites establecidos por el COI (ANEXO III) para aceite de oliva extra virgen.

La composición de ácidos grasos no se vio afectada significativamente por los factores tiempo y temperatura del batido, gracias a la presencia de compuestos antioxidantes naturales presentes en el aceite de oliva, que en su mayoría son de carácter fenólico y actúan inhibiendo la oxidación del aceite, por otra parte la composición del aceite de oliva que es rica en ácidos grasos monoinsaturados y con menor contenido de ácidos grasos poliinsaturados como el linoleico y linolénico que otros aceites vegetales, lo hace

menos susceptible a problemas de oxidación durante el batido. (Kiritzakis, 1992., Izquierdo 2008b, Uceda *et al*, 2008)

Cuadro 7. Composición de los principales ácidos grasos de aceite de oliva variedad Arbequina.

		Temperatura de batido			Tiempo de batido	
		20°C	28°C	36°C	35`	60`
Ac. grasos						
Palmítico	C16:0	12a	12,5a	12,5a	12,3a	12,4a
Palmitoleico	C16:1	0,97a	1,07b	1,04ab	1,01a	1,04a
Margárico	C17:0	0,11a	0,12a	0,13a	0,12a	0,12a
Margaroleico	C17:1	0,25a	0,27a	0,29a	0,27a	0,28a
Estearico	C18:0	1,84a	1,88a	1,88a	1,86a	1,88a
Oleico	C18:1	76,6a	76,9a	77,54a	76,90a	77,10a
Linoléico	C18:2	6,2a	6,3a	6,3a	6,25a	6,29a
Linolenico	C18:3	0,46a	0,47a	0,55a	0,49a	0,50a
Araquídico	C20:0	0,32a	0,32a	0,37a	0,32a	0,35a
Gadoleico	C20:1	0,01a	0,07a	0,14a	0,05a	0,09a

Valores seguidos horizontalmente, correspondientes a cada ítem, con igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación de DUNCAN ($p \leq 0,05$).

Análisis Sensorial

Uno de los criterios básicos para evaluar calidad del aceite de oliva, son sus características sensoriales. Estas características son la huella dactilar que revela, la historia del zumo de aceitunas (Kiritsakis, 1992; Izquierdo, 2008b).

Los resultados de la evaluación sensorial del presente estudio se muestran en el Apéndice IV donde se puede observar que ninguno de los aceites evaluados presenta defectos sensoriales, y además que en los atributos no presentan diferencias significativas entre tratamientos.

El análisis sensorial se realizó con una pauta estructurada, en la que se debió señalar la intensidad de percepción de descriptores del aceite de oliva, en una escala de 0 a 5. Sin embargo los resultados indicaron puntuaciones máximas de 2,7, por lo que en el gráfico el eje llega hasta 3.

En la Figura 10. Se puede observar que en frutado y amargo, el aceite que presenta mayor puntuación corresponde al tratamiento T3 (de 28°C por 35`).

Estos resultados son muy característicos en las descripciones sensoriales señaladas en la literatura para aceites de la variedad Arbequina. Según Uceda *et al* (2000) el perfil sensorial de aceites monovarietales de Arbequina, corresponde a un aceite muy frutado con puntuación de 3 como máximo, ligero sabor a manzana, verde herbáceo, muy poco amargo y picante, de sabor dulce, muy fluido en boca, siendo atributos específicos la almendra verde y el “flavor” a hierba recién cortada.

