



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE POSTGRADO

**EFFECTO DEL TIEMPO Y TEMPERATURA DE BATIDO SOBRE LAS
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y SENSORIALES DEL ACEITE DE OLIVA
VARIEDAD FRANTOIO**

Tesis para optar al Título Profesional de Ingeniero Agrónomo y al Grado de
Magíster en Ciencias Agropecuarias, Mención Producción Agroindustrial

MARÍA PAZ MARÍN NIÑO DE ZEPEDA

Director de Tesis
MARÍA DE LA LUZ HURTADO PUMARINO

Profesores Consejeros
NALDA ROMERO PALACIOS
ÁLVARO PEÑA NEIRA

SANTIAGO - CHILE
2013

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE POSTGRADO

**EFEECTO DEL TIEMPO Y TEMPERATURA DE BATIDO SOBRE LAS
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y SENSORIALES DEL ACEITE DE OLIVA
VARIEDAD FRANTOIO**

Tesis para optar al Título Profesional de Ingeniero Agrónomo y al Grado de
Magíster en Ciencias Agropecuarias, Mención Producción Agroindustrial

MARÍA PAZ MARÍN NIÑO DE ZEPEDA

	Calificaciones (Memoria de Título)	Calificaciones (Tesis de grado)
DIRECTOR DE TESIS		
María Luz Hurtado Pumarino. Ingeniero Agrónomo, Dr.	6,7	Aprobado
PROFESORES CONSEJEROS		
Álvaro Peña Neira. Ingeniero Agrónomo, Dr.	7,0	Aprobado
Nalda Romero Palacios. Químico Farmacéutico, MSc.	6,6	Aprobado

SANTIAGO - CHILE
2013

AGRADECIMIENTOS

A mi profesora guía María Luz Hurtado, en primer lugar por adquirir este compromiso a pesar de tener otras responsabilidades profesionales y personales. Por su gran disposición y apoyo cada vez que la necesité, independiente de la distancia que nos separaba durante el desarrollo de la tesis. Por su manera de ser tan cariñosa.

A mis profesores evaluadores, Álvaro Peña y Nalda Romero, por sus correcciones y comentarios para mejorar el resultado final de este trabajo.

A la Pauly, por su paciencia enseñándome a hacer los análisis en el laboratorio, pero principalmente por su compañía, humor y conversaciones durante el largo período que estuve desarrollando la tesis. Eres una gran mujer, mamá y amiga.

A Manolo y Teo, por ser excelentes personas y recibirme siempre con tanto cariño.

A mis queridos amigos; Guchi, Cami, Naty, Mary, Diego, Lalo, Víctor, Cristian, Manu, Rafa y Ricardo. Gracias por los lindos recuerdos y por todos los buenos momentos que vendrán.

A la Andre, Gaby y Pame, gracias por tener siempre la mejor disposición para ayudarme y compartir conmigo sus conocimientos y experiencia.

A Bastián, mi mejor compañero. Gracias por animarme a terminar mi tesis, por todo lo que hemos logrado juntos y todos los objetivos en común que nos quedan por cumplir.

A mi familia: Cecilia y Jorge, por ser los mejores padres, abuelos y profesionales. Gracias por su inmenso amor, su apoyo incondicional y por brindarme la oportunidad de tener una excelente educación, sé lo importante y anhelado que es este logro para ustedes.

Al Coke, mi querido hermano, el mejor que podría tener. Gracias por tus consejos y ayuda en los momentos oportunos, por ser el mejor tío de Martín, te admiro profundamente y te quiero aún más.

A Martín, que ha estado conmigo en toda mi época universitaria. Lo mejor de mi vida, gracias por la inmensa felicidad que provocas en mí, por enseñarme tanto y por hacerme sentir la mamá más orgullosa del mundo.

ÍNDICE

LISTA DE CUADROS	1
LISTA DE FIGURAS	2
ABREVIACIONES.....	4
RESUMEN.....	5
ABSTRACT	6
INTRODUCCIÓN	7
Hipótesis	12
Objetivos.....	12
Objetivo general.....	12
Objetivos específicos	12
MATERIALES Y MÉTODOS	13
Lugar de Trabajo	13
Materiales	13
Metodología.....	14
Recolección y preparación de las muestras	14
Método de obtención del aceite de oliva	14
Almacenamiento de las muestras de aceite de oliva.....	15
Análisis físicos en frutos	15
Peso promedio de los frutos.....	15
Tamaño de fruto.....	15
Índice de madurez.....	15
Relación pulpa/carozo.....	15
Contenido de humedad	15
Contenido de aceite.....	15
Análisis químico y sensorial en aceite de oliva.....	16
Índice de Acidez	16
Índice de Peróxidos.....	16
Coeficiente de extinción ultravioleta (K_{232} , K_{270} y ΔK)	16
Polifenoles totales	16
Polifenoles flavonoides y no flavonoides por HPLC-DAD.....	16

Índice de Amargor (K ₂₂₅).....	16
Composición de ácidos grasos.....	16
Capacidad antioxidante.....	16
Contenido de α -Tocoferol por HPLC-DAD	16
Análisis sensorial	16
Diseño experimental y análisis estadístico	18
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
Caracterización física y química de aceitunas variedad Frantoio	19
Caracterización química y sensorial del aceite de oliva variedad Frantoio.....	20
Índice de Acidez	20
Índice de Peróxidos.....	22
Coeficiente de Extinción Ultravioleta (K ₂₃₂ , K ₂₇₀ y Δ K).....	23
Polifenoles Totales.....	27
Índice de Amargor (K ₂₂₅).....	30
Contenido de α -Tocoferol por HPLC-DAD	32
Capacidad antioxidante <i>in vitro</i> DPPH.....	33
Polifenoles flavonoides y no flavonoides por HPLC-DAD.....	36
Perfil de Ácidos Grasos	40
Análisis Sensorial	42
Análisis Multivariante de Componentes Principales.....	45
CONCLUSIONES	48
BIBLIOGRAFÍA.....	49
ANEXO I	55
ANEXO II.....	56
ANEXO III.....	57
APÉNDICES.....	58

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Tratamientos.	14
Cuadro 2. Promedio de parámetros físicos medidos en aceitunas variedad Frantoio.	19
Cuadro 3. Promedio de parámetros químicos medidos en aceitunas variedad Frantoio.	19
Cuadro 4. Análisis estadístico porcentaje de reducción entre absorbancia del radical DPPH y DPPH con aceite al segundo 0, en aceites recién extraídos.	34
Cuadro 5. Análisis estadístico porcentaje de reducción entre absorbancia del radical DPPH a los segundos 0 y 600, en aceites recién extraídos.	35
Cuadro 6. Análisis estadístico polifenoles de bajo peso molecular expresado en mg compuesto/kg aceite, en aceites recién extraídos.	38
Cuadro 7. Análisis estadístico composición de principales ácidos grasos expresados en %, en aceites recién extraídos.	41
Cuadro 8. Análisis estadístico de atributos sensoriales para cada tratamiento, en aceites recién extraídos.	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de obtención de aceite de oliva según metodología propuesta.	17
Figura 2. Índice de Acidez expresado en % de ácido oleico, en aceites de oliva var. Frantoio recién extraídos.	20
Figura 3. Evolución Acidez Libre (valores promedio) para cada tratamiento durante el tiempo de almacenamiento (12 meses).	21
Figura 4. Índice de Peróxidos expresado como meq de O ₂ /kg aceite, en aceites de oliva var. Frantoio recién extraídos.	22
Figura 5. Evolución Índice de Peróxidos (valores promedio) para cada tratamiento durante el tiempo de almacenamiento (12 meses).	23
Figura 6. Oxidación primaria por Coeficiente de Extinción K ₂₃₂ , en aceites de oliva var. Frantoio recién extraídos.	24
Figura 7. Oxidación secundaria por Coeficiente de Extinción K ₂₇₀ , en aceites de oliva var. Frantoio recién extraídos.	24
Figura 8. Coeficiente de Extinción ΔK , en aceites de oliva var. Frantoio recién extraídos.	25
Figura 9. Evolución Coeficiente de Extinción K ₂₃₂ (valores promedio) para cada tratamiento durante el tiempo de almacenamiento (12 meses).	26
Figura 10. Evolución Coeficiente de Extinción K ₂₇₀ (valores promedio) para cada tratamiento durante el tiempo de almacenamiento (12 meses).	26
Figura 11. Evolución Coeficiente de Extinción ΔK (valores promedio) para cada tratamiento durante el tiempo de almacenamiento (12 meses).	27
Figura 12. Polifenoles Totales expresados como meq AC/kg aceite, en aceites de oliva var. Frantoio recién extraídos.	28
Figura 13. Evolución contenido de Polifenoles Totales (valores promedio) para cada tratamiento durante el tiempo de almacenamiento (12 meses).	29

Figura 14. Índice de Amargor expresado como absorbancia a 225 nm, en aceites de oliva var. Frantoio recién extraídos.	30
Figura 15. Evolución Índice de Amargor (valores promedio) para cada tratamiento durante el tiempo de almacenamiento (12 meses).	31
Figura 16. Tocoferoles expresados en ppm de equivalentes de α -tocoferol, en aceites de oliva var. Frantoio recién extraídos.	32
Figura 17. Evolución α -tocoferol (valores promedio) para cada tratamiento durante el tiempo de almacenamiento (12 meses).	33
Figura 18. Curvas de degradación del radical DPPH para los distintos tratamientos en aceites recién extraídos.	34
Figura 19. Evolución porcentaje de reducción del radical DPPH (valores promedio) para cada tratamiento durante el tiempo de almacenamiento (12 meses).	36
Figura 20. Concentración promedio de compuestos fenólicos por tratamiento en aceites recién extraídos.	37
Figura 21. Evolución compuestos fenólicos (valores promedio) para cada tratamiento durante el tiempo de almacenamiento (12 meses).	40
Figura 22. Perfil Sensorial de cada tratamiento, en aceites de oliva var. Frantoio recién extraídos.	42
Figura 23. Perfil Sensorial de cada tratamiento, en aceites de oliva var. Frantoio a los 12 meses de almacenamiento.	44
Figura 24. Representación de variables en el análisis de componentes principales en aceites recién extraídos.	45
Figura 25. Representación de variables en el análisis de componentes principales en aceites a los 12 meses de almacenamiento.	46

ABREVIACIONES

°C	: Grados Celsius.
nm	: Nanómetro.
mL	: Mililitros.
L	: Litros.
g	: Gramo.
s	: Segundo.
ppm	: Partes por millón.
km	: Kilómetro.
m	: Metro.
Ha	: Hectárea.
kg	: Kilógramo.
meq	: Miliequivalentes.
HPLC	: Cromatografía líquida de alta eficacia.
ACETOP	: (+)-1-acetopinoresinol.
3,4-DHPEA	: Hidroxitirosol.
3,4-DHPEA-AC	: Hidroxitrosol acetato.
3,4-DHPEA-EDA	: Forma dialdehídica de oleuropeína aglicona decarboximetilada.
<i>p</i> -HPEA	: Tirosol.
<i>p</i> -HPEA-EDA	: Forma dialdehídica de ligustrósido aglicona decarboximetilada.
COI	: Consejo Oleícola Internacional.
PPO	: Enzimas Polifenoloxidasas.
POD	: Enzimas Peroxidasas.
DPPH	: 2,2 diphenyl-1-picryl-hydrazyl
b.m.s.	: Base materia seca
b.m.h.	: Base materia húmeda
AC	: Ácido cafeico
DS	: Desviación estándar

RESUMEN

El aceite de oliva virgen presenta atributos particulares asociados a sus características organolépticas y a los efectos benéficos que produce su consumo en la salud humana. Sus propiedades se atribuyen principalmente a su composición en ácidos grasos y componentes menores como compuestos fenólicos y tocoferoles.

El aceite de oliva de la variedad Frantoio se caracteriza por ser muy estable frente a procesos de deterioro debido a su alto contenido de polifenoles. Sin embargo las condiciones de extracción del aceite de oliva, entre otros factores, tienen gran influencia sobre la composición y calidad final de éste. Durante el proceso de obtención del aceite, una de las etapas más importante en cuanto a calidad final es la operación de batido.

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto del tiempo y temperatura de batido en las características químicas y sensoriales del aceite de oliva de la variedad Frantoio. Se evaluaron tres tiempos de batido de 30, 45 y 75 minutos y dos temperaturas de 28 y 38°C, obteniendo un total de 6 tratamientos con 4 repeticiones cada uno. Se analizaron los aceites recién extraídos y luego durante su almacenamiento en condiciones de temperatura ambiente y oscuridad por un tiempo de 12 meses, período en el cual se realizaron análisis químicos cada 2 meses.

Se observó que al incrementar la temperatura de 28 a 38°C aumentó el porcentaje de acidez libre, índice de peróxidos y los coeficientes de extinción ultravioleta. También se produjo un aumento en el contenido de polifenoles totales, índice de amargor y contenido de tocoferoles. El incremento del tiempo de batido tiene como efecto una disminución en el contenido de polifenoles y un aumento en la capacidad antioxidante a los 75 minutos de batido. Durante los 12 meses de almacenamiento del aceite de oliva el índice de peróxidos aumentó en todos los tratamientos, y los polifenoles totales, pormenorizados, α -tocoferol y capacidad antioxidante disminuyeron de manera significativa y en mayor magnitud en aquellos tratamientos batidos a 38°C. El análisis sensorial al término del almacenamiento detectó el defecto “rancio” en el tratamiento batido a 38°C por 75 minutos.

Palabras claves

Aceite de Oliva
Amasado
Compuestos Fenólicos
Almacenamiento

ABSTRACT

Virgin olive oil has particular attributes associated with its organoleptic characteristics and its beneficial effects on human health. Its properties are mainly attributed to its fatty acid composition and minor components such as phenolic compounds and tocopherols.

Frantoio olive oil is characterized to be very stable against degradation processes due to its high content of polyphenols. However, the olive oil extraction conditions, among other factors, have great influence on its final composition and quality. During oil extraction process, one of the most important steps in terms of quality is the malaxation.

The present study aimed to evaluate the effect of malaxing time and temperature into chemical and sensory characteristics of Frantoio olive oil. Three malaxing times 30, 45 and 75 minutes and two malaxing temperatures 28 and 38°C were evaluated, obtaining a total of six treatments with four replications each. Recently obtained oil was analyzed chemically and sensory and then during storage at ambient and darkness conditions for a time of 12 months, during which chemical analyzes were performed every 2 months.

It was observed that when increasing the temperature from 28 to 38 ° C there was an increase in the percentage of free acidity, peroxide and UV extinction coefficients. There was also an increase in the total polyphenol content, bitter index and tocopherol content. The increased in malaxation time caused a decrease in the polyphenol content and an increase in antioxidant capacity at 75 minutes of malaxation. During 12 months of olive oil storage, the peroxide values increased and total phenolic compounds, minor polyphenols, α -tocopherol and antioxidant capacity decreased significantly and in great amount in those treatments malaxed at 38°C. Sensory analysis at the end of storage detected “rancid” defect in the treatment malaxed at 38°C for 75 minutes.

Key words

Olive oil
Kneading
Phenolic compounds
Storage

INTRODUCCIÓN

El olivo (*Olea europea L.*) es uno de los cultivos más antiguos e importante en los países mediterráneos, especialmente España, Italia y Grecia, donde hace sólo unas décadas se concentraban la mayoría de los huertos de olivos. En un cambio dinámico de la industria del aceite de oliva, nuevas plantaciones se extienden hoy por todo el mundo, no sólo en el hemisferio norte, sino también en los países del Sur, como Argentina, Australia, Chile y Nueva Zelanda (García-González *et al.*, 2010). El olivo se desarrolla en zonas climáticas del tipo mediterráneo, caracterizadas por un verano seco y caluroso. Dadas las condiciones edafoclimáticas de Chile, el cultivo del olivo se encuentra desde la Región de Arica y Parinacota hasta la del Bío Bío (Sudy y Cortés, 2012).

El aceite de oliva es un alimento que ha tenido un crecimiento en su demanda y producción mundial en el último tiempo, debido principalmente a la promoción de sus características nutritivas (Civantos, 2008). Desde el punto de vista energético, posee las mismas calorías por gramo que el resto de los aceites comestibles (9 kcal/g), pero lo que lo distingue, es su particular composición en ácidos grasos y su interesante aporte de componentes menores, dentro de este grupo se encuentran los hidrocarburos, alcoholes triterpénicos y alifáticos, esteroides, sustancias fenólicas, tocoferoles, compuestos volátiles, vitaminas y carotenos (Martínez y Mañas, 2004). El aceite de oliva está compuesto mayoritariamente por triglicéridos, formados por glicerol y ácidos grasos, los cuales constituyen más del 98% de la composición del aceite. La composición en ácidos grasos del aceite de oliva es muy particular, comparada con la de grasas y aceites que se consumen normalmente en la dieta. Los ácidos grasos del aceite de oliva son principalmente monoinsaturados y casi exclusivamente ácido oleico, este último representa entre el 55 al 83% del perfil graso. El otro 1–2% de la composición del aceite corresponde, entre otros, a los antioxidantes naturales del aceite de oliva virgen extra, representados principalmente por los tocoferoles y en particular, las sustancias fenólicas hidrófilas. A pesar de su baja concentración, son determinantes en la estabilidad oxidativa, sobre las características organolépticas como el aroma y sabor, como también en la calidad nutricional del aceite. Los compuestos fenólicos están presentes en el aceite de oliva virgen extra gracias a su particular forma de extracción (Servili *et al.*, 2009).

Se define como aceite de oliva según el Consejo Oleícola Internacional (COI), el aceite obtenido exclusivamente del fruto del olivo (*Olea europea L.*), únicamente por procesos físicos o mecánicos, bajo condiciones térmicas que no produzcan alteraciones. No debe recibir ningún tratamiento adicional al lavado de la aceituna, decantación, centrifugación y filtrado. Como tal, puede ser consumido directamente, sin la necesidad de algún posterior tratamiento químico de refinación (COI, 2013). Al interior del grupo hay al menos cuatro categorías de aceite, donde la máxima calidad reglamentada corresponde a los aceites de oliva extra vírgenes (Anexo I).

Entre los nuevos países productores de América, Chile tiene una industria emergente de aceite de oliva con un futuro prometedor favorecido principalmente por sus condiciones

climáticas. La industria olivícola nacional se ha desarrollado firmemente en los últimos años, lo que se traduce en un aumento progresivo en cuanto a superficie plantada de olivos, volúmenes de producción y exportación a distintos países del mundo. A pesar del constante aumento, Chile representa solo el 0,3% de la producción mundial. Debido a esto y sumado a su baja superficie olivícola, para poder competir en el mercado internacional ha debido orientar su producción a los aceites de calidad “virgen extra”, la cual es definida por una serie de parámetros químicos y por una valoración organoléptica libre de defectos y con presencia de frutado (ChileOliva, 2010).

Para obtener un aceite de oliva de calidad “virgen extra” hay que considerar diversos factores que influyen sobre las características finales de éste, tales como las condiciones edafoclimáticas del cultivo, el grado de maduración de las aceitunas, método de cosecha, medio de transporte, conservación, variedad y proceso de extracción (Di Giovacchino, 2003). El patrón que define la calidad del aceite viene representado por un zumo oleoso obtenido de aceitunas en perfectas condiciones de madurez, procedentes de un olivo sano, además la extracción se habrá realizado a partir de un fruto fresco, evitando toda manipulación o tratamiento que altere la naturaleza química de sus componentes tanto a lo largo de dicha extracción como durante su almacenamiento (Oliveras-López, 2005).

El proceso de extracción constituye un factor esencial en la calidad química y sensorial final del aceite de oliva, razón por la cual sus etapas y las variables asociadas a cada una de ellas deben ser manejadas y reguladas cuidadosamente. El propósito del proceso de extracción, es obtener el aceite de las aceitunas de manera rápida, de tal forma que esté el menor tiempo posible en contacto con el aire y con las enzimas hidrolíticas y oxidativas para conservar sus características organolépticas iniciales (Izquierdo, 2008).