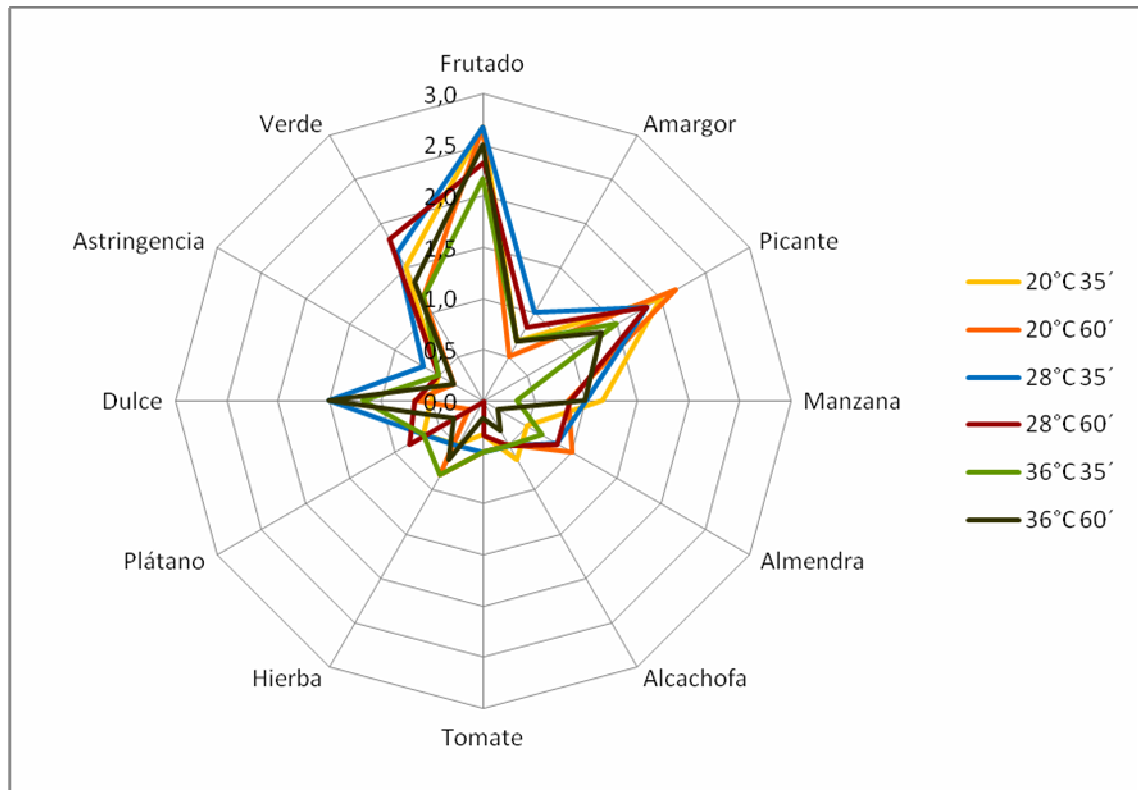


Figura 10. Evaluación sensorial a aceites de oliva frescos de la variedad Arbequina, por tratamiento.

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente estudio se puede concluir que:

- Los factores de tiempo y temperatura de batido afectan significativamente características químicas del aceite de oliva de la variedad Arbequina.
- El aumento de la temperatura de batido de 28 a 36°C mostró efectos significativos sobre los parámetros de calidad del aceite. Aumentó el porcentaje de acidez libre e Índice de Peróxidos, y disminuyó el índice de amargor y capacidad antioxidante.
- Al aumentar el tiempo de batido desde 30 a 60 minutos, disminuyó significativamente el contenido de polifenoles totales y por consecuencia el índice de amargor. Esto se debió a la mayor exposición de la pasta a reacciones oxidativas, afectando el contenido de compuestos fenólicos relacionados con el amargor.
- El aumento en forma conjunta de la temperatura a 36°C y del tiempo de batido de 30 a 60 minutos, potencia el efecto negativo producido en la calidad del aceite.
- En cuanto a la estabilidad oxidativa del aceite durante el almacenamiento, se observó que todos los parámetros que indican deterioro oxidativo aumentaron significativamente, y los que miden contenido de antioxidantes y capacidad antioxidante disminuyeron significativamente al final del almacenamiento. Esto se debe a que una vez que el aceite ha sufrido por procesos oxidativos primarios se liberan compuestos como hidroperóxidos que aumentan la inestabilidad del aceite y desencadenan procesos oxidativos irreversibles y al mismo tiempo los compuestos antioxidantes van disminuyendo, quedando el aceite más expuesto al deterioro.

BIBLIOGRAFÍA

Alba, J. 2008a. Procesos de elaboración. pp 29-44. *In:* Alba, J., Izquierdo, J., Gutiérrez, F., Vossen, P (Ed). Aceite de Oliva virgen, Análisis Sensorial. 2ª ed. Editorial Agrícola Española S.A. Madrid, España. 386 p.

Alba, J. 2008b. Elaboración del aceite de oliva virgen. pp 659-727. *In:* Barranco, D., Fernández- Escobar R. y Rallo, L. (Ed). El cultivo del olivo. 6ª ed. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 846 p.

Barranco, D. 2008. Variedades y Patrones. pp 65-92. *In:* Barranco, D., Fernández-Escobar R. y Rallo, L. (Ed). El cultivo del olivo. 6ª ed. Ediciones Mundi- Prensa, Madrid, España. 846 p.

Beltrán G., A Jiménez, M.P Aguilera y M. Uceda. 2000. Análisis mediante HPLC de la fracción fenólica del aceite de oliva virgen de la variedad Arbequina. Relación con la medida de amargor K225 y la estabilidad. *Revista Grasas y Aceites* 51 (5): 320-324.

Boselli E, Di lecce G, Strabbioli R, Pieralisi G, Frega N. 2009. Are virgin olive oils obtained below 27 °C better than those produced at higher temperatures?. *LWT-Food Science and Technology* 42: 748-757.

Civantos, L. 2008. La Olivicultura en el mundo y en España. Pp 17-35. *In:* Barranco, D., Fernández- Escobar R. y Rallo, L. (Ed). El cultivo del olivo. 6ª ed. Ediciones Mundi- Prensa, Madrid, España. 846 p.

Consejo Oleícola Internacional (COI), 2010. Designación y Definición de aceite de oliva. Disponible en <http://www.internationaloliveoil.org/web/aa-ingles/oliveWorld/aceite1.html>. Leído el 23 de Agosto de 2010.

Di Giovacchino L., A. Serraiocco, N. Constantini y L. Ferrante. 2002. Influence of malaxation time of olive paste on oil extraction yields and chemical and organoleptic characteristics of virgin olive oil obtained by a centrifugal decanter at water saving. *Grasas y Aceites* 53(2): 179-186.

Di Giovacchino L, 2003. Aspectos tecnológicos. pp.33-67. *In:* Manual del aceite de oliva. Aparicio- Harwood. 1º edición. Editorial A. Madrid Vicente y Mundi Prensa. Madrid, España. 614p.

Espínola, F. 1996. Cambios Tecnológicos en la extracción del aceite de oliva virgen. Alimentación, Equipos y Tecnología. Dpto. de Ingeniería Química, Metalúrgica y de los Materiales. Universidad de Jaén.
Disponible en: <http://www.ujaen.es/huesped/aceite/articulos/cambiote.htm>. Leído el 20 de Marzo de 2010.

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

Fundación para la innovación agraria (FIA), 2004. Boletín Olivícola Nº15. Disponible en <http://www.fia.cl/difus/boletin/bololiv/bofebrero2004.PDF>. Leído 23 de Agosto de 2010.

Gutierrez, J. 2008. Análisis Sensorial, algunas técnicas. pp 173-213. *In*: Alba, J., Izquierdo, J., Gutierrez, F., Vossen, P (Ed). Aceite de Oliva virgen, Análisis Sensorial. 2ª ed. Editorial Agrícola Española S.A. Madrid, España. 386 p

Gutiérrez, F. y S. Perdiguero. 1992. Estudio de la efectividad e las columnas de extracción de Octadecilo C₁₈ en la evaluación del amargor (K225) del aceite de oliva virgen. Error esquema analítico del método de valoración. *Grasas y Aceites*, 43 (2): 93-96.

Hermoso, M., M. Uceda, L. Frías, y G. Beltrán. 2001. Maduración. Pp. 153-169. *In*: Barranco, d., Fernández- Escobar R. y Rallo, L. (Ed). El cultivo del olivo. 4ª ed. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 724 p.

Huang, D. Ou, B. and Prior, R. 2005. The chemistry behind antioxidant capacity assays. *J. Agric. Food Chem.* 53: 1841-1856.

Inajeros-Garcia A, Gomez-Rico A, M.D. Salvador, Fregapane G, 2009. *European Food Research and Technology.* 228: 671-677.

Izquierdo, J. 2008a. Parametros físico-químicos que definen la calidad del aceite virgen. pp 49-111. *In*: Alba, J., Izquierdo, J., Gutierrez, F., Vossen, P (Ed). Aceite de Oliva virgen, Análisis Sensorial. 2ª ed. Editorial Agrícola Española S.A. Madrid, España. 386 p.

Izquierdo, J. 2008b. Las características organolépticas del aceite de virgen de oliva. pp 81-111. *In*: Alba, J., Izquierdo, J., Gutierrez, F., Vossen, P (Ed). Aceite de Oliva virgen, Análisis Sensorial. 2ª ed. Editorial Agrícola Española S.A. Madrid, España. 386 p.