Al momento de la cosecha las aceitunas deben estar sanas, ser cosechadas del árbol y no del suelo, y deben ser procesadas lo antes posible para la obtención del aceite. Una vez en la planta de proceso hay una serie de operaciones previas como recepción de la materia prima, pesaje y lavado de las aceitunas para eliminar materiales extraños que puedan ser dañinos para la maquinaria o contaminar el producto (Di Giovacchino, 2003). Luego se realiza la molienda, donde se rompe la estructura de las células que contienen el aceite y posteriormente se lleva a cabo la etapa de batido de la pasta bajo condiciones controladas de tiempo y temperatura, con el objetivo 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 del proceso de batido o amasado la pasta es impulsada por una bomba e inyectada a un decanter (centrífuga horizontal) donde se separan las fases líquidas de las sólidas; luego el aceite obtenido en el decanter pasa a una centrífuga 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 descritas anteriormente, el batido es la que más influye en cuanto a rendimiento y calidad de los aceites obtenidos (Boskou, 1998). El objetivo principal del batido de la pasta de aceituna, es la de agrupar las pequeñas gotas de aceite, contenidas en

el interior de las células disgregadas por efecto de la molienda, en una fase oleosa continua mediante un lento y continuo amasado. 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 (Di Giovachino, 2003).

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.*, 2003; Uceda *et al.*, 2006a). Durante esta etapa, se llevan a cabo diversos procesos químicos, enzimáticos y vías de biosíntesis, las cuales modifican significativamente las características analíticas del aceite. Estos cambios en la composición química del aceite se producen debido a los fenómenos de partición entre el agua y el aceite y viceversa, y a la actividad catalítica de las enzimas provenientes de la fruta, las cuales son liberadas durante esta etapa por el rompimiento de las paredes celulares (Ranalli *et al.*, 2001).

Durante el batido, se forman los compuestos volátiles, responsables del aroma de los aceites de oliva, y los secoiridoides agliconas, principales antioxidantes del aceite, ambos grupos de compuestos se transforman gracias a la acción de las enzimas glucosidasas y lipooxigenasas. Debido a esta transformación, estos compuestos pueden pasar al aceite. Por lo anteriormente expuesto, el batido permite la solubilización y transferencia de los compuestos menores al aceite (Servili *et al.*, 2008). Estos compuestos menores, específicamente los compuestos fenólicos, son de gran importancia ya que además de ser beneficiosos para la salud humana son los responsables de la astringencia, picante y amargor, considerados como atributos positivos en el aceite de oliva, y se caracterizan por ser antioxidantes contribuyendo así a la estabilidad oxidativa de éstos (Hurtado, 2011). Sin embargo, en forma simultánea se desarrolla la actividad de enzimas endógenas del fruto con acción negativa para la calidad química y organoléptica del aceite, estas enzimas son las peroxidasas y las polifenoloxidasas (POD y PPO), responsables de la degradación oxidativa de la pasta, por medio de la formación de hidroperóxidos y de compuestos fenólicos oxidados. Para potenciar la actividad positiva sobre la calidad del aceite y reducir la negativa es importante poder determinar los valores adecuados de cada uno de los parámetros involucrados en el proceso de batido (Servili *et al.*, 2004).

Durante este proceso hay dos parámetros de control y regulación importantes que son: el tiempo de duración del batido, factor que permitirá que se produzca más o menos contacto entre las múltiples gotas de aceite, y la temperatura de batido, la cual contribuye a disminuir la viscosidad de los líquidos y por tanto a facilitar el movimiento de las partículas y su consiguiente separación (Clodoveo, 2011).

El tiempo de batido durante la preparación del aceite de oliva virgen representa un compromiso entre el tiempo necesario para fusionar las gotas de aceite y formar una fase oleosa continua y asegurar la rotura de emulsiones finas, sin embargo, no debe ser demasiado largo para evitar causar una reducción en la calidad. Los principales cambios

asociados con un mayor tiempo de batido son el aumento de la clorofila y una reducción de los compuestos fenólicos más importantes (Stefanoudaki *et al.*, 2011).

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

Durante la molienda y el batido, se forman membranas de lipoproteínas sobre la superficie de las gotas de aceite que, como consecuencia del contacto con el agua, forman emulsiones estables. Si el batido es lento, se facilita la formación de gotas de aceite más grandes, lo que a su vez retarda la formación de la emulsión y la separación de la fase oleosa es más fácil (Kiritsakis, 1992).

Las batidoras llevan una doble pared o tuberías interiores para la circulación de agua a altas temperaturas. Al aumentar la temperatura de la pasta durante el batido, se produce una disminución de la viscosidad del aceite y se consigue un mayor rendimiento. Sin embargo, la temperatura de la pasta no debe superar los 30°C ya que un calentamiento excesivo puede generar efectos indeseables en la pasta como acelerar procesos oxidativos, provocar la pérdida de componentes aromáticos responsables de los aromas frutados frescos y armónicos, apareciendo como resultado de ello un “flavor” en el aceite a calentado o quemado (Uceda *et al.*, 2006b; Alba, 2008).

El aceite de oliva se considera resistente a la oxidación debido a su bajo contenido en ácidos grasos poliinsaturados y por la presencia de antioxidantes naturales tales como α -tocoferol y compuestos fenólicos, hidroxitirisol, tirosol, ácido cafeico y otros (Tsimidou *et al.*, 1992). Los polifenoles son de gran importancia para la estabilidad del aceite de oliva virgen, en comparación con otros aceites refinados en los cuales son eliminados o drásticamente reducidos durante el proceso de refinación (Velasco y Dobarganes, 2002).

Sin embargo si se controlan de manera óptima los factores que afectan su concentración, se tienen dos consecuencias, la hidrólisis, es decir, la reacción entre los triglicéridos del aceite y el agua, facilitada por agentes enzimáticos que dan lugar a la formación de ácidos libres, o bien, las reacciones de oxidación que rompen las cadenas de los ácidos grasos, originando alcoholes, cetonas y aldehídos que producen un olor y sabor desagradable que determinan el enranciamiento y afectan la estabilidad del aceite disminuyendo la vida útil de éstos (Oliveras-López, 2005).

El aceite de oliva se elabora sólo una vez al año, por lo tanto debe mantenerse en buenas condiciones por 12 meses mínimo. La composición final de los aceites de oliva virgen es el resultado de un elevado número de variables con efectos desde la formación del aceite en el árbol de olivo a la condición del aceite al momento de su consumo. Así, determinar la vida

útil potencial del aceite y la evolución del mismo hasta su adquisición por el consumidor adquiere mayor importancia que conocer su estado de oxidación inicial (Gómez, 2003). El aceite de oliva virgen es más estable durante su almacenamiento que otros aceites vegetales debido al alto contenido de tocoferoles, carotenoides, ácidos grasos monoinsaturados y compuestos fenólicos (Pinelli *et al.*, 2003). Los aceites de oliva ricos en compuestos antioxidantes presentan un grado de estabilidad mayor cuando aumenta la concentración de los compuestos fenólicos. Por esto es importante estudiar su estabilidad, bajo condiciones reales de almacenamiento, registrando los cambios producidos en el tiempo (Fitó, 2003; Hrnčirik y Fritsche, 2005).

Por lo anteriormente expuesto, es necesario hacer un estudio que permita fijar los parámetros óptimos de tiempo y temperatura de batido para la elaboración de un aceite de oliva de calidad reglamentada extra virgen a partir de la variedad Frantoio, de tal manera de aumentar la concentración de compuestos de interés y así permitir diferenciar el aceite de oliva de Chile y respaldar su calidad a través de estudios concretos. Por otro lado, definir aquellas condiciones de tiempo y temperatura de batido que permiten aumentar los rendimientos en el proceso de elaboración de aceite de oliva para obtener información que pueda ser relevante para aquellos productores que orienten su producción hacia el mercado de la competencia por volumen y no por calidad.

Hipótesis

Al aumentar la temperatura y tiempo de batido la calidad química y sensorial del aceite de oliva de la variedad Frantoio disminuye, en términos de contenido de polifenoles, estabilidad oxidativa y atributos organolépticos. Este efecto negativo se va acrecentando a medida que aumenta el tiempo de almacenamiento.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar el efecto de la temperatura y tiempo de batido sobre las características químicas y sensoriales del aceite de oliva de la variedad Frantoio.

Objetivos específicos

1. Determinar las características físicas y químicas de aceitunas de la variedad Frantoio.
2. Caracterizar química y sensorialmente el aceite de oliva de la variedad Frantoio.
3. Estudiar el efecto del almacenamiento sobre las características químicas y sensoriales del aceite de oliva obtenido.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de Trabajo

Los análisis a las aceitunas, la extracción del aceite de oliva y los análisis físicos y químicos realizados al aceite, se efectuaron en el Laboratorio de Aceite de Oliva, la composición fenólica de los aceites se analizó en el Laboratorio de Cromatografía y el análisis sensorial en el Laboratorio de Evaluación Sensorial, todos pertenecientes al Departamento de Agroindustria y Enología de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

Materiales

El estudio se llevó a cabo con aceitunas de la variedad Frantoio. Las muestras de aceitunas provinieron de un huerto de olivos pertenecientes a Agrícola Valle Grande S.A. Fundo El Oliveto, localizado a 70 km al Oeste de Santiago, en el Valle de Cholqui-Pallockabe, comuna de Melipilla, Región Metropolitana, 33° 48' latitud sur y 71° 05' longitud oeste. El huerto tiene una superficie de 160 ha de olivos, plantado el año 1998 y su manejo es de tipo orgánico, con sistema de riego tecnificado por goteo que se abastece de pozos y napas subterráneas. La distancia de plantación es de 4 m sobre hilera y 6 m entre hileras.

Para la extracción del aceite de oliva extra virgen se utilizó un equipo marca Oliomio, modelo Mini con capacidad de 30 kg x h⁻¹. Para la recepción del aceite recién extraído se utilizaron envases de 5 L de capacidad plásticos y de color verde, todo perteneciente al Departamento de Agroindustria y Enología de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

Durante el almacenamiento las muestras de aceite se mantuvieron en envases de vidrio de color verde de 100 mL los cuales se obtuvieron de cristalerías Toro.

Para el análisis de las muestras se ocuparon los siguientes equipos: Espectrofotómetro UV/VIS marca RayLeigh modelo UV-1600, Cromatógrafo HP-5890 Serie II y un cromatógrafo líquido de Alta eficacia (HPLC) marca Agilent, todos pertenecientes al Departamento de Agroindustria y Enología de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

Los reactivos para los distintos análisis marca Merk están todos disponibles en el Laboratorio de Aceite de Oliva del Departamento de Agroindustria y Enología de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

Para el análisis sensorial de las muestras se requirió de 8 panelistas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, entrenados en aceite de oliva.

Metodología

Recolección y preparación de las muestras

El sistema de cosecha se realizó de manera mecanizada con un vibrador autopropulsado de Marca Pellenc modelo 1200 en el mes de Junio de la temporada 2011, a partir de árboles seleccionados al azar, representativos de la variedad Frantoio, homogéneos en carga frutal y densidad de copa. Se cosecharon en total 600 kg de aceitunas de la variedad Frantoio. El índice de cosecha fue entre 2 y 2,5 según el Índice de Ferreira, momento óptimo de acuerdo a la cantidad de aceite acumulado en el fruto y contenido de polifenoles. El transporte de las aceitunas desde el predio a la Facultad de Ciencias Agronómicas se realizó en cajas plásticas perforadas de 15 kg de capacidad. La extracción se realizó al día siguiente del transporte. Antes de la extracción se obtuvo una muestra por tratamiento de 1 kg de fruta para la caracterización de la misma.

Método de obtención del aceite de oliva

Para la extracción del aceite monovarietal se formaron lotes de 25 kg cada uno y se procesó de manera independiente. Para obtener el aceite se utilizó un equipo marca Oliomio modelo mini de capacidad 30 kg/h, provisto de un molino de martillo, una batidora y un decanter de dos fases, que separa mediante fuerza centrífuga el aceite del orujo.

Las condiciones de proceso del equipo variaron para cada extracción realizada de acuerdo a los distintos tratamientos establecidos, con distintas temperaturas y tiempos de batido descritos en el Cuadro 1. Los tiempos y temperaturas designadas para el ensayo se fijan de acuerdo a lo establecido bibliográficamente para países productores del hemisferio norte en contraste con lo que ocurre realmente en la industria, donde los tiempos y temperaturas de amasado se aumentan para alcanzar mayores rendimientos.

Cuadro 1. Tratamientos.

Tratamientos	Tiempo (Minutos)	Temperatura (° C)	Nº de repeticiones
T1	30	28	4
T2	30	38	4
T3	45	28	4
T4	45	38	4
T5	75	28	4
T6	75	38	4

De esta manera se obtuvieron 24 muestras de aceite de oliva de variedad Frantoio.

Una vez obtenido el aceite se recibió en envases de 5 L de capacidad de color verde donde se dejó decantar durante 3 días protegidos de la luz. Luego se realizó una filtración con papel filtro Whatman n°5 sobre el cual se colocó una lámina de algodón, ambos se colocaron en un embudo sobre un matraz Kitasato conectado a una bomba de vacío. El envasado final fue en botellas de vidrio verde de 250 mL, dando origen a los tratamientos anteriormente mencionados.

Almacenamiento de las muestras de aceite de oliva

Posteriormente cada tratamiento se sometió a un almacenamiento a temperatura ambiente (15 a 20 °C) en condiciones de oscuridad, por un período de 12 meses. Se realizaron análisis químicos cada 60 días (es decir a los 0, 60, 120, 180, 240, 300 y 360 días).

El esquema de obtención del aceite según la metodología propuesta se muestra en la Figura 1.

Análisis físicos en frutos

Para caracterizar los frutos, se tomó una muestra de 200 frutos aproximadamente de la unidad experimental (25 kg) y se realizaron los siguientes análisis físicos y químicos:

Peso promedio de los frutos: se determinó el peso promedio del fruto de una muestra de 100 frutos expresado en gramos (g).

Tamaño de 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 que se obtuvieron se promediaron y su resultado se expresó en centímetros (cm).

Índice de madurez: de una muestra de 100 frutos se separaron las aceitunas según su color de piel en diferentes categorías, para luego determinar el índice de madurez utilizando el método propuesto por Ferreira (Hermoso *et al.*, 2001) (Anexo II).

Relación pulpa/carozo: en 100 gramos de muestra de aceituna se separó la pulpa del carozo en forma manual y luego se pesaron ambas fracciones en una balanza analítica. La relación pulpa carozo corresponde a: gramos pulpa/gramos carozo.

Contenido de humedad: se determinó por desecación en estufa a presión atmosférica a 70°C, hasta llegar a peso constante. El resultado se expresó en porcentaje de humedad (Sepúlveda, 1998).

Contenido de aceite: se determinó por el método de extracción de Soxhlet. Se utilizó la pulpa deshuesada y éter de petróleo como solvente. El resultado se expresó en porcentaje de aceite en base a materia seca (Frías *et al.*, 2001).

Análisis químico y sensorial en aceite de oliva

Índice de Acidez: se determinó por titulación colorimétrica. El resultado se expresó como ácido oleico (%) (Sepúlveda, 1998).

Índice de Peróxidos: se determinó por iodometría expresándose el resultado en meq O₂ / kg de aceite (Sepúlveda, 1998).

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

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

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

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

Composición 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).

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

Contenido de α-Tocoferol por HPLC-DAD: el contenido de α-tocoferoles del aceite se determinó mediante cromatografía líquida HPLC-DAD (IUPAC 2432), la absorción se midió a 296 nm. Los resultados fueron expresados en mg de compuesto/kg de aceite (Gutiérrez y Perdiguero, 1992).

Análisis sensorial: se realizó con un panel con un mínimo de 8 panelistas entrenados en aceite de oliva recién elaborado y al finalizar el tiempo de almacenamiento, utilizando una pauta estructurada. Se midieron atributos positivos como frutado, amargo, picante y atributos negativos como avinado, atrojado, rancio y moho (Anexo III).

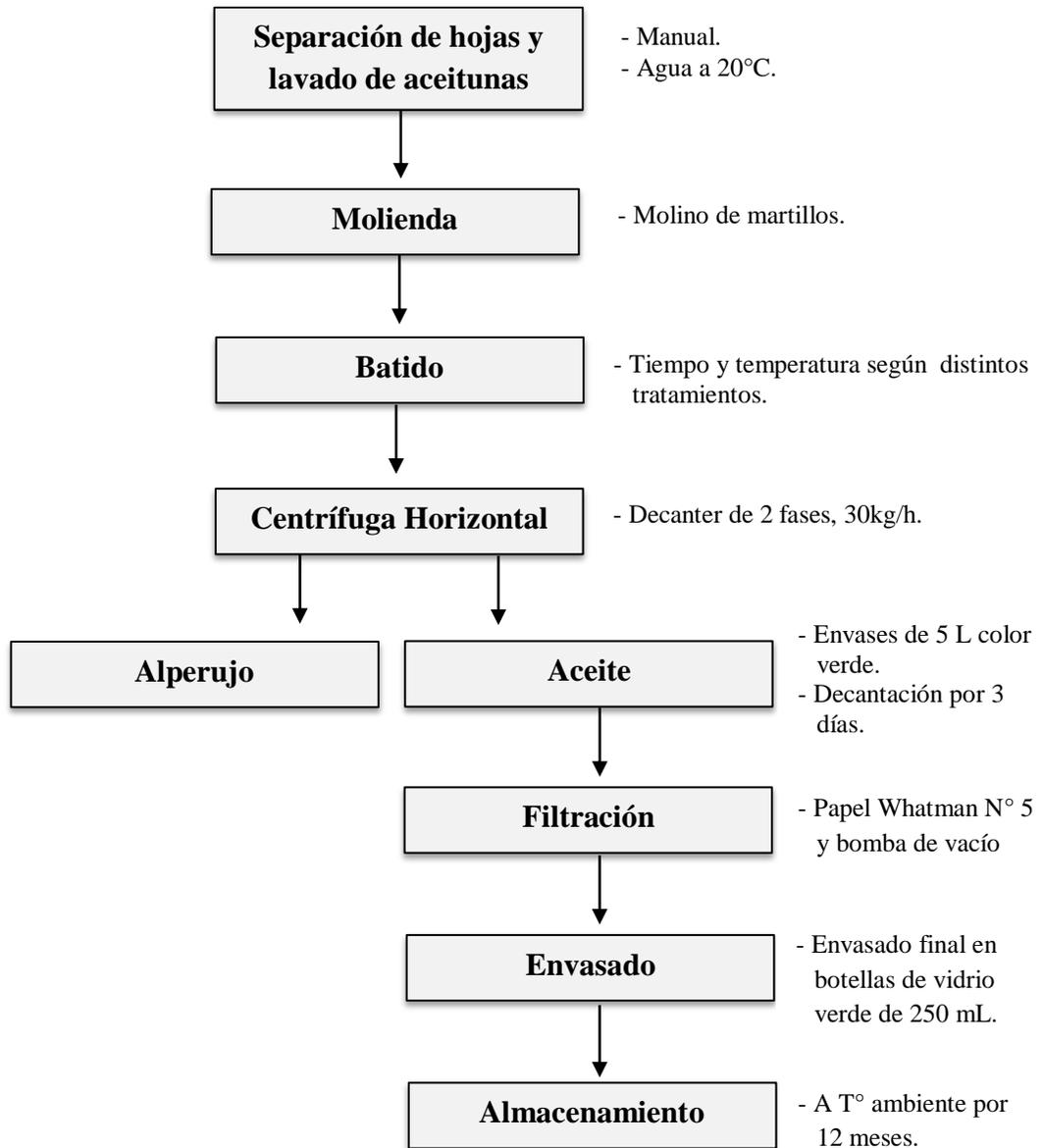


Figura 1. Esquema de obtención de aceite de oliva según metodología propuesta.

Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño experimental fue completamente al azar, con estructura factorial 2x3, con 4 repeticiones. El primer factor corresponde a las temperaturas de batido (28 y 38 °C) y el segundo factor corresponde al tiempo de batido (30, 45 y 75 minutos).

En el caso de los frutos la unidad experimental fue la muestra de 1 kg proveniente del total de aceitunas cosechadas.

En el caso del aceite, la unidad experimental fue el aceite monovarietal de Frantoio obtenido de la extracción a partir de 25 kg de aceitunas.

El estudio del almacenamiento del aceite se realizó con 6 ensayos independientes entre sí, correspondientes a 2 temperaturas (28 y 38°C) y 3 tiempos de batido (30, 45 y 75 minutos). Para cada ensayo el diseño de experimentos fue completamente al azar, compuesto de 6 tratamientos, correspondientes a los 6 “tiempos” en los que se realizaron los análisis, es decir cada dos meses durante un año.

Para el análisis sensorial se realizó un diseño en bloque completamente aleatorizado, donde cada panelista se consideró como un bloque.

Los resultados de cada ensayo se analizaron mediante ANDEVA, a un nivel de significancia de 5% y en el caso de presentar diferencias significativas se aplicó la prueba de rango múltiple de Tukey. Para ejecutar los análisis se utilizó el software estadístico Minitab16. Los gráficos y cuadros se realizaron con el programa Microsoft Excel 2010.