Kiritsakis, A. 1992. El aceite de oliva. A. Madrid Vicente Ediciones. Madrid, España. 306 páginas.

Luchetti, 2003. Introducción al estudio del aceite de oliva. pp. 13-24. *In*: Manual del aceite de oliva. Aparicio- Harwood. 1º edición. Editorial A. Madrid Vicente y Mundi Prensa. Madrid, España. 614p.

Di Giovacchino L, 2003. Aspectos tecnológicos. pp.33-67. *In*: Manual del aceite de oliva. Aparicio- Harwood. 1º edición. Editorial A. Madrid Vicente y Mundi Prensa. Madrid, España. 614p.

- Moglia C, 2007. Estudio exploratorio de la influencia del vigor del olivo variedad arbequina sobre las características del aceite de oliva. Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Escuela de Agronomía. Santiago, Chile.
- Morales, T., Prybyzlski, R. 2003. Oxidación del aceite de oliva. pp. 443-467. *In*: Manual del aceite de oliva. Aparicio- Harwood. 1º edición. Editorial A. Madrid Vicente y Mundi Prensa. Madrid, España. 614p.
- Morales, J., M. Ruano y M. Aguilera, 2005. Ensayo de variedades de olivo en Jaén. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Jaén. España. 76p.
- Morales, M y Tsimidou, T. 2003. El papel de los compuestos volátiles y los polifenoles en la calidad sensorial del aceite de oliva. pp.381-422. *In*: Manual del aceite de oliva. Aparicio- Harwood. 1º edición. Editorial A. Madrid Vicente y Mundi Prensa. Madrid, España. 614p.
- Peña-Neira. A., T. Hernández, C. García-Vallejo, I. Estrella and J.A. Suárez, 2000. A survey of phenolic compounds in Spanish wines of different geographical origins. *Eur. Food Res. Technol.* 210: 445-448p.
- Ramirez, K. 2005. Estudio exploratorio de la determinación de vigor en olivos de la variedad Arbequina y su influencia en las características de las aceitunas y del aceite. Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Escuela de Agronomía. Santiago, Chile.
- Ranalli, A., Contento, S., Schiavone, C., Simone, N. 2001. Malaxing temperature affects volatile and phenol composition as well as other analytical features of virgin olive oil. *European Journal of Lipid Science and Technology.* 103: 228-238.
- Ranalli ,A., Pollastri, L., Contento, S., Lannucci, E., Lucera, L. 2003. Effect of olive paste kneading process time on the overall quality of virgin olive oil. *European Journal of Lipid Science and Technology.* 105: 57-67.
- Schwartz, M., W. Kern, R. Marchant, R. Callejas y M. Sepúlveda 2002. Actualización del diagnóstico del sector olivícola nacional y formulación de estrategias de desarrollo. ProChile. Santiago, Chile. 172p.
- Sepúlveda, E. 1998. Manual de trabajos prácticos de análisis de alimentos. Universidad de Chile. Facultad de Agronomía. Publicación docente n°4. Santiago, Chile. 51 p
- Tsimidou, M. 1998. Polyphenols and quality of virgin olive oil in retrospect. *Ital. J. Food. Sci.* 10:99-116.
- Uceda, M., Hermoso, M., Aguilera, M. 2008. La calidad del aceite de oliva. Pp 701-726. *In*: Barranco, D., Fernández- Escobar R. y Rallo, L. (Ed). El cultivo del olivo. 6ª ed. Ediciones Mundi- Prensa, Madrid, España. 846 p.

Uceda, M., A. Jiménez, G. Beltrán y M. Aguilera. 2006 a. Empleo de ultrasonido de potencia en el uso en el proceso de elaboración del aceite de oliva virgen. Resultados a nivel de planta. *Revista Grasas y Aceites* 57 (3): 253-259.

Uceda, M., A. Jiménez y G. Beltrán. 2006 b. Trends in olive oil production. *Revista Grasas y Aceites* 57 (1): 25-31.

Uceda, M., Aguilera, M., Beltrán, G., Jiménez, A. 2000. Aceites de Oliva vírgenes extra. Calidad y Diversidad. Estación de olivicultura y Elaiotecnica C.I.F.A. "Venta del llano". Consejería de Agricultura y pesca. Junta de Andalucía. Mengibar (Jaén). 77 páginas.