De manera complementaria, se realizó un análisis multivariante de componentes principales para determinar el efecto del tiempo y temperatura sobre las características químicas y sensoriales del aceite de oliva. Para este análisis se utilizó el programa estadístico Infostat.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización física y química de aceitunas variedad Frantoio

La fruta fue cosechada en el mes de Junio de 2011. En el momento de cosecha el índice de madurez (I.M.) fue de 2,3. Este valor indica que la mayor parte de los frutos presentaban un color de piel con manchas rojizas en menos de la mitad del fruto, lo que corresponde al inicio de envero (Clase 2), según el índice de Ferreira (Anexo II). En el Cuadro 2, se puede observar el valor promedio de índice de madurez y otros parámetros físicos medidos a los frutos.

Cuadro 2. Promedio de parámetros físicos medidos en aceitunas de variedad Frantoio.

Peso del fruto (g)	Longitud (cm)	Diámetro ecuatorial (cm)	Relación pulpa/carozo	I.M.
1,96 ± 0,41	1,82 ± 0,14	1,35 ± 0,10	2,52 ± 0,37	2,30 ± 0,42

Los frutos de la variedad Frantoio son de tamaño mediano, heterogéneos en su maduración y no son uniformes en un mismo árbol, lo que dificulta la decisión de cosecha (FIA, 2004). En un trabajo realizado por Aguilera *et al.*, (2005), en la cual caracterizaron el aceite de oliva virgen extra obtenido de la variedad Frantoio en las regiones de Cabra y Mengíbar, España, la cosecha se realizó cuando el índice de madurez más abundante de los frutos en el árbol era de 3 (final de envero), valor superior al índice de madurez de los frutos de la presente investigación. Con respecto a los otros parámetros medidos, estos resultados son similares a los señalados por Hurtado (2011) en un estudio realizado en la misma variedad en dos temporadas distintas, donde se obtuvo un peso promedio de fruto entre 2,58 y 2,65 g, valores superiores a los expuestos en el presente estudio, y relación pulpa/carozo entre 2,82 y 2,86.

Cuadro 3. Promedio de parámetros químicos medidos en aceitunas variedad Frantoio.

Humedad (%)	Contenido de Aceite (b.m.s.)	Contenido de Aceite (b.m.h.)
55,6 ± 4,56	52,7 ± 3,81	20,2 ± 2,74

Hurtado (2011) obtuvo un valor aproximado a 59% de contenido de aceite en base a materia seca y 23% en base a materia húmeda. Según FIA (2004) los frutos de la variedad Frantoio tienen un rendimiento graso de 16% en base al peso fresco del fruto, valor menor al obtenido en la caracterización de los frutos de esta investigación mostrados en el Cuadro 3.

Caracterización química y sensorial del aceite de oliva variedad Frantoio

Índice de Acidez

La acidez libre, expresada en porcentaje (%) de ácido oleico, mide la cantidad de ácidos grasos libres en el aceite de oliva. Es un índice de calidad de los aceites y entrega información relacionada a la condición de las aceitunas cosechadas al momento de la elaboración del aceite. El límite máximo de acidez libre para clasificar un aceite de oliva como “virgen extra” es de 0,8% de ácido oleico.

Los resultados de la acidez libre, medida en los aceites recién extraídos de cada tratamiento, se muestran en la Figura 2.

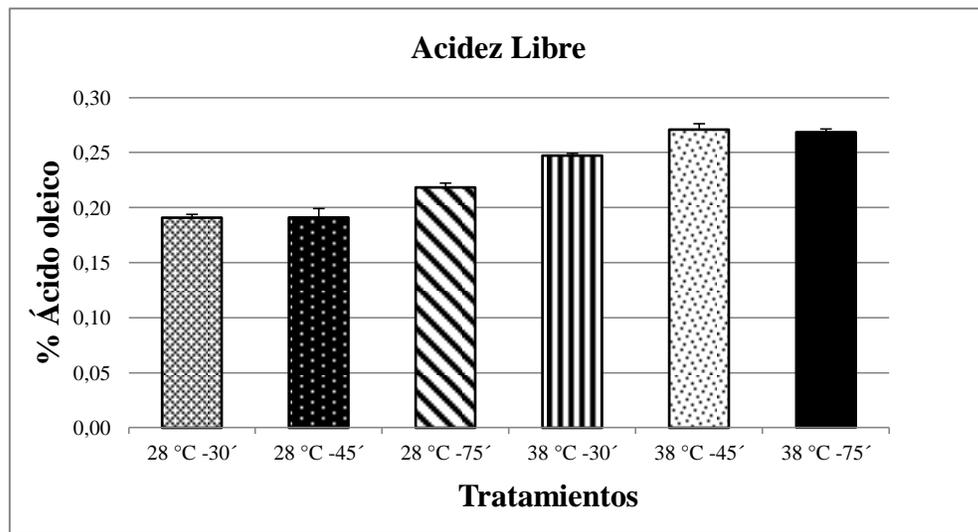


Figura 2. Índice de Acidez expresado en porcentaje (%) de ácido oleico, en aceites de oliva var. Frantoio recién extraídos. Barras verticales corresponden a DS.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede observar que aumenta el valor de la acidez para los distintos tratamientos a medida que se incrementa la temperatura y el tiempo de batido. Al analizar estadísticamente los resultados (Cuadro 1, Apéndices), se encontró que existía interacción entre los dos factores estudiados. Como consecuencia se procedió a realizar una prueba de comparaciones múltiples para el factor “Tiempo de batido” dentro de cada nivel del factor “Temperatura de batido” y viceversa.

El valor de la acidez fue significativamente mayor en todos los tratamientos que se batieron a una temperatura de 38°C, independiente del tiempo de batido, presentando valores de acidez mayor a los demás. En los tratamientos con temperatura de 28°C, solo se observaron diferencias significativas a los 75 minutos de batido. A pesar de este aumento, todos los

aceites presentaron valores de acidez que están bajo el valor permitido por el COI para la categoría de aceite virgen extra ($\leq 0,8$ % de ácido oleico).

Estos resultados concuerdan con investigaciones como la realizada por Boselli *et al.*, (2009) donde se evaluó el efecto de la temperatura de batido en la variedad Coratina y un “blend” Leccino/Frantoio. Al aumentar la temperatura de batido de 35°C a 45°C se observó un aumento en la acidez de 0,3% a 0,4% aproximadamente. Según el mismo autor, el aumento de la temperatura afecta la acción de las enzimas lipasas sobre los triacilglicéridos del aceite, lo que provoca un aumento en la acidez. Otro estudio de Parenti *et al.*, (2008), confirma el aumento de la acidez al aumentar la temperatura de batido. Por otro lado, Ranalli *et al.*, (2003) realizó un estudio sobre el efecto del tiempo de batido sobre las características químicas del aceite y no hubo diferencias significativas en la acidez al aumentar el tiempo de batido, lo mismo ocurrió con una investigación realizada por Stefanoudaki *et al.*, (2011). De acuerdo a estos resultados, se puede concluir que aumentar el tiempo de batido podría tener un efecto menos dañino para la acidez, que aumentar la temperatura de batido.

En la Figura 3 se observa la evolución de este parámetro durante 12 meses de almacenamiento. La acidez libre prácticamente no aumentó durante este período y en todos los tratamientos se mantuvo por debajo del valor máximo permitido por el COI, señalados en el Cuadro 2, Apéndices.

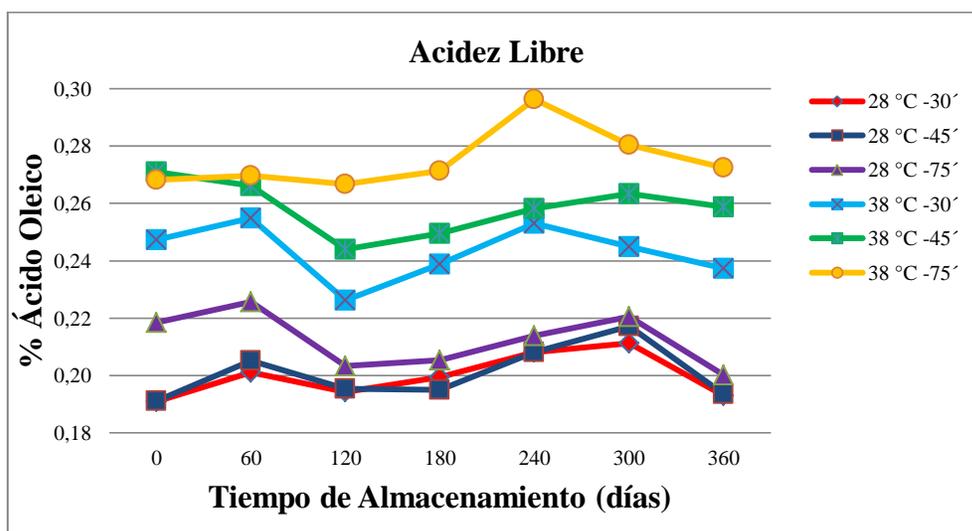


Figura 3. Evolución Acidez Libre (valores promedio) para cada tratamiento durante el tiempo de almacenamiento (12 meses).

Los resultados coinciden con la investigación de Boselli *et al.*, (2009) donde se almacenó el aceite por un tiempo de 18 meses, no encontrándose diferencias entre los distintos tratamientos. Esto se debe a que las enzimas lipasas, responsables del aumento en la acidez, son enzimas hidrosolubles por lo que no se encuentran en la botella de aceite, por esta

razón la acidez libre es un parámetro que dice referencia con la calidad de la materia prima.

Índice de Peróxidos

El Índice de Peróxidos indica el estado de rancidez del aceite, es una medida del estado de oxidación inicial a través de la cantidad de hidroperóxidos presentes. Los hidroperóxidos son compuestos primarios de oxidación y su formación es catalizada por la enzima lipoxigenasa. Para el COI, un aceite es catalogado como “virgen extra” cuando este índice no supera los 20 meq O_2/kg de aceite.

En la Figura 4 se observan los resultados obtenidos al medir el índice de peróxidos en los distintos tratamientos.

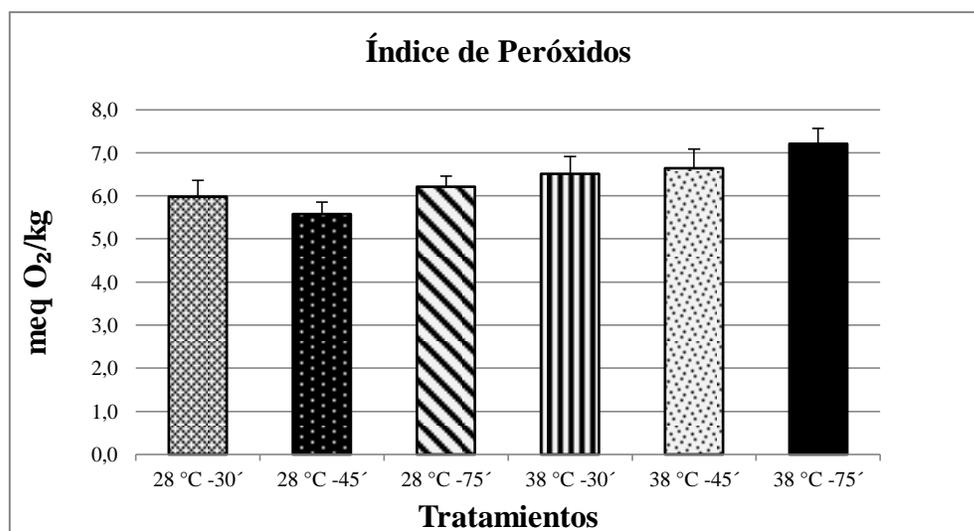


Figura 4. Índice de Peróxidos expresado como meq de O_2/kg de aceite, en aceites de oliva var. Frantoio recién extraídos. Barras verticales corresponden a DS.

Se encontraron diferencias significativas al incrementar la temperatura de batido, aumentando el índice de peróxidos en aquellos aceites que se batieron a 38°C. Se presentaron diferencias solo cuando el batido se prolongaba por 75 minutos y no existieron diferencias en la interacción de ambos factores. A pesar de las diferencias presentadas en el Cuadro 3, Apéndices, todos los valores son bajos y permiten clasificar a los aceites como “virgen extra”.

En el estudio realizado por Stefanoudaki *et al.*, (2011), se encontraron resultados similares a los expuestos, donde al aumentar la temperatura de batido a 42°C el índice de peróxidos aumentó de manera significativa, lo mismo ocurrió al analizar el aumento del tiempo de batido a 60 minutos encontrándose diferencias significativas con respecto a tiempos

menores. Parenti *et al.*, (2008) encontraron resultados similares, el índice de peróxidos aumentó de 5,83 meq de O₂/kg de aceite al batir a una temperatura de 27°C a 7,17 meq de O₂/kg de aceite cuando el batido se llevó a cabo a 36°C. El aumento de la temperatura produce como consecuencia una mayor actividad enzimática de lipoxigenasas, enzimas responsables de la formación de hidroperóxidos, lo que sustenta los resultados obtenidos.

Durante el almacenamiento en botella por un período de 12 meses, se observa un aumento del índice de peróxidos a través del tiempo en todos los tratamientos, como indica la Figura 5.

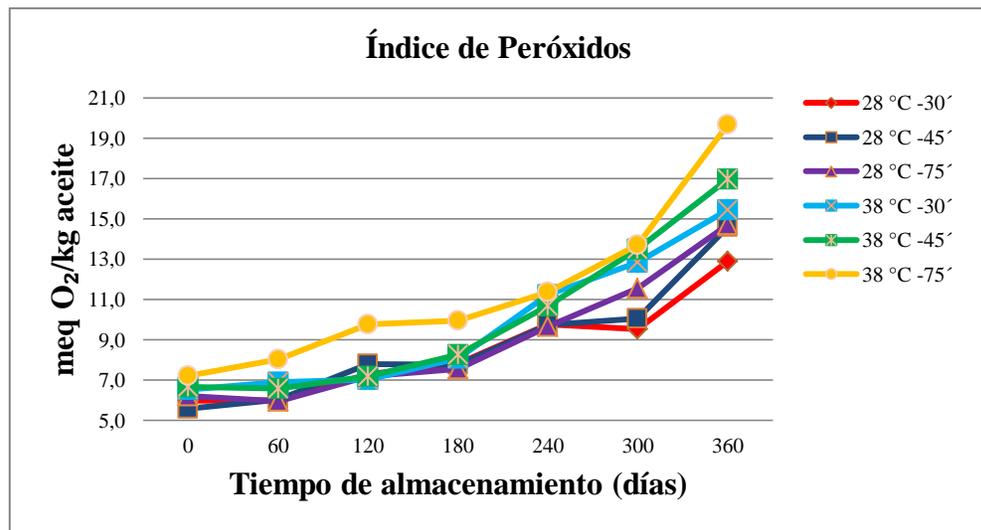


Figura 5. Evolución Índice de Peróxidos (valores promedio) para cada tratamiento durante el tiempo de almacenamiento (12 meses).

Estas diferencias fueron estadísticamente significativas a partir de los 120 días de almacenamiento, en la mayoría de los tratamientos. Al término de los 12 meses, aquellos aceites con mayor índice de peróxidos fueron los que se procesaron a una temperatura de 38°C por 75 minutos (Cuadro 4, Apéndices). Además del aumento en la actividad de la lipoxigenasa, hay otros factores durante el almacenamiento como la presencia de luz y oxígeno que favorecen la formación de peróxidos, por lo que las reacciones oxidativas son continuas e irreversibles (Vekiari *et al.*, 2007).

Coefficiente de Extinción Ultravioleta (K_{232} , K_{270} y ΔK)

Los valores de las pruebas espectrofotométricas K_{232} , K_{270} y ΔK permiten monitorear y evaluar el nivel de oxidación de los aceites y entregan información sobre su estado de conservación, además de detectar posibles adulteraciones en el aceite de oliva (Krichene *et al.*, 2010, Vekiari *et al.*, 2007). Los valores máximos permitidos según el COI son de 2,5, 0,22 y 0,01 para K_{232} , K_{270} y ΔK respectivamente.

Los tratamientos analizados en el presente estudio presentaron valores de K_{232} , K_{270} y ΔK inferiores al máximo permitido (Figuras 6, 7 y 8). El incremento del tiempo y temperatura de batido provocaron un aumento en los valores de los coeficientes de extinción medidos en aceites recién extraídos, sin embargo la variación no fue estadísticamente significativamente entre los distintos tratamientos estudiados. De igual forma no hubo diferencias para la interacción de ambos factores (Cuadro 5, Apéndices).

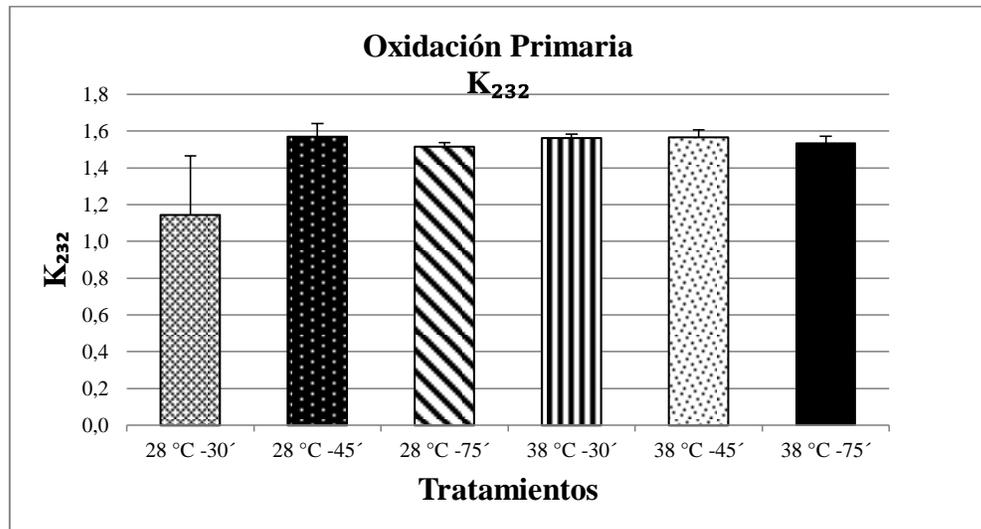


Figura 6. Oxidación primaria por Coeficiente de Extinción K_{232} , en aceites de oliva var. Frantoio recién extraídos. Barras verticales corresponden a DS.

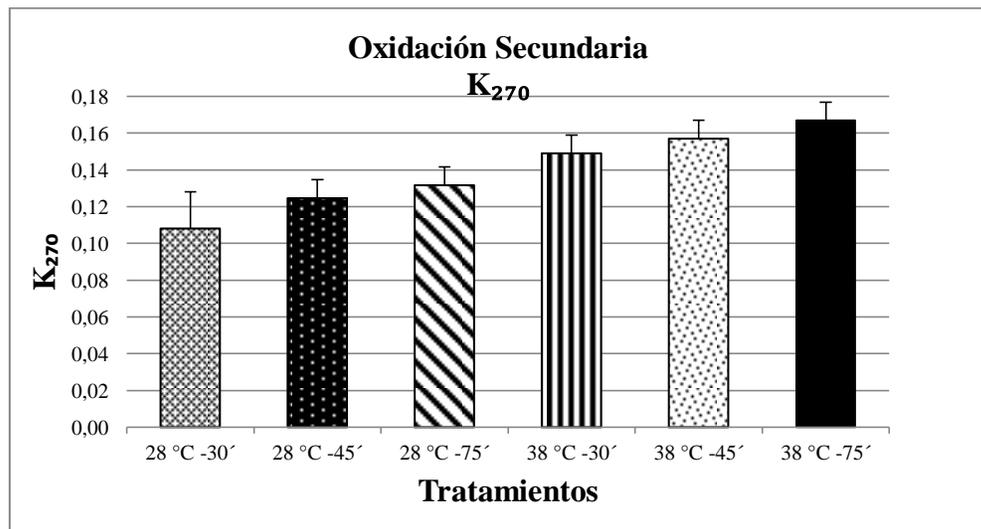


Figura 7. Oxidación secundaria por Coeficiente de Extinción K_{270} , en aceites de oliva var. Frantoio recién extraídos. Barras verticales corresponden a DS.

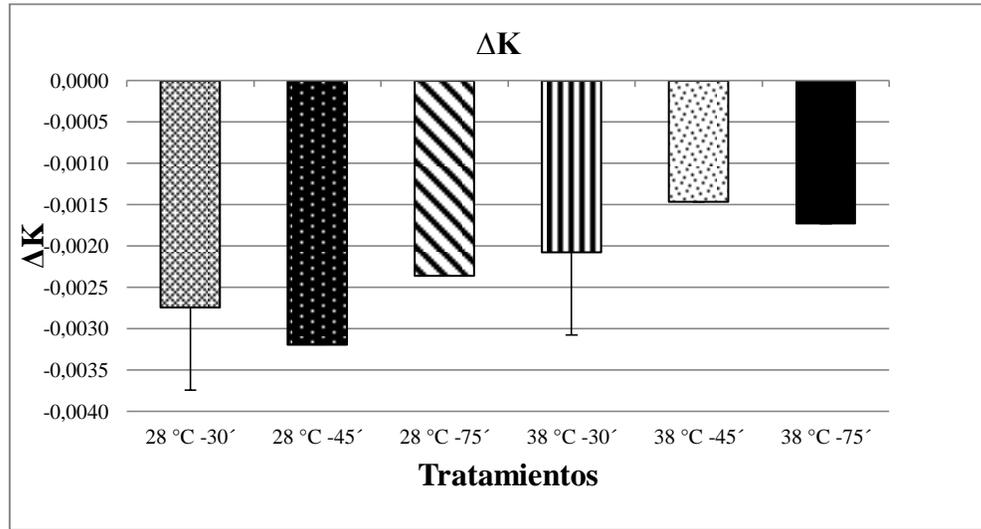


Figura 8. Coeficiente de Extinción ΔK , en aceites de oliva var. Frantoio recién extraídos. Barras verticales corresponden a DS.

En una investigación realizada por Inarejos-García *et al.*, (2009), los coeficientes K_{232} y K_{270} fueron medidos bajo distintas condiciones de tiempo y temperatura de batido. Sus resultados concuerdan con el presente estudio, ya que al incrementar la temperatura de 28 a 40°C y el tiempo de 30 a 90 minutos aumentaron los valores de los coeficientes de extinción, sin embargo esta diferencia no fue significativa. Estos resultados también son respaldados por el estudio de Stefanoudaki *et al.*, (2011), donde las absorciones a longitudes de onda 232 y 270 nm no se vieron afectadas significativamente con el aumento del tiempo y temperatura de batido.

De acuerdo a lo expuesto por Clodoveo (2011), el incremento de la temperatura de batido durante el proceso de extracción del aceite de oliva produce un aumento de la actividad de las enzimas lipasas, las cuales además de provocar una mayor acidez libre, tienen efecto sobre los procesos de oxidación primaria y secundaria, responsables del aumento en los coeficientes K_{232} y K_{270} respectivamente. Probablemente estos resultados se deban también a la acción de compuestos antioxidantes presentes en el aceite, disminuyendo las reacciones de oxidación relacionadas a estos parámetros (Morales y Prybyzlski, 2003).

En las Figuras 9, 10 y 11 se presentan las curvas de los parámetros K_{232} , K_{270} y ΔK respectivamente de los aceites variedad Frantoio de los distintos tratamientos estudiados, medidos durante 12 meses de almacenamiento.

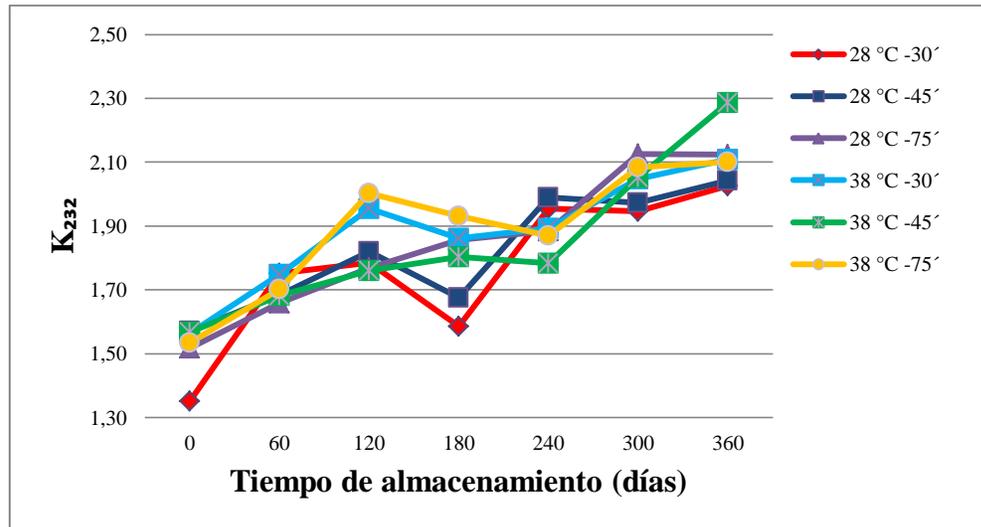


Figura 9. Evolución Coeficiente de Extinción K_{232} (valores promedio) para cada tratamiento durante el tiempo de almacenamiento (12 meses).

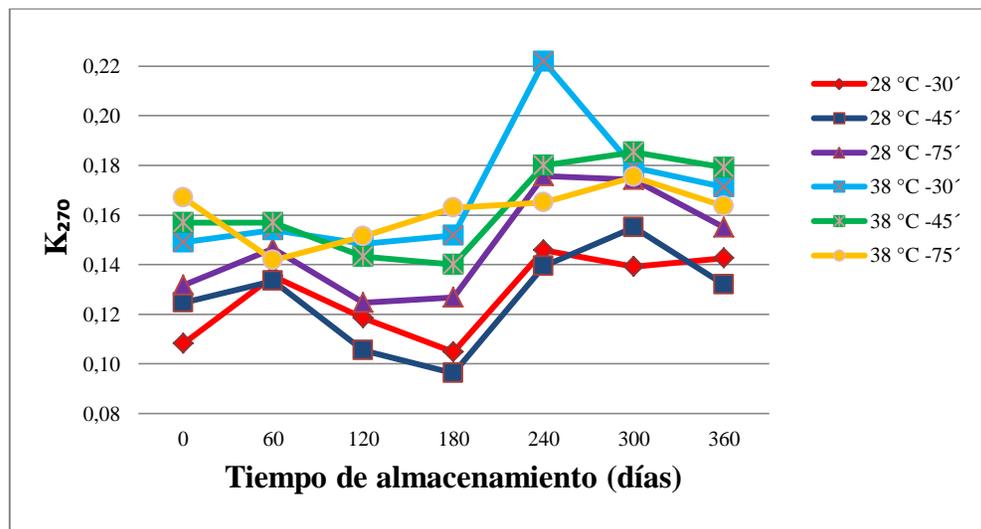


Figura 10. Evolución Coeficiente de Extinción K_{270} (valores promedio) para cada tratamiento durante el tiempo de almacenamiento (12 meses).

Como se observa, los coeficientes de extinción K_{232} y K_{270} aumentaron su valor durante el tiempo de almacenaje. La mayoría de los tratamientos mostraron diferencias significativas en ambos parámetros entre los distintos tiempos de medición (Cuadro 6, Apéndices). Estas diferencias se presentan en la mayoría de los tratamientos a partir de los 180 días de almacenamiento.

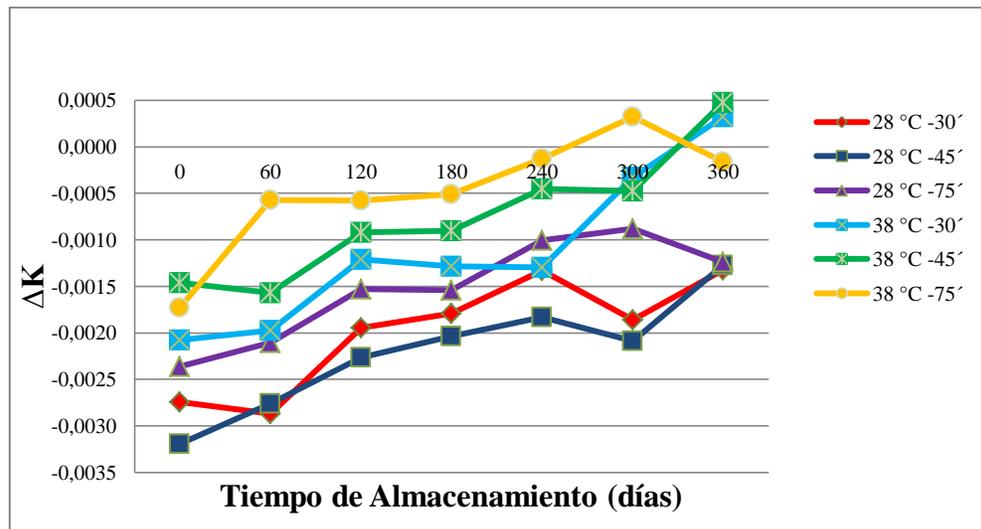


Figura 11. Evolución Coeficiente de Extinción ΔK (valores promedio) para cada tratamiento durante el tiempo de almacenamiento (12 meses).

El parámetro ΔK también presentó diferencias estadísticamente significativas en la mayoría de los tratamientos entre los tiempos evaluados durante el período de almacenamiento (Cuadro 6, Apéndices). En prácticamente todos los tratamientos esta diferencia es significativa a partir del tiempo 4 (240 días después de su elaboración). De igual manera los distintos tratamientos conservan valores por debajo de la norma permitida por el COI, para aceites de oliva extra vírgenes.

Resultados similares obtuvo González (2011), en el cual al variar la temperatura y tiempo de batido en la variedad Arbequina, los parámetros K_{232} , K_{270} y ΔK no se vieron afectados significativamente en aceites recién extraídos, tampoco se observaron diferencias después de 6 meses de almacenamiento. Sin embargo, en la investigación de Stefanoudaki *et al.*, (2011) no se encontraron diferencias en los aceites después de 12 meses de almacenados entre los distintos tiempos, a diferencia de lo que ocurre en el presente estudio.

Polifenoles Totales

Los polifenoles son compuestos antioxidantes y pertenecen a la fracción insaponificable o polar del aceite de oliva. Los compuestos fenólicos tienen un gran impacto sobre las características organolépticas del aceite de oliva (particularmente en el gusto amargo y la sensación de picante), sobre la resistencia a la oxidación y el valor saludable del producto (Servili y Montedoro, 2002). El contenido de polifenoles en el aceite de oliva depende de diversos factores como la variedad, las variables edafoclimáticas, las condiciones del proceso de extracción, entre otros (Boselli *et al.*, 2009).

El contenido de polifenoles totales en aceites recién extraídos se muestra en la Figura 11. Al analizar estadísticamente los resultados obtenidos (Cuadro 7, Apéndices), se encontraron valores significativamente menores en los tratamientos con mayor tiempo de batido, además el contenido de polifenoles aumentó significativamente al incrementar la temperatura de batido. No se encontraron diferencias significativas en la interacción de ambos factores. Se obtuvieron valores promedio de polifenoles totales de 400 mg/kg en las muestras de aceite recién extraídos, valores inferiores a los mostrados por Aguilera *et al.*, (2005) de 600 mg/kg para la misma variedad en la zona de Cabra, España.

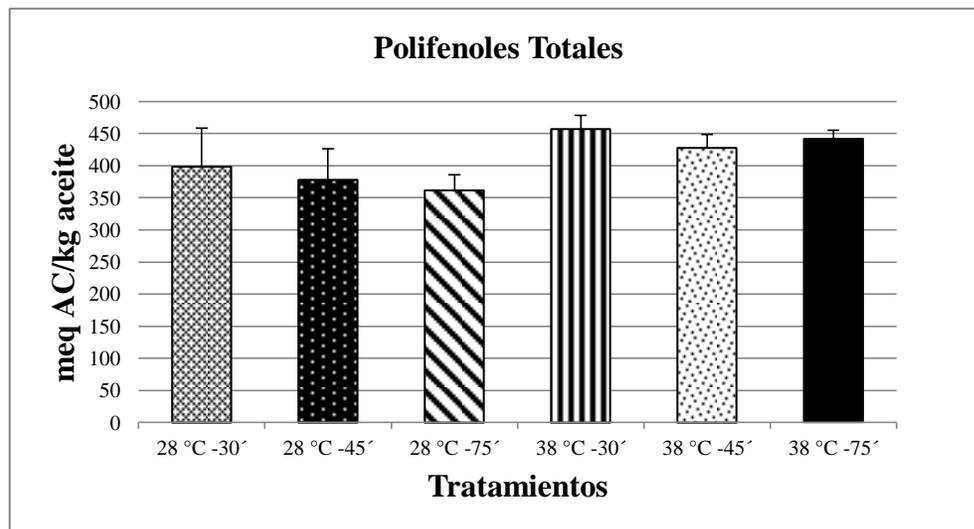


Figura 12. Polifenoles Totales expresado en meq AC/kg aceite, en aceites de oliva var. Frantoio recién extraídos. Barras verticales corresponden a DS.

La influencia del aumento de la temperatura de batido sobre el contenido de polifenoles totales ha sido ampliamente estudiada, sin embargo los resultados obtenidos contrastan entre sí (Clodoveo, 2011). Diversos autores han encontrado un mayor contenido de polifenoles totales al aumentar la temperatura de batido (Boselli *et al.*, 2009, Taticchi *et al.*, 2013), mientras otros han descrito una relación inversa entre temperatura de batido y concentración de polifenoles (Parenti *et al.*, 2008). En la investigación realizada por Boselli *et al.*, (2009) los resultados indican que el contenido de polifenoles totales aumentó en un 36% al variar la temperatura de batido de 25 a 35°C. En el estudio de Taticchi *et al.*, (2013), también se encontró una relación positiva entre temperatura de batido y concentración de polifenoles totales. Los resultados concuerdan además con el estudio realizado por Stefanoudaki *et al.*, (2011), en su investigación el contenido de polifenoles disminuye con el incremento del tiempo de batido y aumenta al incrementar la temperatura.

Por lo tanto, probablemente el aumento de la temperatura ejerce dos efectos contrarios durante el proceso de batido. Por una parte hay un incremento en las reacciones de oxidación catalizadas por enzimas PPO y POD, acelerando el fenómeno de degradación, proceso favorecido también por un mayor contacto de la pasta de aceituna con el oxígeno al

aumentar el tiempo de batido, sin embargo al mismo tiempo se produce un aumento de la solubilidad de los compuestos fenólicos en la fase oleosa, lo que explicaría las diferencias en los resultados (Parenti *et al.*, 2008, Taticchi *et al.*, 2013).

En cuanto a la evolución del contenido de polifenoles durante el almacenamiento, se puede observar en la Figura 13 que a los 60 días hay un aumento de estos compuestos en la mayoría de los tratamientos. Además a medida que va transcurriendo el tiempo, la tendencia va cambiando, y aquellos tratamientos procesados a mayor temperatura y que presentaban mayor contenido de polifenoles al inicio (38°C-75'), al término de los 12 meses de almacenamiento tienen una menor concentración de polifenoles totales que aquellos tratamientos batidos a 28°C. Todos los tratamientos mostraron diferencias significativas entre los distintos tiempos evaluados durante el almacenamiento. Los valores promedio se presentan en el Cuadro 8, Apéndices.

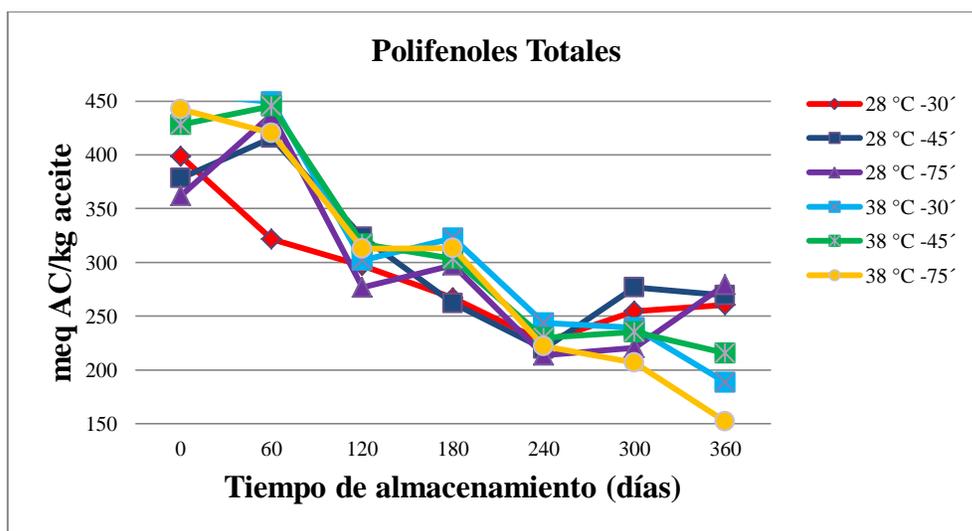


Figura 13. Evolución contenido de Polifenoles Totales (valores promedio) para cada tratamiento durante el tiempo de almacenamiento (12 meses).

Boselli *et al.*, 2009 encontraron resultados similares luego de almacenar los aceites por 12 meses. La concentración de polifenoles aumentó a medida que se incrementó la temperatura de batido, sin embargo, durante el almacenamiento comenzaron a disminuir después de 2 a 3 meses desde su elaboración, de manera progresiva hasta el fin del almacenaje. Diversos autores describen una menor concentración de polifenoles totales luego de 12 meses de almacenamiento, lo que podría deberse a procesos de descomposición ocurridos durante la actividad oxidativa. Hay formación de fenoles de bajo peso molecular a partir de fenoles complejos, los cuales se oxidan al final del tiempo de almacenaje (Morelló *et al.*, 2004, Romani *et al.*, 2007, Baiano *et al.*, 2009).

Índice de Amargor (K_{225})

El amargor es un atributo valorado como positivo desde un punto de vista sensorial en los aceites de oliva y está relacionado con el contenido de polifenoles, por lo tanto mayores índices de amargor se encuentran en aceites con altos contenidos de estos compuestos (Esti *et al.*, 2009). Debido a la contribución de los compuestos fenólicos a la estabilidad oxidativa del aceite y los beneficios que aportan a la salud, los consumidores han aumentado su preferencia por aceites de oliva con mayor intensidad de amargor, como resultado este índice ha tomado mayor importancia en investigaciones del área (Inarejos-García *et al.*, 2009).

Se encontraron valores promedio de K_{225} entre 0,24 y 0,29 para los distintos tratamientos en los aceites recién extraídos. Estos valores son menores a los obtenidos por Hurtado (2011), quien obtuvo valores entre 0,33 y 0,43, en aceites de la variedad Frantoio en la misma zona de cultivo.

Al analizar estadísticamente los resultados de este estudio, se encontraron diferencias significativas en la interacción de los factores, por esta razón se procedió a realizar una prueba de comparaciones múltiples para el factor “Tiempo de batido” dentro de cada nivel del factor “Temperatura de batido” y viceversa (Cuadro 9, Apéndices). Se encontraron diferencias significativas para ambos factores. En la Figura 14 se observa cómo aumenta el índice de amargor cuando el batido se realiza a 38°C y a su vez disminuye con el aumento en el tiempo de batido.

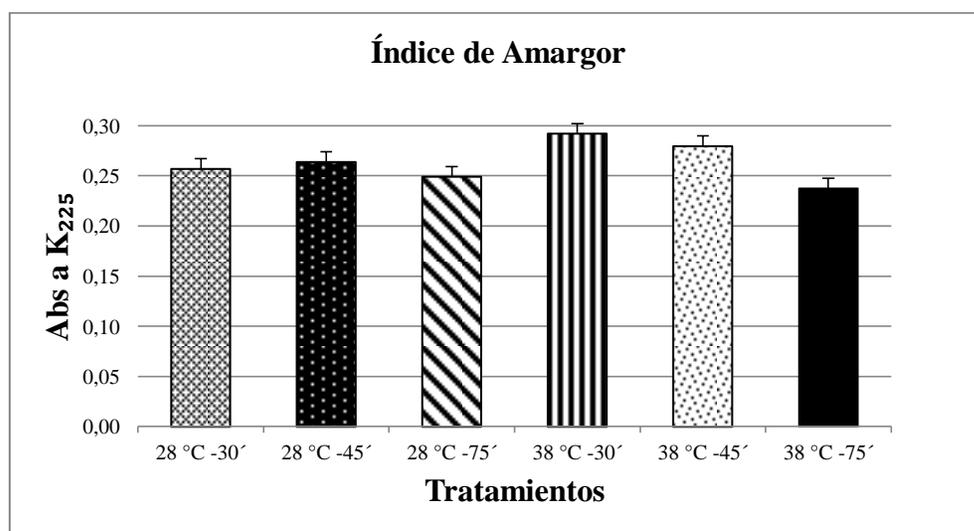


Figura 14. Índice de Amargor expresado como absorbancia a 225 nm, en aceites de oliva var. Frantoio recién extraídos. Barras verticales corresponden a DS.