Vekiari, S., Koutsaftakis, A. 2002. The effect of different processing stages of olive fruit on the extracted olive oil polyphenol content. *Revista Grasas y Aceites*. 53 (3): 304-308.

Vergara, C. 2005. Optimización del tiempo y la temperatura de amasado de pasta de aceitunas (*Olea europea sativa*) variedad Frantoio. Caracterización físico-química del aceite de oliva virgen extra obtenido. Ingeniero en Alimentos. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Departamento de Ciencia de los alimentos y Tecnología Química. Santiago, Chile.

ANEXO I

Índice de madurez de Ferreira

Clases

Clase 0: Piel verde intenso.

Clase 1: Piel verde o amarillento.

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

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

Clase 4: Piel negra y pulpa blanca.

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

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

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

Siendo A, B, C, D, E, F, G, H, el número de frutos de las clases: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, respectivamente. el índice de madurez se obtiene por la siguiente fórmula:

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

Obtención de la muestra

Se toma una muestra de aceitunas de aproximadamente 2 kg, cogiendo los frutos a la altura del operador y en las cuatro orientaciones del árbol. Una vez homogeneizada la muestra, se separan 100 frutos y se clasifican en las 8 clases o categorías anteriormente descritas. Posteriormente se determina el índice de madurez (I.M.) como la sumatoria de los productos del número de aceitunas de cada clase por el valor del numérico de cada clase, dividido por 100. Este índice de madurez puede aceptar valores entre 0 (todos los frutos de color verde intenso) y el 7 (todos los frutos con piel negra y pulpa morada hasta el hueso) (Hermoso *et al.*, 2001).

ANEXO II

DEPARTAMENTO DE AGROINDUSTRIA Y ENOLOGÍA, UNIVERSIDAD DE CHILE

Hoja de perfil

Nombre del Catador: _____

Notas olfato gustativas - táctiles

Nº de la muestra: _____

Fecha: _____

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

(*) Tachese lo que no proceda.

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

Observaciones: _____

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

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

ANEXO III

Norma comercial aplicable a los aceites de oliva y aceites de orujo de olivaCrterios de calidad

	Aceite de oliva virgen extra	Aceite de oliva virgen	Aceite de oliva lampante	Aceite de oliva refinado
Acidez libre (% ácido oleico)	$\leq 0,8$	$\leq 2,0$	$> 3,3$	$\leq 0,3$
Índice de peróxidos (meq O ₂ / Kg)	≤ 20	≤ 20	–	≤ 5
Coefficiente de extinción UV				
K ₂₇₀	$\leq 0,22$	$\leq 0,25$	–	$\leq 1,10$
ΔK	$\leq 0,01$	$\leq 0,01$	–	$\leq 0,16$
K ₂₃₂	$\leq 2,5$	$\leq 2,6$	–	–
Características organolépticas				
Mediana del defecto	Me = 0	Me $\leq 2,5$	Me > 6,0	–
Mediana del frutado	Me > 0	Me > 0	–	–

Fuente: Consejo Oleícola Internacional (COI), 30 de Agosto de 2010.

Composición en ácidos grasos por cromatografía de gases

Ácido graso	% m/m de ésteres metílicos
Ácido palmítico	7,5 a 20,0
Ácido palmitoleico	0,3 a 3,5
Ácido margárico	$\leq 0,3$
Ácido margaroleico	$\leq 0,3$
Ácido esteárico	0,5 a 5,0
Ácido oleico	55,0 a 83,0
Ácido linoleico	3,5 a 21,0
Ácido linolénico	$\leq 1,0$

Fuente: Consejo Oleícola Internacional (COI), 30 de Agosto 2010.

APENDICE I

Análisis estadístico del Porcentaje de Acidez libre en aceites de oliva frescos var. Arbequina.

Acidez	Temperatura de batido			Tiempo de batido	
	20°C	28°C	36°C	35`	60`
	0,16 a	0,18 a	0,22 b	0,17 a	0,20 a

Valores seguidos horizontalmente, correspondientes a cada ítem, con igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación de DUNCAN ($p \leq 0,05$).

Análisis estadístico del Índice de Amargor (K225) medido en aceites de oliva frescos var. Arbequina.

Amargor	Temperatura de batido			Tiempo de batido	
	20°C	28°C	36°C	35`	60`
	0,14b	0,12b	0,07a	0,13b	0,10a

Valores seguidos horizontalmente, correspondientes a cada ítem, con igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación de DUNCAN ($p \leq 0,05$).