Los resultados obtenidos no concuerdan completamente con González (2011), en su investigación el índice de amargor disminuyó al aumentar el tiempo de batido, al igual que

en el presente estudio, sin embargo, también disminuyó este parámetro al aumentar la temperatura de batido. Lo mismo ocurrió en el trabajo realizado por Stefanoudaki *et al.*, (2011), donde al contrario de lo que se esperaba, el índice de amargor también disminuyó al incrementar la temperatura de batido, a pesar de haber un aumento en el contenido de polifenoles. Los resultados si coinciden con Inarejos-García *et al.*, (2009), el amargor disminuye con el aumento del tiempo de batido y aumenta con el incremento de la temperatura. Según los mismos autores, estos resultados se explican porque el índice de amargor siguió la misma tendencia que la concentración de polifenoles totales.

En cuanto al almacenamiento, el índice de amargor comenzó a disminuir a partir de los 60 días después de su elaboración de manera progresiva. Se encontraron diferencias significativas entre todos los tiempos evaluados para todos los tratamientos. Aquellos tratamientos con menor índice de amargor a los 12 meses de almacenamiento fueron aquellos que se batieron a una temperatura de 38°C (Cuadro 10, Apéndices).

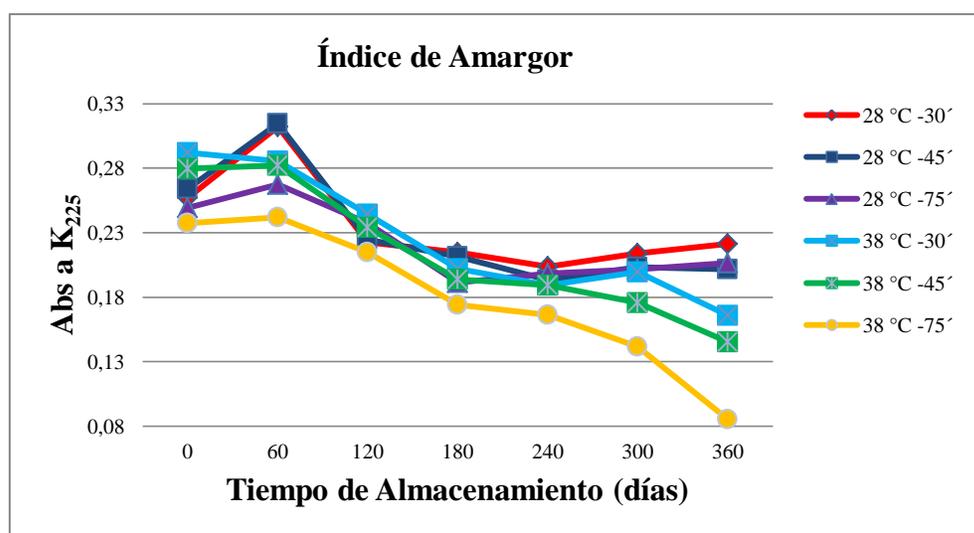


Figura 15. Evolución Índice de Amargor (valores promedio) para cada tratamiento durante el tiempo de almacenamiento (12 meses).

El índice de amargor está estrechamente relacionado con el contenido de polifenoles. Por esta razón al incrementar el tiempo y temperatura de batido hay un aumento de las reacciones enzimáticas oxidativas, hay una disminución en el contenido de polifenoles y como consecuencia se observa una tendencia similar en el índice de amargor (Stefanoudaki *et al.*, 2011).

Contenido de α -Tocoferol por HPLC-DAD

Dentro del grupo de los tocoferoles, el α -tocoferol es el más abundante (90% aproximadamente) y biológicamente más activo por su acción como vitamina E. En conjunto con otros compuestos fenólicos ejercen una acción sinérgica en la estabilidad oxidativa de los aceites de oliva (El Riachy *et al.*, 2011).

En el análisis estadístico se encontraron diferencias significativas en la interacción de los factores, por esta razón se procedió a realizar una prueba de comparaciones múltiples para el factor “Tiempo de batido” dentro de cada nivel del factor “Temperatura de batido” y viceversa (Cuadro 11, Apéndices). La concentración de tocoferoles aumentó en aquellos tratamientos con mayor temperatura de batido de manera significativa, de 107 a 114 ppm. Con respecto al tiempo de batido, solo se encontraron diferencias significativas en el tratamiento que fue procesado a 38°C por 75 minutos, donde el contenido de tocoferoles fue menor. En la Figura 16 se observa como aumenta el contenido de tocoferoles cuando el batido se realiza a 38°C y a su vez disminuye con el aumento en el tiempo de batido. Se observan valores promedio de tocoferoles en los aceites recién extraídos inferiores en comparación a los obtenidos por Aguilera *et al.*, (2005) en la variedad Frantoio, quienes muestran valores promedio de 150 ppm en la zona de Cabra, España.

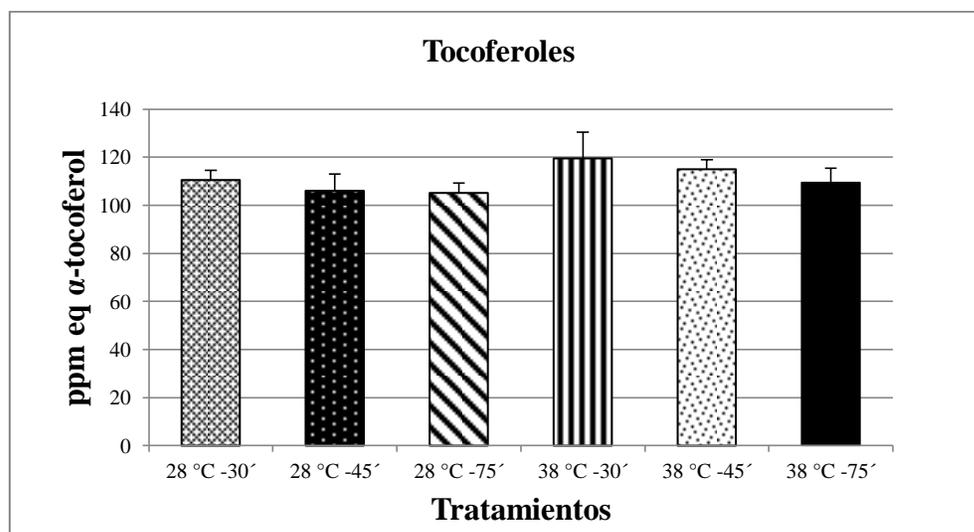


Figura 16. Tocoferoles expresados en ppm de equivalentes de α -tocoferol, en aceites de oliva var. Frantoio recién extraídos. Barras verticales corresponden a DS.

Inarejos-García *et al.*, 2009 obtuvieron un comportamiento similar con respecto al contenido de tocoferoles, los cuales aumentaron de 207 a 225 ppm en el estudio realizado a escala de laboratorio, y al aumentar el tiempo de batido permanecieron prácticamente constantes. Según los mismos autores el aumento de la temperatura promueve el traspaso

de compuestos desde el tejido celular hacia la fase oleosa, lo que explicaría el ligero aumento de tocoferoles.

Durante el almacenamiento de los aceites se aprecia una disminución en el contenido de tocoferoles, la cual fue significativa solo en los tratamientos batidos a 38°C (Cuadro 12, Apéndices). Los tratamientos con menor contenido de tocoferoles al finalizar los 12 meses de almacenamiento fueron aquellos procesados con temperaturas de 38°C, como se puede observar en la Figura 17.

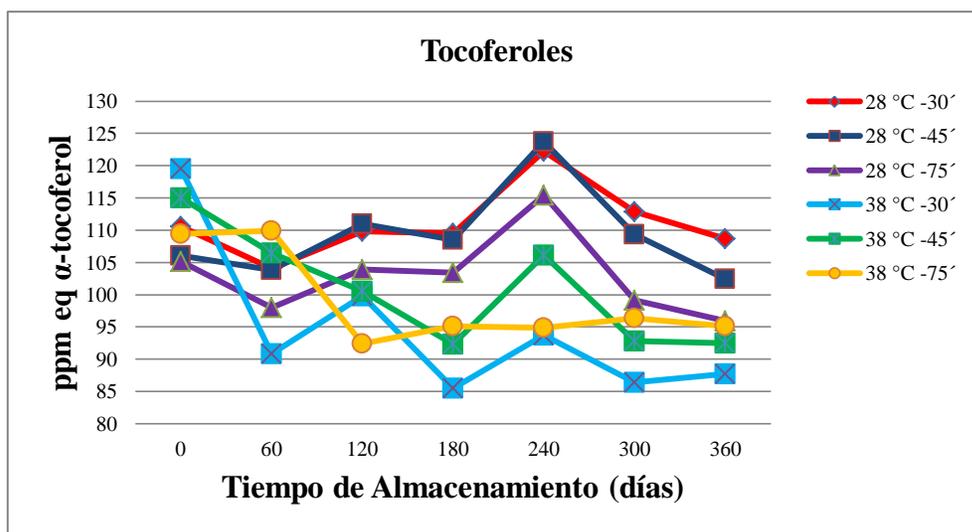


Figura 17. Evolución α -tocopherol (valores promedio) para cada tratamiento durante el tiempo de almacenamiento (12 meses).

De acuerdo a lo expuesto por Fadda *et al.*, (2012), los tocoferoles actúan como antioxidantes en el aceite de oliva y por lo tanto serían los compuestos consumidos para proteger al aceite de la oxidación, razón por la cual van disminuyendo durante el almacenamiento.

Capacidad antioxidante *in vitro* DPPH

La capacidad antioxidante de los aceites se mide a través del tiempo de reacción del radical DPPH con los compuestos antioxidantes presentes en el aceite, a una absorbancia de 520 nm por un tiempo de 600 s. A medida que transcurre el tiempo, la concentración del radical DPPH va disminuyendo y por lo tanto decrece también la absorbancia, debido a la donación de protones desde la especie antioxidante hacia el radical. Una mayor disminución de la absorbancia en el tiempo significa que el aceite tiene una mayor capacidad antioxidante (Inarejos-García *et al.*, 2009).

En la Figura 18 se muestran las curvas de degradación graficadas para cada tratamiento en aceites recién extraídos, desde el momento en que se adjuntó el radical a las muestras de aceite (0 s) hasta el término del ensayo (600 s). A medida que transcurre el tiempo, la absorbancia a 520 nm va disminuyendo en todas las curvas, es decir, se reduce la concentración del radical DPPH.

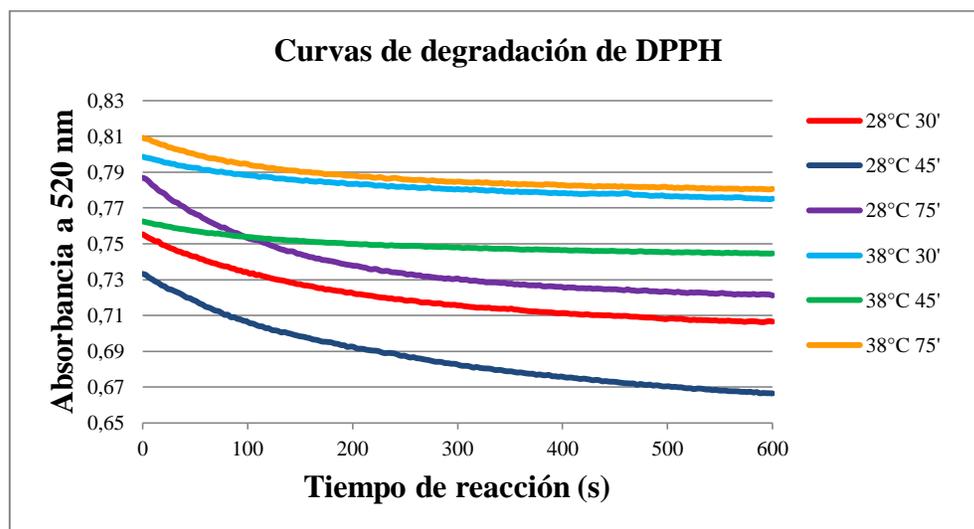


Figura 18. Curvas de degradación del radical DPPH para los distintos tratamientos en aceites recién extraídos.

Para comparar los resultados estadísticamente se calculó el porcentaje de reducción entre la lectura de la absorbancia del DPPH antes de aplicar la muestra de aceite y la lectura de la absorbancia obtenida al juntar el radical a las muestras de aceite (0 s) y el porcentaje de reducción entre las lecturas obtenidas una vez que se juntó el radical a las muestras de aceite al inicio del ensayo (0 s) y al término de éste (600 s) (Cuadro 4 y 5).

Cuadro 4. Análisis estadístico porcentaje de reducción entre absorbancia del radical DPPH y DPPH con aceite al segundo 0, en aceites recién extraídos.

Temperatura de Batido	Tiempo de Batido			Promedio Temperatura Batido
	30'	45'	75'	
28°C	5,11	6,17	9,78	7,02 B
38°C	12,71	10,50	7,35	10,19 A
Promedio Tiempo Batido	8,91a	7,81a	8,57a	

Valores seguidos de letras minúsculas y distintas en sentido horizontal muestran diferencias significativas en el Tiempo de Batido ($p \leq 0,05$ Test de Tukey).

Valores seguidos de letras mayúsculas y distintas en sentido vertical muestran diferencias significativas en la Temperatura de Batido ($p \leq 0,05$ Test de Tukey).

Cuadro 5. Análisis estadístico porcentaje de reducción entre absorbancia del radical DPPH a los segundos 0 y 600, en aceites recién extraídos.

Temperatura de Batido	Tiempo de Batido			Promedio Temperatura Batido
	30´	45´	75´	
28°C	4,86	4,35	3,79	4,33 B
38°C	7,57	6,67	5,87	6,70 A
Promedio Tiempo Batido	6,22 a	5,51 a	4,83 b	

Valores seguidos de letras minúsculas y distintas en sentido horizontal muestran diferencias significativas en el Tiempo de Batido ($p \leq 0,05$ Test de Tukey).

Valores seguidos de letras mayúsculas y distintas en sentido vertical muestran diferencias significativas en la Temperatura de Batido ($p \leq 0,05$ Test de Tukey).

En el Cuadro 4 se observa que el porcentaje de reducción entre la absorbancia medida al DPPH y al DPPH con la muestra de aceite al segundo 0 aumenta significativamente de 7,02 a 10,19% al incrementar la temperatura de 28 a 38°C en aceites recién extraídos, lo contrario ocurre al aumentar el tiempo de batido donde se observa una disminución de este porcentaje, sin embargo no es significativa. En el Cuadro 5 se observa la misma tendencia entre el DPPH con la muestra de aceite al segundo 0 y 600, hay un aumento significativo del porcentaje de reducción de 4,33 a 6,70% al incrementar la temperatura, este mismo porcentaje disminuye al aumentar el tiempo de batido, solo de manera significativa a los 75 minutos. Los tratamientos con mayores porcentajes de reducción coinciden con aquellos que presentan mayor contenido de polifenoles totales y α -tocoferol en los aceites evaluados recién extraídos, por lo tanto tienen una mayor capacidad antioxidante, lo que explicaría a su vez la mayor degradación del radical DPPH.

Lo anterior concuerda con los resultados obtenidos por Inarejos-García *et al.*, (2009), en dicho estudio al incrementar la temperatura de batido la capacidad antioxidante aumentó, por el contrario ésta disminuyó con el aumento en el tiempo de batido, al igual que en el presente estudio. La capacidad antioxidante también siguió la misma tendencia que el contenido de polifenoles totales y α -tocoferol.

Por otra parte, en la Figura 19 se puede observar la evolución de este parámetro durante el almacenamiento. La capacidad antioxidante aumentó durante los primeros 2 meses en la mayoría de los tratamientos aunque no de manera significativa, y luego comienza a disminuir hacia el final del almacenamiento (Cuadro 13, Apéndices). Aquellos tratamientos con mayor contenido de polifenoles totales y α -tocoferol tienen una mayor capacidad antioxidante y se conservan de mejor manera durante el almacenamiento. González (2011) también registró un aumento de la capacidad antioxidante en los primeros meses de almacenamiento y luego una disminución a los 180 días desde su elaboración, al variar el tiempo y temperatura de batido en aceites de la variedad Arbequina.

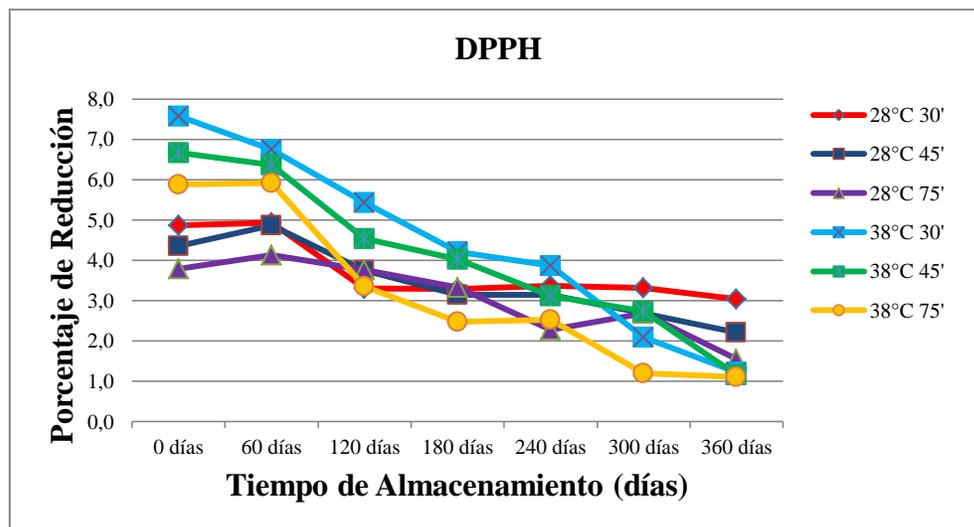


Figura 19. Evolución porcentaje de reducción del radical DPPH (valores promedio) para cada tratamiento durante el tiempo de almacenamiento (12 meses).

Polifenoles flavonoides y no flavonoides por HPLC-DAD

Los compuestos fenólicos del aceite de oliva son importantes ya que son los responsables de su astringencia y amargor y se caracterizan por ser fuertemente antioxidantes contribuyendo a la estabilidad oxidativa del aceite. Los factores agronómicos, tecnológicos y el almacenamiento afectan la cantidad de compuestos fenólicos presentes en el aceite de oliva. Dentro de los factores tecnológicos el batido es un punto crítico y fundamental en la cantidad y tipo de compuestos fenólicos (Servili *et al.*, 2004).

En las distintas muestras de aceite se identificaron 10 compuestos: hidroxitirosol (3,4-DHPEA), tirosol (*p*-DHPEA), ácido vainillínico (AC VN), ácido *p*-cumárico (AC *p*-CUM), hidroxitirosol acetato (3,4-DHPEA-AC), ácido elenólico (AC ELEN) formas dialdehídicas de oleuropeína y ligustrósido aglicona decarboximetiladas (3,4-DHPEA-EDA y *p*-HPEA-EDA, respectivamente) y los lignanos (+)-pinoresinol (PINOR) y (+)-1-acetopinoresinol (ACETPINOR). De estos compuestos se cuantificaron todos menos el ácido elenólico y ácido *p*-cumárico dada su baja concentración.

Las concentraciones medias de los compuestos fenólicos en los distintos tratamientos de los aceites recién extraídos se muestran en la Figura 20. La forma dialdehídica de oleuropeína decarboximetilada (3,4-DHPEA-EDA) y el lignano (+)-1-acetopinoresinol presentan los mayores valores medios en relación al resto de los compuestos en estudio.

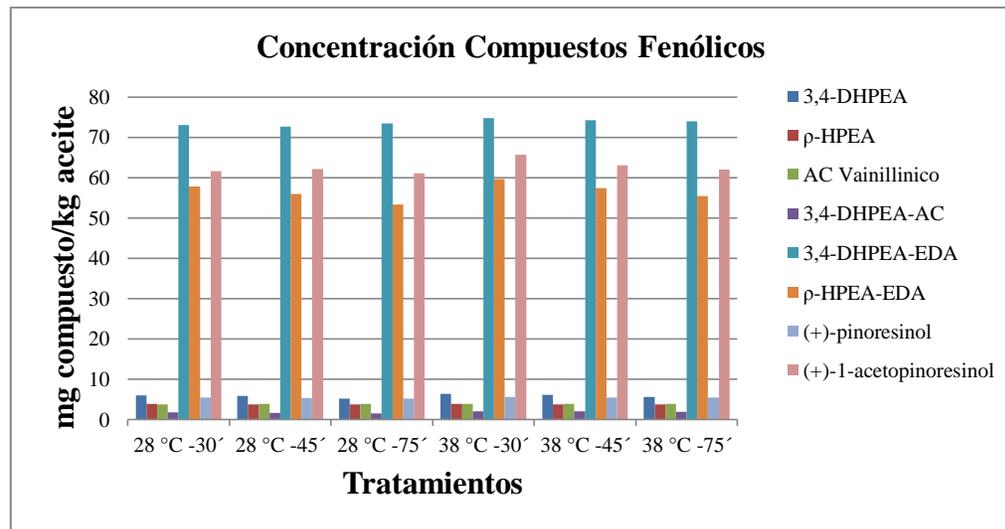


Figura 20. Concentración promedio de compuestos fenólicos por tratamiento en aceites recién extraídos.

En el Cuadro 6, se presentan cuantificados los compuestos fenólicos identificados en los aceites recién extraídos. Se puede observar que hubo diferencias significativas en la interacción de los factores en los compuestos hidroxitirosol (3,4-DHPEA), *p*-HPEA-EDA y (+)-1-acetipinoresinol, en estos casos se procedió a realizar una prueba de comparaciones múltiples para el factor “Tiempo de batido” dentro de cada nivel del factor “Temperatura de batido” y viceversa. En estos 3 compuestos se observa que al incrementar la temperatura de batido hay un aumento en su concentración, independiente del tiempo de batido, y por el contrario hay una disminución significativa en el contenido de los polifenoles a los 75 minutos de batido.

Al analizar el factor tiempo de temperatura se puede observar que en todos los compuestos hubo un incremento en la concentración de polifenoles cuando este factor aumentó a 38°C, con diferencias significativas en el ácido vainillínico, 3,4-DHPEA-AC y 3,4-DHPEA-EDA. Con respecto al factor tiempo de batido, se observa una tendencia a la disminución del contenido de polifenoles al aumentar el tiempo de batido, con diferencias significativas en los compuestos *p*-HPEA, 3,4-DHPEA-AC y (+)-pinoresinol, las menores concentraciones de estos compuestos se presentan en los tratamientos en los que el batido se prolongó por 75 minutos.

Los resultados presentados muestran una relación positiva entre temperatura de batido y concentración de compuestos fenólicos, lo que coincide con lo expuesto por Taticchi *et al.*, (2013), quienes evaluaron distintas temperaturas de batido desde 20 a 35°C y siempre se observó un aumento de la concentración de polifenoles al incrementar la temperatura. La hipótesis planteada por los mismos autores para explicar los resultados obtenidos indican que la cantidad de polifenoles está relacionada con el impacto que produce la temperatura en la oxidación enzimática de compuestos fenólicos durante el batido catalizado por las

enzimas PPO y POD, y adicionalmente la cantidad de polifenoles unidos a polisacáridos de las paredes celulares liberados, proceso catalizado por enzimas hemicelulasas y poligalacturonasas endógenas, también estaría influenciado por la temperatura.

Cuadro 6. Análisis estadístico polifenoles de bajo peso molecular expresado en mg de compuesto/kg de aceite, en aceites recién extraídos.

	Temperatura de Batido	Tiempo de Batido			Promedio T° Batido
		30´	45´	75´	
3,4-DHPEA	28°C	5,91 bA	5,78 bA	5,14 bB	5,61
	38°C	6,37 aA	6,12 aA	5,54 aB	6,01
	Promedio Tiempo Batido	6,14	5,95	5,34	
p-HPEA	28°C	3,85	3,80	3,73	3,79 A
	38°C	3,89	3,79	3,77	3,82 A
	Promedio Tiempo Batido	3,87 a	3,80 a	3,75 b	
Ácido Vainillínico	28°C	3,80	3,84	3,81	3,81 B
	38°C	3,86	3,89	3,89	3,88 A
	Promedio Tiempo Batido	3,83 a	3,86 a	3,85 a	
3,4-DHPEA-AC	28°C	1,77	1,60	1,55	1,64 B
	38°C	2,06	2,02	1,90	1,99 A
	Promedio Tiempo Batido	1,92 a	1,81 b	1,73 b	
3,4-DHPEA-EDA	28°C	73,04	72,59	73,39	73,01 B
	38°C	74,81	74,18	73,93	74,30 A
	Promedio Tiempo Batido	73,92 a	73,38 a	73,66 a	
p-HPEA-EDA	28°C	57,79 bA	55,87 bB	53,37 bB	55,68
	38°C	59,57 aA	57,39 aA	55,35 aB	57,44
	Promedio Tiempo Batido	58,68	56,63	54,36	
(+)-pinoresinol	28°C	5,42	5,34	5,20	5,32 A
	38°C	5,56	5,45	5,40	5,47 A
	Promedio Tiempo Batido	5,49 a	5,40 a	5,30 b	
(+)-1-acetopinoresinol	28°C	61,56 bA	62,07 aA	61,03 bA	61,56
	38°C	65,68 aA	63,08 aB	62,00 aB	63,59
	Promedio Tiempo Batido	63,62	62,58	61,52	

Valores seguidos de letras minúsculas distintas en negrita y en sentido horizontal muestran diferencias significativas en el Tiempo de Batido ($p \leq 0,05$ Test de Tukey).

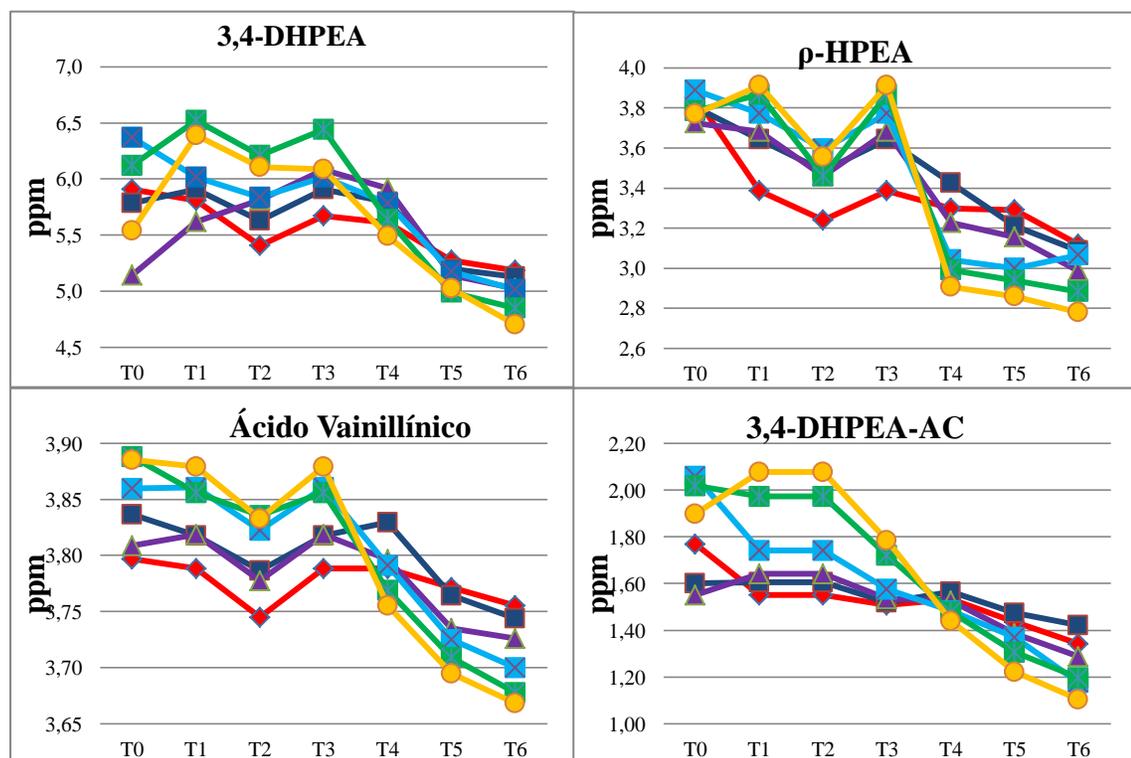
Valores seguidos de letras mayúsculas distintas en negrita y en sentido vertical muestran diferencias significativas en la Temperatura de Batido ($p \leq 0,05$ Test de Tukey).

Valores seguidos de letras minúsculas y distintas en sentido vertical muestran diferencias significativas entre la temperatura de batido para el tiempo de batido ($p \leq 0,05$ Test de Tukey).

Valores seguidos de letras mayúsculas y distintas en sentido horizontal muestran diferencias significativas entre el tiempo de batido para la temperatura de batido ($p \leq 0,05$ Test de Tukey).

Gómez-Rico *et al.*, (2009) evaluaron distintas condiciones de batido sobre la concentración fenólica de aceite de oliva de la variedad Cornicabra. Sus resultados muestran un aumento en la concentración de 3,4-DHPEA-EDA, *p*-HPEA y *p*-HPEA-EDA al incrementar la temperatura de batido, al igual que en el presente estudio, sin embargo la mayoría de los compuestos se mantienen constantes o presentan una leve disminución con el aumento del tiempo de batido. Otros autores como Boselli *et al.*, (2009) confirman estos resultados. Además de acuerdo a Clodoveo (2011), el aumento de la temperatura activa enzimas como la β -glucosidasa que a través de la hidrólisis de glicósidos de oleuropeina y dimetiloleuropeina favorece la producción de compuestos secoiridoides, aumentando la concentración de estos componentes.

Durante el almacenamiento de las muestras los 8 compuestos cuantificados se detectaron durante los 6 tiempos estudiados. Las concentraciones de los compuestos fenólicos en los 6 diferentes tiempos durante el almacenamiento por tratamiento se muestran en el Cuadro 14 (Apéndices), donde se observan diferencias significativas en todos los tratamientos entre la mayoría de los tiempos evaluados. La evolución durante el almacenamiento de cada compuesto fenólico por separado se ve representada en la Figura 21. Durante los 12 meses de almacenamiento, los distintos tratamientos muestran una tendencia a la disminución en la concentración de los compuestos fenólicos, aunque esta disminución es más pronunciada a partir del tiempo 4 (180 días de almacenamiento).



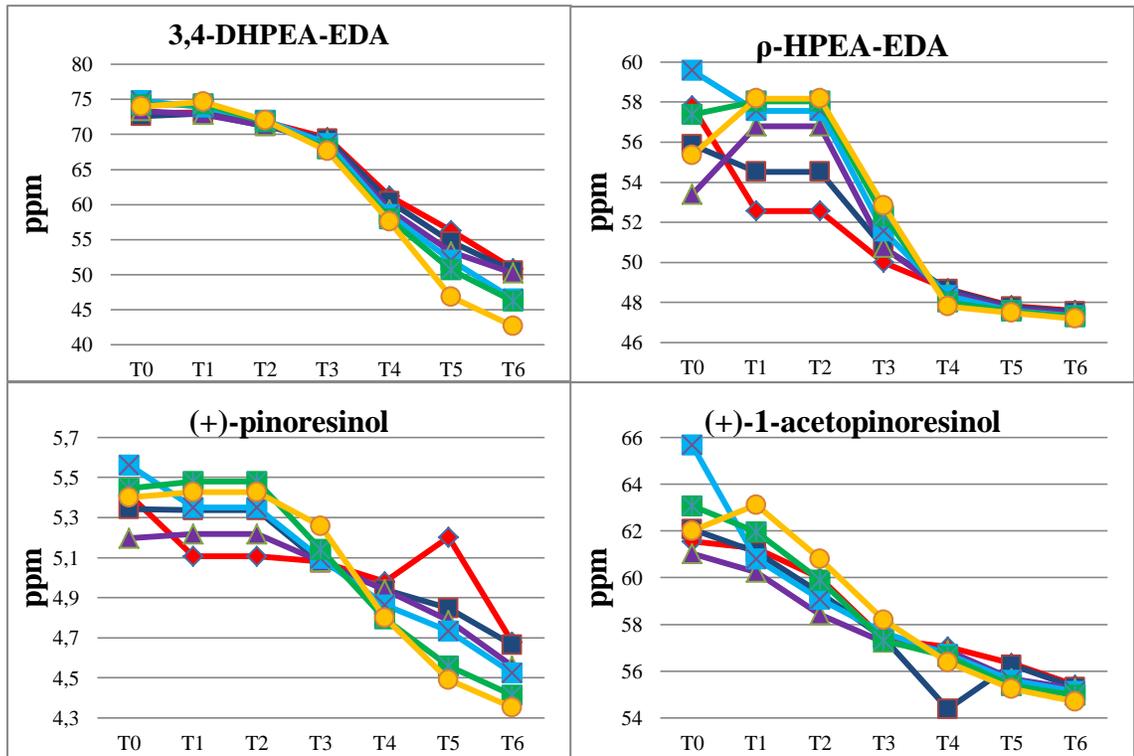


Figura 21. Evolución compuestos fenólicos (valores promedio) para cada tratamiento durante el tiempo de almacenamiento (12 meses).

Perfil de Ácidos Grasos

El aceite de oliva se caracteriza por su particular composición de ácidos grasos, pertenecientes a la fracción saponificable. Esta fracción comprende los triacilglicéridos, formados por glicerol y ácidos grasos, los cuales constituyen más del 98% de la composición del aceite. La composición en ácidos grasos del aceite de oliva es muy particular, comparada con la de las grasas y aceites que se consumen normalmente en la dieta. Los ácidos grasos del aceite de oliva son principalmente monoinsaturados y casi exclusivamente ácido oleico, este último representa entre el 55 al 83% del perfil graso (Sánchez *et al.*, 2010).

Los resultados del presente estudio se muestran en el Cuadro 7, se puede observar que la temperatura de batido y el tiempo de batido no presentan un efecto significativo sobre la composición de los ácidos grasos evaluados. El perfil de ácidos grasos que se muestra en el presente estudio para la variedad Frantoio es similar al descrito por Hurtado (2011) en la misma variedad y en la misma zona de cultivo, quien encontró valores cercanos a 75% de ácido oleico, 7,6% de ácido linoleico, 14% de ácido palmítico, 1,7% de ácido esteárico y 1,05% de palmitoleico. Aguilera *et al.*, (2005) también describieron el perfil lipídico de aceites de la variedad Frantoio en la zona de Cabra, España, quienes muestran un perfil de

ácidos grasos compuesto por un 78,32% de ácido oleico, 10,94% de ácido palmítico, 6,79% de ácido linoleico y 1,53% de ácido esteárico.

Cuadro 7. Análisis estadístico composición de principales ácidos grasos expresados en %, en aceites recién extraídos.

Ácidos Grasos	Temperatura de Batido	Tiempo de Batido			Promedio T° Batido
		30'	45'	75'	
Palmítico	28°C	11,09	11,09	11,26	11,15 A
	38°C	11,34	11,15	11,24	11,24 A
	Promedio Tiempo Batido	11,22 a	11,12 a	11,25 a	
Palmitoleico	28°C	0,71	0,67	0,69	0,69 A
	38°C	0,68	0,68	0,69	0,68 A
	Promedio Tiempo Batido	0,69 a	0,68 a	0,69 a	
Margárico	28°C	0,10	0,10	0,11	0,10 A
	38°C	0,10	0,11	0,06	0,09 A
	Promedio Tiempo Batido	0,10 a	0,11 a	0,09 a	
Margaroleico	28°C	0,25	0,26	0,27	0,26 A
	38°C	0,26	0,25	0,26	0,25 A
	Promedio Tiempo Batido	0,26 a	0,26 a	0,27 a	
Esteárico	28°C	1,82	1,84	1,90	1,85 A
	38°C	2,04	1,87	1,82	1,91 A
	Promedio Tiempo Batido	1,93 a	1,86 a	1,86 a	
Oleico	28°C	77,84	77,81	77,36	77,67 A
	38°C	77,36	77,54	77,52	77,47 A
	Promedio Tiempo Batido	77,60 a	77,68 a	77,44 a	
Linoleico	28°C	6,23	6,33	6,33	6,33 A
	38°C	6,12	6,44	6,38	6,31 A
	Promedio Tiempo Batido	6,18 a	6,39 a	6,40 a	
Linolénico	28°C	0,59	0,58	0,58	0,58 A
	38°C	0,58	0,57	0,58	0,58 A
	Promedio Tiempo Batido	0,59 a	0,58 a	0,58 a	
Araquídico	28°C	0,46	0,47	0,47	0,47 A
	38°C	0,43	0,47	0,47	0,45 A
	Promedio Tiempo Batido	0,45 a	0,47 a	0,47 a	

Valores seguidos de letras minúsculas distintas en negrita y en sentido horizontal muestran diferencias significativas en el Tiempo de Batido ($p \leq 0,05$ Test de Tukey).

Valores seguidos de letras mayúsculas distintas en negrita y en sentido vertical muestran diferencias significativas en la Temperatura de Batido ($p \leq 0,05$ Test de Tukey).

Según Aguilera *et al.*, (2005), la alta resistencia a la oxidación y estabilidad del aceite de esta variedad es explicada por la presencia de compuestos antioxidantes naturales y también en gran parte por su composición ácida, con un alto contenido en ácidos grasos monoinsaturados como el ácido oleico y bajo contenido de poliinsaturados como el ácido linoleico. Debido a estos componentes los factores tiempo y temperatura de batido no afectaron significativamente la composición de ácidos grasos.

Análisis Sensorial

El análisis sensorial es una herramienta importante en la definición de calidad del aceite de oliva y se usa de manera complementaria a los análisis químicos. La calidad sensorial del aceite indica el nivel de aceptabilidad y se determina por un conjunto de características evaluadas a través de los sentidos del gusto y olfato (Angerosa *et al.*, 2004). La calidad sensorial del aceite de oliva está estrechamente relacionada con los compuestos fenólicos, los cuales están presentes en el aceite, en gran parte, gracias a su particular forma de extracción. Los compuestos fenólicos tienen un gran impacto sobre las características organolépticas del aceite, particularmente sobre el gusto amargo y sobre la sensación de picante (Servili y Montedoro, 2002).

En la Figura 22 se observa el perfil sensorial de los distintos tratamientos en los aceites recién extraídos.

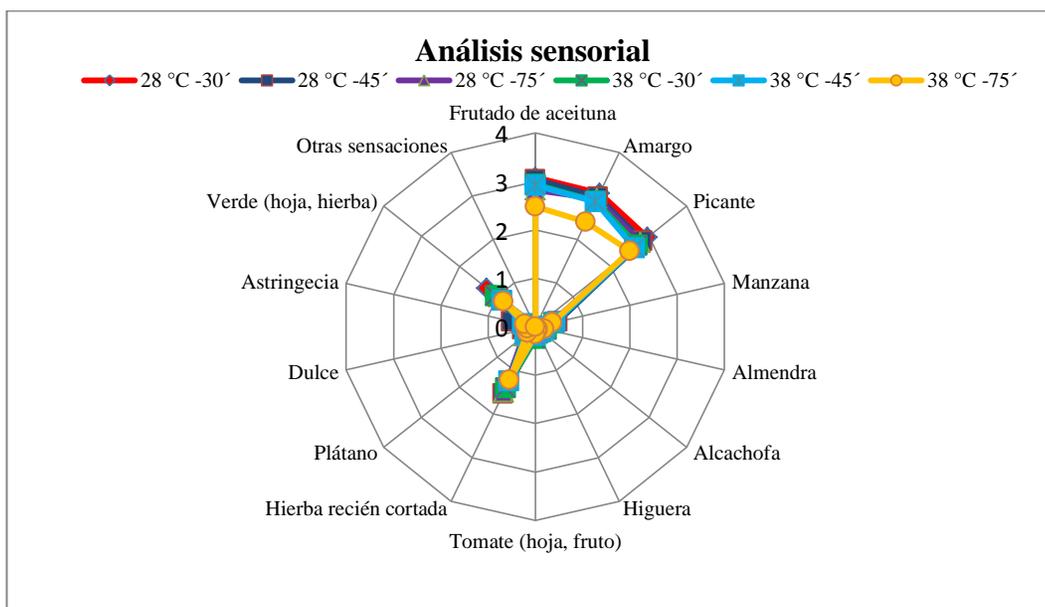


Figura 22. Perfil Sensorial de cada tratamiento, en aceites de oliva var. Frantoio recién extraídos.

El análisis sensorial indica que los aceites presentan alto frutado, amargo y picante, bajo dulzor y toques a hierba recién cortada. Este perfil coincide con el descrito por Hurtado (2011) en aceites de la variedad Frantoio en la misma zona de cultivo. Sin embargo, a medida que hay un aumento en la temperatura y tiempo de batido los atributos evaluados van disminuyendo, de manera significativa en el caso del frutado, amargo y picante como se muestra en la Cuadro 8.

Cuadro 8. Análisis estadístico de atributos sensoriales para cada tratamiento en aceites recién extraídos.