Análisis estadístico del Índice de Peróxido en aceites de oliva var. Arbequina por 6 meses.

Índice de Peróxidos	Temperatura de batido			Tiempo de batido		Almacenamiento días			
	20°C	28°C	36°C	35`	60`	0	60	120	180
	6,5b	5,7a	6,6b	6,2a	6,3a	4,7a	5,8b	6,6c	7,8d

Valores seguidos horizontalmente, correspondientes a cada ítem, con igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación de DUNCAN ($p \leq 0,05$).

Análisis estadístico del Índice de Peróxido, por tiempo de almacenamiento. En aceite de oliva var. Arbequina

Tiempo de almacenamiento días	Temperatura de batido			Tiempo de batido	
	20°C	28°C	36°C	35`	60`
0	4,5 a	4,6 ab	4,8 b	4,7 a	4,8 a
60	5,8 ab	5,2 a	6,5 b	6,0 a	5,6 a
120	6,7 a	6,3 a	6,9 a	6,5	6,8
180	8,9 b	6,7 a	7,8 ab	7,7 a	7,9 a

Valores seguidos horizontalmente, correspondientes a cada ítem, con igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación de DUNCAN ($p \leq 0,05$).

Análisis estadístico del Coeficiente de extinción ultravioleta K232 en aceites de oliva var. Arbequina almacenados por 6 meses.

K232	Temperatura de batido			Tiempo de batido		Almacenamiento (días)			
	20°C	28°C	36°C	35`	60`	0	60	120	180
	1,69b	1,62a	1,67ab	1,67a	1,65a	1,53a	1,66b	1,71b	1,74bc

Valores seguidos horizontalmente, correspondientes a cada ítem, con igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación de DUNCAN ($p \leq 0,05$).

APENDICE II

Análisis estadístico del coeficiente de extinción ultravioleta K232. Por tiempo de almacenamiento en aceite de oliva var. Arbequina.

Tiempo de almacenamiento días	Temperatura de batido			Tiempo de batido	
	20°C	28°C	36°C	35`	60`
0	1,54a	1,52a	1,54a	1,53a	1,54a
60	1,68a	1,61a	1,68a	1,68a	1,63a
120	1,71a	1,69a	1,72a	1,70a	1,71a
180	1,82a	1,66a	1,74a	1,75a	1,73a

Valores seguidos horizontalmente, correspondientes a cada ítem, con igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación de DUNCAN ($p \leq 0,05$).

Análisis estadístico del Coeficiente de extinción ultravioleta K270 en aceites de oliva var. Arbequina almacenados por 6 meses.

K270	Temperatura de batido			Tiempo de batido		Almacenamiento (días)			
	20°C	28°C	36°C	35`	60`	0	60	120	180
	0,10a	0,10a	0,11b	0,10a	0,10a	0,90a	0,11b	0,10b	0,09a

Valores seguidos horizontalmente, correspondientes a cada ítem, con igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación de DUNCAN ($p \leq 0,05$).

Análisis estadístico del coeficiente de extinción ultravioleta K270. Por tiempo de almacenamiento en aceite de oliva var. Arbequina.

Tiempo de almacenamiento días	Temperatura de batido			Tiempo de batido	
	20°C	28°C	36°C	35`	60`
0	0,10a	0,09a	0,09a	0,09a	0,09a
60	0,10a	0,11a	0,12a	0,10a	0,12b
120	0,10a	0,11a	0,11a	0,11a	0,10a
180	0,09a	0,09a	0,10a	0,10a	0,09a

Valores seguidos horizontalmente, correspondientes a cada ítem, con igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación de DUNCAN ($p \leq 0,05$).

Análisis estadístico del Coeficiente de extinción ultravioleta ΔK en aceites de oliva var. Arbequina almacenados por 6 meses.

ΔK	Temperatura de batido			Tiempo de batido		Almacenamiento (días)			
	20°C	28°C	36°C	35`	60`	0	60	120	180
	-0,0019a	-0,0026a	-0,0020a	-0,0020a	-0,0024a	-0,0023a	-0,0022a	-0,0018a	-0,0024a

Valores seguidos horizontalmente, correspondientes a cada ítem, con igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación de DUNCAN ($p \leq 0,05$).