Atributo	28°C 30'	28°C 45'	28°C 75'	38°C 30'	38°C 45'	38°C 75'
Frutado	3,08 ± 0,2 a	3,04 ± 0,4 ab	2,82 ± 0,3 b	2,94 ± 0,3 ab	2,92 ± 0,1 ab	2,48 ± 0,2 c
Amargo	3,06 ± 0,4 a	2,98 ± 0,3 ab	2,94 ± 0,3 a	2,88 ± 0,2 a	2,86 ± 0,3 a	2,40 ± 0,4 b
Picante	2,96 ± 0,4 a	2,84 ± 0,2 ab	2,78 ± 0,3 ab	2,70 ± 0,1 bc	2,62 ± 0,3 bc	2,50 ± 0,2 c
Manzana	0,38 ± 0,3 a	0,48 ± 0,4 a	0,34 ± 0,2 a	0,40 ± 0,1 a	0,42 ± 0,2 a	0,36 ± 0,1 a
Almendra	0,22 ± 0,2 a	0,18 ± 0,2 a	0,22 ± 0,1 a	0,24 ± 0,3 a	0,20 ± 0,1 a	0,20 ± 0,2 a
Alcachofa	0,20 ± 0,1 a	0,16 ± 0,2 ab	0,14 ± 0,1 ab	0,16 ± 0,1 ab	0,16 ± 0,3 ab	0,08 ± 0,1 b
Higuera	0,16 ± 0,3 a	0,16 ± 0,1 a	0,14 ± 0,1 a	0,14 ± 0,2 a	0,12 ± 0,2 a	0,10 ± 0,3 a
Tomate	0,24 ± 0,2 a	0,22 ± 0,2 a	0,22 ± 0,1 a	0,24 ± 0,1 a	0,18 ± 0,1 a	0,16 ± 0,1 a
Hierba R.C.	1,42 ± 0,1 a	1,54 ± 0,1 a	1,50 ± 0,1 a	1,40 ± 0,1 ab	1,24 ± 0,1 bc	1,22 ± 0,1 c
Plátano	0,30 ± 0,2 a	0,22 ± 0,1 a	0,30 ± 0,2 a	0,22 ± 0,2 a	0,26 ± 0,1 a	0,20 ± 0,1 a
Dulce	0,14 ± 0,1 a	0,12 ± 0,1 a	0,14 ± 0,1 a	0,16 ± 0,1 a	0,18 ± 0,1 a	0,16 ± 0,1 a
Astringente	0,30 ± 0,3 a	0,28 ± 0,2 a	0,24 ± 0,2 a	0,22 ± 0,2 a	0,26 ± 0,2 a	0,22 ± 0,1 a
Verde	1,28 ± 0,1 a	0,98 ± 0,2 b	1,04 ± 0,3 a	1,04 ± 0,2 b	0,88 ± 0,2 b	0,84 ± 0,3 b

Valores seguidos de distinta letra y en sentido horizontal muestran diferencias significativas ($p \leq 0,05$ Test de Tukey).

Para evaluar la evolución de la calidad sensorial se midieron los mismos atributos a los 12 meses desde la elaboración de los aceites. El perfil sensorial de esta evaluación se muestra en la Figura 23.

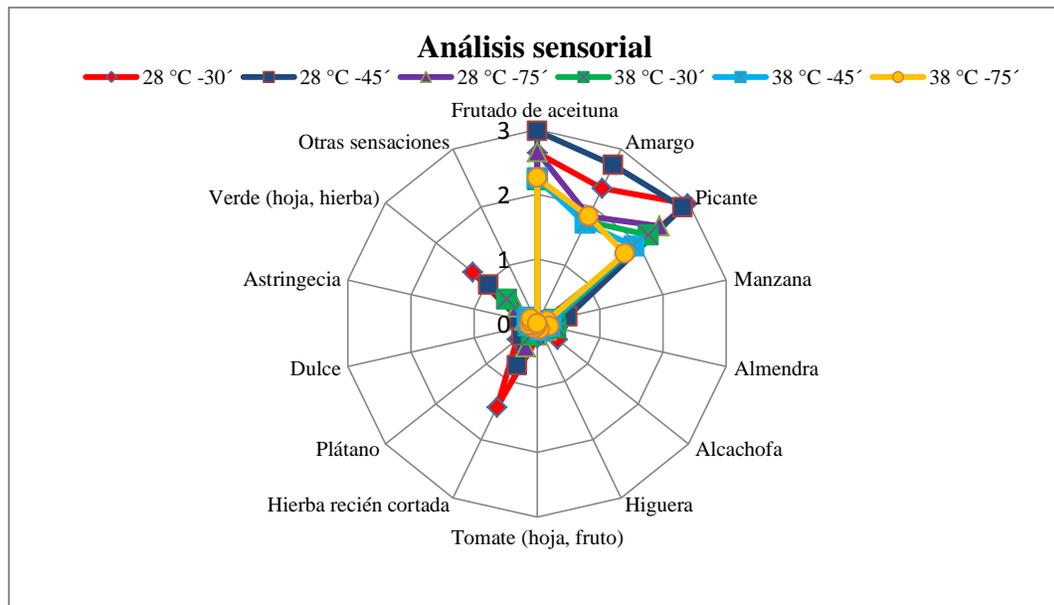


Figura 23. Perfil sensorial para cada tratamiento, en aceites de oliva var. Frantoio a los 12 meses de almacenamiento.

El tiempo y las condiciones de almacenamiento influyen sobre las características del aceite, en primer lugar por la disminución en el tiempo de compuestos fenólicos y volátiles asociados a los distintos atributos sensoriales y por otro lado por la aparición de un defecto conocido como atributo “rancio” generado a partir de la degradación de los hidroperóxidos (Cecchi *et al.*, 2010).

A los 12 meses de almacenamiento los perfiles de los tratamientos que fueron batidos a 38°C presentaron una disminución en la intensidad de todos los atributos evaluados. En el Cuadro 15 (Apéndices) se muestra el análisis estadístico para cada atributo evaluado en aceites recién extraídos y una vez transcurrido los 12 meses de almacenamiento. Los tratamientos con mayor intensidad de frutado, picante y amargor al término del almacenaje fueron los que se batieron a 28°C por un tiempo de 30 y 45 minutos. El único aceite que presentó el defecto sensorial “rancio” al término del almacenamiento fue el tratamiento batido a 38°C por 75 minutos.

Análisis Multivariante de Componentes Principales

Para comprender de mejor manera como se relacionan los diferentes variables medidas en las muestras de aceite se llevó a cabo un análisis de componentes principales en los aceites recién extraídos y a los 12 meses de almacenamiento, que permite reagrupar las variables y ver cómo se comportan entre sí.

Las dos componentes principales que se obtienen de este análisis logran explicar el 60,3% de la varianza de las variables originales. Las variables ubicadas en forma opuesta tienen una alta correlación pero con signos contrarios, mientras que aquellas que se encuentran más cercanas tienen una elevada correlación, es decir, presentan un comportamiento similar (Figura 24).

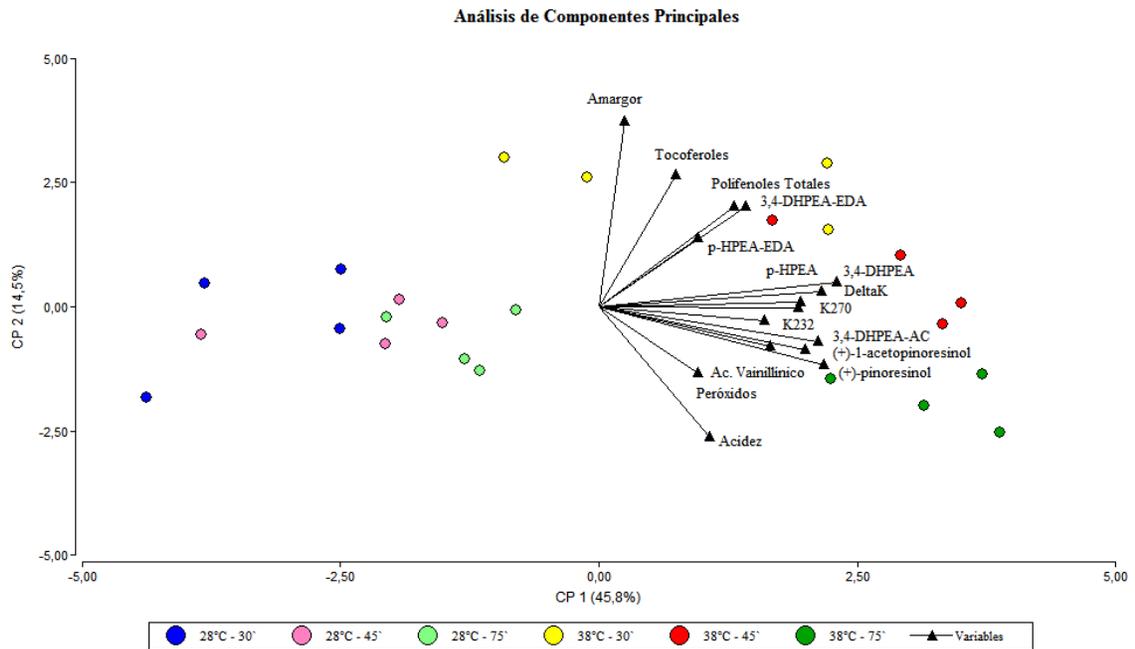


Figura 24. Representación de variables en el análisis de componentes principales en aceites recién extraídos.

Se puede observar un comportamiento similar entre el contenido de polifenoles totales, tocoferoles e índice de amargor, los cuales presentan valores mayores en los tratamientos batidos a 38°C. Las variables acidez, coeficientes de extinción ultravioleta (K_{232} , K_{270} y ΔK), e índice de peróxidos se encuentran correlacionados entre ellos, pero se correlacionan con las variables anteriores de manera opuesta con respecto a la segunda componente principal y sus valores son mayores en el tratamiento con mayor tiempo y temperatura de batido.

Los ácidos fenólicos hidroxitirosol y tirosol tienen un comportamiento similar, al igual que los lignanos ((+)-1-acetopinoresinol y (+)-pinoresinol) y los secoiridoides derivados de oleuropeína y ligustrósido. El ácido vainillínico presenta valores opuestos en relación a la segunda componente principal con el resto de los compuestos fenólicos.

A los 12 meses de almacenamiento, las dos componentes principales que se obtienen de este análisis logran explicar el 79,9% de la varianza de las variables originales. Las variables ubicadas en forma opuesta tienen una alta correlación pero con signos contrarios, mientras que aquellas que se encuentran más cercanas tienen una elevada correlación, es decir, presentan un comportamiento similar (Figura 25).

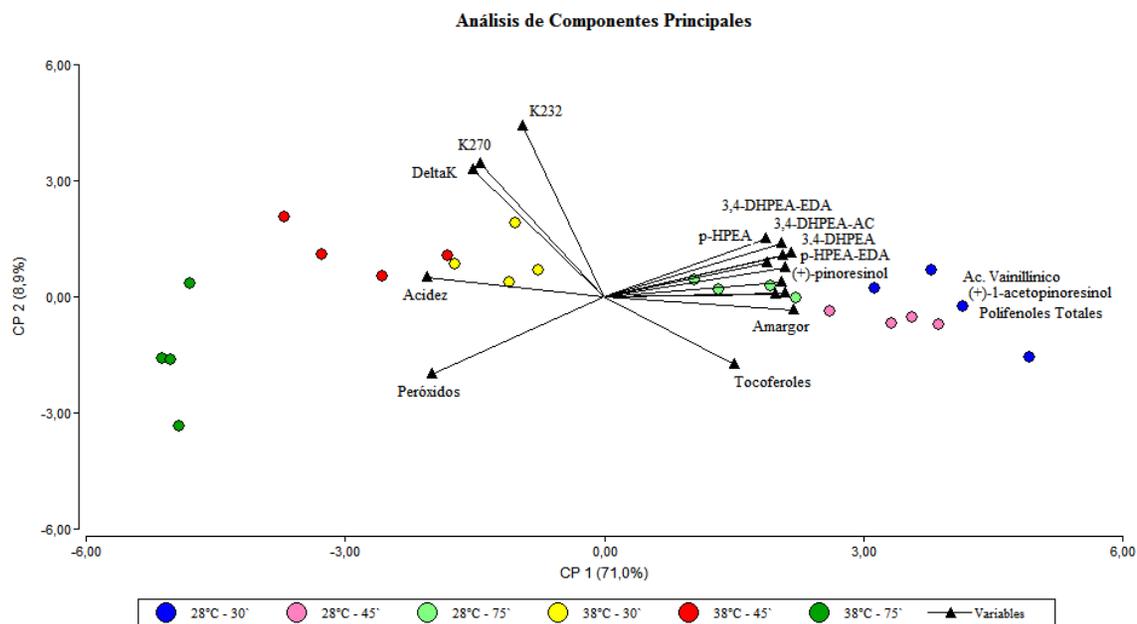


Figura 25. Representación de variables en el análisis de componentes principales en aceites a los 12 meses de almacenamiento.

Al igual que en el gráfico anterior, se puede observar un comportamiento similar entre el contenido de polifenoles totales, tocoferoles e índice de amargor, sin embargo, los mayores valores se obtienen en aquellos tratamientos con un batido a 28°C. Las variables acidez, coeficientes de extinción ultravioleta (K_{232} , K_{270} y ΔK), e índice de peróxidos se encuentran correlacionados entre ellos, pero se correlacionan con las variables anteriores de manera opuesta con respecto a la segunda componente principal, y sus valores son mayores en los tratamientos batidos a 38°C.

Los ácidos fenólicos hidroxitirosol y tirosol tienen un comportamiento similar, al igual que los lignanos ((+)-1-acetopinoresinol y (+)-pinoresinol) y los secoiridoides derivados de oleuropeína y ligustrósido, con valores mayores en tratamientos batidos a 28°C.

Como comentario final, los resultados obtenidos son un aporte para establecer el tiempo y temperatura de batido adecuados que permiten optimizar el proceso de extracción y maximizar el traspaso de compuestos de valor saludable y organoléptico al aceite de la variedad Frantoio cultivado en la zona central de Chile. El tiempo y temperatura óptimos dependerán si el objetivo del proyecto olivícola sea orientado hacia la calidad o a la producción de volumen.

CONCLUSIONES

La composición química y sensorial del aceite de la variedad Frantoio se ve más influenciada por el aumento en la temperatura de batido que por el tiempo de batido.

En los aceites recién extraídos el aumento en la temperatura de batido de 28 a 38°C provocó un aumento en la acidez libre, índice de peróxidos, contenido de polifenoles totales, tocoferoles e índice de amargor. Por el contrario el aumento en el tiempo de batido provocó una disminución en el contenido de polifenoles totales, tocoferoles e índice de amargor.

El almacenamiento afecta los parámetros químicos y sensoriales del aceite de oliva. Los tratamientos más afectados a los 12 meses de almacenaje fueron los que se batieron a una temperatura de 38°C por 45 y 75 minutos, ya que disminuyeron los parámetros asociados al contenido de antioxidantes y aumentó el índice de peróxidos, parámetro relacionado con la oxidación de los aceites.

Los tratamientos batidos a 38°C obtuvieron menor puntuación sensorial en los atributos frutado, amargo y picante de los aceites recién extraídos. Esta diferencia se hace mayor aún a los 12 meses de almacenamiento, el tratamiento batido a 38°C y 75 minutos presentó el defecto sensorial de “rancio”.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera, M.P., G. Beltrán, D. Ortega, A. Fernández, A. Jiménez and M. Uceda. 2005. Characterisation of virgin olive oil of Italian olive cultivars: “Frantoio” and “Leccino”, grown in Andalusia. *Food Chemistry* 89: 387-391.
- Alba, J. 2008. Procesos de elaboración. pp 29-44. En: Alba, J., Izquierdo, J., Gutiérrez, F., Vosse, P. (Ed). *Aceite de Oliva virgen, Análisis Sensorial*. 2º ed. Editorial Agrícola Española S.A. Madrid, España. 386p.
- Angerosa, F., M. Servilli, R. Selvaggini, A. Taticchi, S. Esposito and G.F. Montedoro. 2004. Volatile compounds in virgin olive oil: occurrence and their relationship with the quality. *Journal of Chromatography A* 1054: 17-31.
- Baiano, A., G. Gambacorta, C. Terracone, M.A. Previtali, C. Lamacchia and E. La Notte. 2009. Changes in phenolic content and antioxidant activity of italian extra virgin olive oils during storage. *Journal of Food Science* 74(2): 177-183.
- Boselli, E., G. Di Lecce, R. Strabbioli, G. Pieralisi and N. Frega. 2009. Are virgin olive oils obtained below 27°C better than those produced at higher temperatures? *Food Science and Technology* 42: 748-757.
- Boskou, D. 1998. *Química y Tecnología del Aceite de Oliva*. 1º edición. Departamento de Química. Universidad Aristóteles de Salónica. Salónica, Grecia. 291p.
- Cecchi, T., P. Passamonti and P. Cecchi. 2010. Study of the quality of extra virgin olive oil store don PET bottles with or without an oxygen scavenger. *Food Chemistry* 120: 730-735.
- 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*. 6º ed. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 864p.
- ChileOliva, 2010. *Informe Anual del Mercado Nacional de Aceite de Oliva*. Santiago, Chile. 19p.
- Clodoveo, M.L. 2011. Malaxation: Influence on virgin olive oil quality. Past, present and future - An overview. *Trends in Food Science and Technology* 25: 13-23.
- Consejo Oleícola Internacional (COI), 2013. Definición de aceite de oliva virgen. [En línea]. Disponible en: <http://www.internationaloliveoil.org>. Leído el 20 de Mayo 2013.

Di Giovacchino, G. 2003. Capítulo 2: Aspectos tecnológicos. pp.33-77. En: Aparicio - Harwood. Manual del aceite de oliva. 1º edición. Editorial A. Madrid Vicente y Mundi Prensa. Madrid, España. 614p.

Di Giovacchino, L., S. Sestili, and D. Di Vincenzo. 2002. Influence of olive processing on virgin olive oil quality. *European Journal of Lipid Science and Technology* 104: 578-601.

El Riachy, M., F. Priego-Capote, L. León, L. Rallo and M.D. Luque de Castro. 2011. Hydrophilic antioxidants of virgin olive oil. Part 1: Hydrophilic phenols: A key factor for virgin olive oil quality. *European Journal of Lipid Science and Technology* 113: 678-691.

Esti, M., M. Contini, E. Moneta and F. Sinesio. 2009. Phenolics compounds and temporal perception of bitterness and pungency in extra-virgin olive oils: Changes occurring throughout storage. *Food Chemistry* 113: 1095-1100.

Fadda, C., A. Del Caro, A.M. Sanguinetti, P.P. Urgghe, V. Vacca, P.P. Arca and A. Piga. 2012. Changes during storage of quality parameters and *in vitro* antioxidant activity of extra virgin monovarietal oils obtained with two extraction technologies. *Food Chemistry* 134: 1542-1548.

Fitó, M. 2003. Efectos antioxidantes del aceite de oliva y de sus compuestos fenólicos. Tesis Doctoral. Departamento de Medicina de la Universidad Autónoma de Barcelona. 130p.

Frías, L., A. Gracias – Ortiz, M. Hermoso, A. Jiménez, M. LLavero Del Pozo, J. Bernardio, M. Ruano y M. Uceda. 2001. *Analistas de almazara*. 3ª ed. Ediciones J. de Haro Artes Gráficas, Sevilla, España. 111p.

Fundación para la Innovación Agraria (FIA). 2004. Boletín Olivícola N°16. Disponible en: <http://www.fia.cl/difus/boletin/bololiv/bojunio2004.PDF>. Leído el 15 de Abril de 2013.

García-González, D., N. Romero and R. Aparicio. 2010. Comparative study of virgin olive oil quality from single varieties cultivated in Chile and Spain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58: 12899-12905.

Gómez, S. 2003. Estudio de la fracción fenólica y el proceso de autooxidación del aceite de oliva virgen y purificado en condiciones habituales y aceleradas de conservación. Tesis Doctoral. Universidad de La Mancha – Castilla. España.

Gómez-Rico, A., A. Inarejos-García, M.D. Salvador and G. Fregapane. 2009. Effect of malaxation conditions on phenol and volatile profiles in olive paste and the corresponding virgin olive oils (*Olea europea* L. Cv Cornicabra). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57: 3587-3595.

González, P. 2011. Influencia de la temperatura y tiempo de batido en la calidad del aceite de oliva variedad Arbequina. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 36p.