Análisis estadístico del contenido de polifenoles totales en aceites de oliva var. Arbequina, almacenados por 6 meses.

Polifenoles Totales	Temperatura de batido			Tiempo de batido		Almacenamiento (días)			
	20°C	28°C	36°C	35`	60`	0	60	120	180
	158,6a	169,9a	158,5a	181,6a	143,2b	106,1b	330,8d	144,1c	68,4a

Valores seguidos horizontalmente, correspondientes a cada ítem, con igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación de DUNCAN ($p \leq 0,05$).

APENDICE III

Análisis estadístico del contenido de polifenoles totales por tiempo de almacenamiento en aceite de oliva var. Arbequina.

Tiempo de almacenamiento días	Temperatura de batido			Tiempo de batido	
	20°C	28°C	36°C	35`	60`
	0	109,9a	105,3a	103,2a	132,4b
60	320,4a	334,7a	337,3a	349,6a	312,1a
120	145,5ab	165,4b	121,6a	169,5b	118,8a
180	58,8a	74,2a	72,1a	75,0a	61,8a

Valores seguidos horizontalmente, correspondientes a cada ítem, con igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación de DUNCAN ($p \leq 0,05$).

Análisis estadístico de α -Tocoferol en aceites almacenado por 6 meses. En aceite de oliva var. Arbequina

Tocoferoles	Temperatura de batido		Tiempo de batido		Almacenamiento (días)				
	20°C	28°C	36°C	35`	60`	0	60	120	180
		218,2a	224,5a	223,5a	221,9a	222,2a	176,05a	208,8b	262,2d

Valores seguidos horizontalmente, correspondientes a cada ítem, con igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación de DUNCAN ($p \leq 0,05$).

Análisis estadístico de α -Tocoferol por tiempo de almacenamiento. En aceite de oliva var. Arbequina.

Tocoferoles					
Tiempo de almacenamiento días	Temperatura de batido			Tiempo de batido	
	20	28	36	35	60
0	154,4a	169,4ab	204,3b	172,1a	179,9a
60	210,9a	201,9a	213,6a	210,6a	207,0a
120	259,7a	275,9a	250,9a	262,5a	261,8a
180	247,7a	250,9a	225,4a	242,6a	239,9a

Valores seguidos horizontalmente, correspondientes a cada ítem, con igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación de DUNCAN ($p \leq 0,05$).

APENDICE IV

Análisis estadístico de evaluación sensorial en aceite de oliva frescos var. Arbequina.

Atributo	Temperatura de batido			Tiempo de batido	
	20°C	28°C	36°C	35`	60`
Frutado	2,6 a	2,5 a	2,3 a	2,5 a	2,5 a
Verde	1,3 a	1,7 a	1,3 a	1,4 a	1,4 a
Amargor	0,5 a	0,9 a	0,6 a	0,7 a	0,6 a
Picante	2,1 a	1,8 a	1,4 a	1,7 a	1,7 a
Manzana	1,0 a	0,9 a	0,6 a	0,8 a	0,9 a
Almendra	0,8 a	0,8 a	0,4 a	0,6 a	0,6 a
Alcachofa	0,6 a	0,5 a	0,4 a	0,5 a	0,4 a
Tomate	0,4 a	0,4 a	0,3 a	0,4 a	0,3 a
Hierba	0,6 a	0,3 a	0,7 a	0,6 a	0,5 a
Plátano	0,4 a	0,8 a	0,5 a	0,6 a	0,4 a
Dulce	0,5 a	1,1 a	1,3 a	1,1 a	0,9 a
Astringencia	0,4 a	0,6 a	0,4 a	0,5 a	0,4 a

Valores seguidos horizontalmente, correspondientes a cada ítem, con igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación de DUNCAN ($p \leq 0,05$).

Temperaturas ambiente medidas durante los 180 días de almacenamiento. En aceite de oliva var. Arbequina.

Mes	Fecha	Temperatura °C
Agosto	15	8
	22	7
	29	10
Septiembre	4	10
	10	13
	18	15
	25	13
	6	16
Octubre	15	17
	21	18
	27	18
	6	20
Noviembre	14	23
	20	23
	26	22
	12	24
Diciembre	15	23
	22	23
	29	24
	6	25
Enero	15	27
	20	24
	30	23
	4	27
Febrero	15	25