Gutiérrez, F y S. Perdiguero. 1992. Estudio de efectividad de las columnas de Octadecilo C₁₈ en la evaluación del amargor (K₂₂₅) del aceite de oliva virgen. Error y 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. En: Barranco, D. Fernández – Escobar R. y Rallo, L. (Ed). El cultivo del olivo. 4^a ed. Ediciones Mundi – Prensa, Madrid, España. 724p.

Hrciririk, K and S. Fritsche. 2005. Relation between the endogenous antioxidant system and the quality of extra virgin olive oil under accelerated storage conditions. Journal of Agricultural and Food Chemistry 53: 2103-2110.

Huang, D., B. Ou and R. Prior. 2005. The chemistry behind antioxidant capacity assays. Journal of Agricultural and Food Chemistry 53: 1841-1856.

Hurtado, M.L. 2011. Caracterización de la composición fenólica y determinación de la capacidad antioxidante de aceite de oliva de las variedades Arbequina y Frantoio procedentes de 3 localidades de Chile. Tesis conducente al grado académico de Doctor en Nutrición y Alimentos. Universidad de Chile. 145p.

Inarejos-García, A., A. Gómez-Rico, M.D. Salvador and G. Fregapane. 2009. Influence of malaxation conditions on virgin olive oil yields, overall quality and composition. European Food Research and Technology 228: 671-677.

Izquierdo, J. 2008. Las características organolépticas del aceite de oliva virgen. Pp 81-111. En: Alba, J., Izquierdo, J., Gutiérrez, F., Vossen, P. (Ed). Aceite de Oliva Virgen, Análisis Sensorial. 2^o ed. Editorial Agrícola Española S.A. Madrid. España. 386 p.

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

Krichene, D., A. Allalout, V. Mancebo-Campos, M.D Salvador, M. Zarrouk and G. Fregapane. 2010. Stability of virgin olive oil and behaviour of its natural antioxidants under médium temperatura accelerated storage conditions. Food Chemistry 121: 171- 177.

Lozano, J, A. Segura y A. Fernández. 2010. Capítulo 7: Composición del aceite de oliva. pp.195-224. En: Fernández - Segura. El aceite de oliva virgen: Tesoro de Andalucía. Madrid, España. 432p.

Martínez De Victoria E. y M. Mañas. 2004. El aceite de oliva en la dieta y salud humanas. pp 733-754. En: Barranco, D., R. Fernández- Escobar y L. Rallo. El cultivo del olivo, 5ta edición, ediciones Mundi- Prensa. España. 800p.

Morales, T. y R. Prybyzlski. 2003. Oxidación del aceite de oliva. pp. 443-467. En: Manual del aceite de oliva. Aparicico-Harwood. 1º Edición. Editorial A. Madrid Vicente y Mundi-Prensa. Madrid, España. 614p.

Morales, M.T. y M. Tsimidou. 2003. Capítulo 12: El papel de los compuestos volátiles y los polifenoles en la calidad sensorial del aceite de oliva. pp.381 - 441. En: Aparicio-Harwood.

Morelló, J.R., M.J. Moltiva, M.J Tovar and M.P Romero. 2004. Changes in comercial virgin olive oil (cv Arbequina) during storage, with special emphasis on the phenolic fraction. *Food Chemistry* 85: 357-364.

Oliveras-López, M.J. 2005. Calidad del aceite de oliva extra virgen. Antioxidantes y función biológica. Tesis Doctoral. Facultad de Farmacia, Universidad de Granada. Granada, España. 300 p.

Parenti, A., P. Spugnoli, P. Masella and L. Calamai. 2008. The effect of malaxation temperature on the virgin olive oil phenolic profile under laboratory-scale conditions. *European Journal of Lipid Science and Technology* 110: 735-741.

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. *European Food Research and Technology* 210: 445-448.

Pinelli, P., C. Galardi, N. Mulinacci, F. Vincierati, A. Cimato and A. Romano. 2003. Minor polar compounds and fatty acids analysis in monocultivar virgin olive oil from Tuscany. *Food Chemistry* 80: 331-336.

Ranalli, A., S. Contento, C. Schiavone and N. Simone. 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., L. Pollastri, S. Contento, E. Lannucci and L. Lucera. 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.

Romani, A., C. Lapucci, C. Cantini, F. Ieri, N. Mulinacci and F. Visioli. 2007. Evolution of minor polar compounds and antioxidant capacity during storage of bottled extra virgin olive oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55: 1315-1320.

Sepúlveda, E. 1998. Manual de trabajos prácticos de análisis de alimentos. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Publicación docente N° 4. Santiago, Chile. 51p.

Servili, M. and G.F. Montedoro. 2002. Contribution of phenolic compounds to virgin olive oil quality. *European Journal of Lipid Science and Technology* 104: 602-613.

Servili, M., R. Selvaggini, S. Esposito, A. Taticchi, G. Montedoro and G. Morozzi. 2004. Health and sensory properties of virgin olive oil hydrophilic phenols: agronomic and technological aspects of production that affect their occurrence in the oil. *Journal of Chromatography A* 1054: 113-127.

Servili, M., A. Taticchi, S. Esposito, S. Urbani, R. Selvaggini and G. Montedoro. 2008. Influence of the decrease in oxygen during malaxation of olive paste on the composition of volatiles and phenolic compounds in virgin olive oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56: 10048-10055.

Servili M., S. Esposito, R. Fabiani, S. Urbani, A. Taticchi, F. Mariucci, R. Selvaggini and, GF. Montedoro. 2009. Phenolic compounds in olive oil: antioxidant, health and organoleptic activities according to their chemical structure. *Inflammopharmacology* 17: 76-84.

Stefanouadaki, E., A. Koutsaftakis and J.L. Harwood. 2011. Influence of malaxation conditions on characteristic qualities of olive oil. *Food Chemistry* 127: 1481-1486.

Sudy, A. y P. Cortés. 2012. *Enero. Aceite de Oliva. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. Santiago, Chile: ODEPA. 23p.*

Taticchi, A., S. Esposito, G. Veneziani, S. Urbani, R. Selvaggini and M. Servilli. 2013. The influence of the malaxation temperature on the activity of polyphenoloxidase and peroxidase on the phenolic composition of virgin olive oil. *Food Chemistry* 136: 975-983.

Tsimidou, M. 1998. Polyphenol and quality of virgin olive oil in retrospect. *Italian Journal of Food Science* 10: 99-116.

Tsimidou, M., G. Papadopoulos and M. Boskou. 1992. Determination of phenolic compounds in virgin olive oil by reversed-phase HPLC with emphasis on UV detection. *Food Chemistry* 44: 53-60.

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

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

Vekiari, S., P. Papadopoulou and A. Kiritsakis. 2007. Effects of processing methods and commercial storage conditions on the extra virgin olive oil quality indexes. *Grasas y Aceites* 58(3): 237-242.

Velasco, J. and C. Dobarganes. 2002. Oxidative stability of virgin olive oil. *European Journal of Lipid Science and Technology* 104: 661-676.

ANEXO I

Norma comercial aplicable a los aceites de oliva y aceites de orujo de oliva.

	Aceite de oliva extra virgen	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
Coeficiente de Extinción UV				
K270	$\leq 0,22$	$\leq 0,25$	-	$\leq 1,10$
ΔK	$\leq 0,01$	$\leq 0,01$	-	$\leq 0,16$
K232	$\leq 2,50$	$\leq 2,60$	-	-
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), 2013.

* Md = Mediana

ANEXO II

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 III

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?.....						

(*) Táchese lo que no proceda.

Nota: es obligatorio indicar la ausencia de la nota sensorial marcando con una "X"

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 (Jaén), 2001.

APÉNDICES

Cuadro 1. Análisis estadístico Acidez Libre expresada en ácido oleico (%) en aceites recién extraídos.

Temperatura de Batido	Tiempo de Batido			Promedio Temperatura Batido
	30'	45'	75'	
28°C	0,19 aA	0,19 aA	0,22 aB	0,20
38°C	0,24 bA	0,27 bB	0,28 bB	0,27
Promedio Tiempo Batido	0,22	0,23	0,25	

Valores seguidos de letras minúsculas y distintas en sentido vertical muestran diferencias significativas entre la temperatura de batido para el tiempo de batido ($p \leq 0,05$ Test de Tukey).

Valores seguidos de letras mayúsculas y distintas en sentido horizontal muestran diferencias significativas entre el tiempo de batido para la temperatura de batido ($p \leq 0,05$ Test de Tukey).

Cuadro 2. Valores promedio de acidez libre (% ácido oleico) evaluado en 7 diferentes tiempos (cada 60 días) durante el almacenamiento.

	28°C 30'	28°C 45'	28° 75'	38°C 30'	38°C 45'	38°C 75'
Tiempo 0	0,19 ± 0,003 a	0,19 ± 0,008 a	0,22 ± 0,004 ab	0,25 ± 0,002 a	0,27 ± 0,005 a	0,28 ± 0,003 a
Tiempo 1	0,20 ± 0,019 a	0,21 ± 0,007 abc	0,23 ± 0,019 b	0,25 ± 0,020 a	0,27 ± 0,014 a	0,27 ± 0,022 a
Tiempo 2	0,19 ± 0,005 a	0,20 ± 0,007 ab	0,20 ± 0,003 ab	0,23 ± 0,017 a	0,24 ± 0,010 a	0,27 ± 0,011 a
Tiempo 3	0,19 ± 0,003 a	0,20 ± 0,005 ab	0,21 ± 0,004 ab	0,24 ± 0,016 a	0,25 ± 0,010 a	0,27 ± 0,010 a
Tiempo 4	0,20 ± 0,002 a	0,21 ± 0,004 bc	0,21 ± 0,003 ab	0,25 ± 0,005 a	0,26 ± 0,011 a	0,29 ± 0,007 a
Tiempo 5	0,21 ± 0,015 a	0,22 ± 0,010 c	0,22 ± 0,010 ab	0,24 ± 0,013 a	0,26 ± 0,013 a	0,28 ± 0,015 a
Tiempo 6	0,19 ± 0,022 a	0,19 ± 0,005 ab	0,20 ± 0,013 a	0,24 ± 0,011 a	0,26 ± 0,017 a	0,27 ± 0,004 a

Valores seguidos de distinta letra y en sentido vertical muestran diferencias significativas ($p \leq 0,05$ Test de Tukey).

Cuadro 3. Análisis Estadístico de Índice de Peróxidos expresado como meq de O₂/kg de aceite, en aceites recién extraídos.

Temperatura de Batido	Tiempo de Batido			Promedio Temperatura Batido
	30'	45'	75'	
28°C	5,99	5,58	6,21	5,92 A
38°C	6,51	6,64	7,20	6,79 B
Promedio Tiempo Batido	6,25 a	6,11 a	6,71 b	

Valores seguidos de letras minúsculas y distintas en sentido horizontal muestran diferencias significativas en el Tiempo de Batido ($p \leq 0,05$ Test de Tukey).

Valores seguidos de letras mayúsculas y distintas en sentido vertical muestran diferencias significativas en la Temperatura de Batido ($p \leq 0,05$ Test de Tukey).

Cuadro 4. Valores promedio de índice de peróxidos (meq O₂/kg de aceite) evaluado en 7 diferentes tiempos (cada 60 días) durante el almacenamiento.

	28°C 30'	28°C 45'	28° 75'	38°C 30'	38°C 45'	38°C 75'
Tiempo 0	5,98 ± 0,38 a	5,58 ± 0,28 a	6,21 ± 0,24 a	6,51 ± 0,40 a	6,64 ± 0,44 a	7,2 ± 0,36 a
Tiempo 1	6,01 ± 0,64 a	6,03 ± 0,48 a	5,94 ± 0,36 a	6,88 ± 0,92 a	6,56 ± 0,33 a	8,0 ± 0,80 a
Tiempo 2	7,30 ± 0,97 b	7,79 ± 0,30 b	7,17 ± 0,33 b	7,02 ± 0,57 ab	7,19 ± 0,95 ab	9,8 ± 0,18 b
Tiempo 3	7,80 ± 0,50 b	7,75 ± 0,24 b	7,55 ± 0,19 b	8,09 ± 0,12 b	8,25 ± 0,08 b	9,9 ± 0,16 b
Tiempo 4	9,76 ± 0,07 c	9,73 ± 0,49 c	9,65 ± 0,30 c	11,24 ± 0,25 c	10,68 ± 0,43 c	11,4 ± 0,76 c
Tiempo 5	9,51 ± 0,18 c	10,05 ± 0,61 c	11,55 ± 0,50 d	12,83 ± 0,28 d	13,48 ± 0,15 d	13,7 ± 0,07 d
Tiempo 6	12,90 ± 0,33 d	14,61 ± 0,47 d	14,71 ± 0,26 e	15,43 ± 0,64 e	16,95 ± 1,11 d	19,7 ± 0,35 d

Valores seguidos de distinta letra y en sentido vertical muestran diferencias significativas ($p \leq 0,05$ Test de Tukey).

Cuadro 5. Análisis estadístico Coeficientes de Extinción Ultravioleta (K_{232} , K_{270} y ΔK), en aceites recién extraídos

	Temperatura de Batido	Tiempo de Batido			Promedio Temperatura Batido
		30'	45'	75'	
K_{232}	28°C	1,35	1,57	1,52	1,48 A
	38°C	1,56	1,57	1,53	1,56 A
	Promedio Tiempo Batido	1,46 a	1,57 a	1,53 a	
K_{270}	28°C	0,11	0,12	0,13	0,12 A
	38°C	0,15	0,16	0,17	0,16 A
	Promedio Tiempo Batido	0,13 a	0,14 ab	0,15 b	
ΔK	28°C	-0,003	-0,003	-0,002	-0,003 A
	38°C	-0,002	-0,001	-0,002	-0,002 B
	Promedio Tiempo Batido	-0,002 a	-0,002 a	-0,002 a	

Valores seguidos de letras minúsculas y distintas en sentido horizontal muestran diferencias significativas en el Tiempo de Batido ($p \leq 0,05$ Test de Tukey).

Valores seguidos de letras mayúsculas y distintas en sentido vertical muestran diferencias significativas en la Temperatura de Batido ($p \leq 0,05$ Test de Tukey).

Cuadro 6. Valores promedio de coeficientes extinción K_{232} , K_{270} y ΔK evaluados en 7 diferentes tiempos (cada 60 días) durante el almacenamiento.

K270						
	28°C 30'	28°C 45'	28° 75'	38°C 30'	38°C 45'	38°C 75'
Tiempo 0	0,11 ± 0,02 a	0,12 ± 0,01 bc	0,13 ± 0,01 a	0,15 ± 0,01 a	0,16 ± 0,01 a	0,17 ± 0,01 ab
Tiempo 1	0,14 ± 0,02 a	0,13 ± 0,01 c	0,15 ± 0,02 ab	0,15 ± 0,01 a	0,16 ± 0,01 a	0,14 ± 0,01 a
Tiempo 2	0,12 ± 0,01 a	0,11 ± 0,01 ab	0,12 ± 0,01 a	0,15 ± 0,01 a	0,14 ± 0,01 a	0,15 ± 0,01 ab
Tiempo 3	0,10 ± 0,02 a	0,10 ± 0,01 a	0,13 ± 0,01 a	0,15 ± 0,01 a	0,14 ± 0,01 a	0,16 ± 0,01 ab
Tiempo 4	0,15 ± 0,02 a	0,14 ± 0,01 cd	0,18 ± 0,02 b	0,22 ± 0,03 a	0,18 ± 0,01 b	0,17 ± 0,01 ab
Tiempo 5	0,14 ± 0,03 a	0,15 ± 0,01 d	0,17 ± 0,02 b	0,18 ± 0,01 a	0,19 ± 0,0 a	0,18 ± 0,01 b
Tiempo 6	0,14 ± 0,03 a	0,13 ± 0,01 c	0,16 ± 0,01 ab	0,17 ± 0,01 a	0,18 ± 0,01 b	0,16 ± 0,01 ab
K232						
	28°C 30'	28°C 45'	28° 75'	38°C 30'	38°C 45'	38°C 75'
Tiempo 0	0,35 ± 0,32 a	1,57 ± 0,07 a	1,52 ± 0,02 a	1,56 ± 0,02 a	1,57 ± 0,04 a	1,53 ± 0,04 a
Tiempo 1	1,75 ± 0,06 ab	1,68 ± 0,01 ab	1,66 ± 0,02 ab	1,75 ± 0,09 ab	1,68 ± 0,03 a	1,70 ± 0,04 ab
Tiempo 2	1,78 ± 0,06 abc	1,82 ± 0,03 bc	1,77 ± 0,04 bc	1,95 ± 0,23 abc	1,76 ± 0,08 a	2,00 ± 0,07 bc
Tiempo 3	1,59 ± 0,40 ab	1,68 ± 0,16 ab	1,86 ± 0,02 c	1,86 ± 0,10 abc	1,80 ± 0,05 a	2,16 ± 0,06 c
Tiempo 4	1,95 ± 0,11 bc	1,99 ± 0,17 cd	1,88 ± 0,11 c	2,25 ± 0,30 cd	1,78 ± 0,03 b	1,82 ± 0,06 abc
Tiempo 5	1,95 ± 0,12 bc	1,97 ± 0,05 cd	2,13 ± 0,11 d	2,40 ± 0,25 d	2,05 ± 0,20 b	2,08 ± 0,41 bc
Tiempo 6	2,03 ± 0,08 c	2,04 ± 0,11 d	2,12 ± 0,03 d	2,11 ± 0,13 bcd	2,29 ± 0,17 b	2,10 ± 0,17 bc
ΔK						
	28°C 30'	28°C 45'	28° 75'	38°C 30'	38°C 45'	38°C 75'
Tiempo 0	-0,003 ± 0,001 a	-0,003 ± 0,000 a	-0,002 ± 0,000 a	-0,002 ± 0,001 a	-0,001 ± 0,000 a	-0,002 ± 0,000 a
Tiempo 1	-0,003 ± 0,001 a	-0,003 ± 0,000 ab	-0,002 ± 0,000 ab	-0,002 ± 0,001 a	-0,002 ± 0,000 a	-0,001 ± 0,000 ab
Tiempo 2	-0,002 ± 0,000 a	-0,002 ± 0,001 abc	-0,002 ± 0,000 ab	-0,001 ± 0,001 ab	-0,001 ± 0,000 ab	-0,001 ± 0,000 ab
Tiempo 3	-0,002 ± 0,001 a	-0,002 ± 0,000 abc	-0,002 ± 0,000 ab	-0,001 ± 0,001 ab	-0,001 ± 0,000 ab	-0,001 ± 0,000 ab
Tiempo 4	-0,001 ± 0,001 a	-0,002 ± 0,000 bc	-0,001 ± 0,001 b	-0,001 ± 0,000 ab	0,000 ± 0,000 b	0,000 ± 0,000 b
Tiempo 5	-0,002 ± 0,001 a	-0,002 ± 0,000 abc	-0,001 ± 0,000 b	0,000 ± 0,000 ab	0,000 ± 0,000 b	0,000 ± 0,000 b
Tiempo 6	-0,001 ± 0,001 a	-0,001 ± 0,001 c	-0,001 ± 0,000 ab	0,000 ± 0,000 ab	0,000 ± 0,001 c	0,000 ± 0,001 b

Valores seguidos de distinta letra y en sentido vertical muestran diferencias significativas ($p \leq 0,05$ Test de Tukey).

Cuadro 7. Análisis estadístico Polifenoles Totales expresado en meq AC/L, en aceites recién extraídos.

Temperatura de Batido	Tiempo de Batido			Promedio Temperatura Batido
	30'	45'	75'	
28°C	399	378	362	380 a
38°C	457	428	442	443 b
Promedio Tiempo Batido	428 a	403 b	402 b	

Valores seguidos de letras minúsculas y distintas en sentido horizontal muestran diferencias significativas en el Tiempo de Batido ($p \leq 0,05$ Test de Tukey).

Valores seguidos de letras mayúsculas y distintas en sentido vertical muestran diferencias significativas en la Temperatura de Batido ($p \leq 0,05$ Test de Tukey).

Cuadro 8. Valores promedio de polifenoles totales (meq AC/L) evaluado en 7 diferentes tiempos (cada 60 días) durante el almacenamiento.

	28°C 30'	28°C 45'	28° 75'	38°C 30'	38°C 45'	38°C 75'
Tiempo 0	399 ± 60 a	378 ± 48 ab	362 ± 24 b	457 ± 21 a	428 ± 21 a	442 ± 13 a
Tiempo 1	321 ± 47 b	415 ± 29 a	437 ± 24 a	449 ± 40 a	445 ± 21 a	420 ± 10 a
Tiempo 2	297 ± 12 cd	323 ± 29 bc	277 ± 19 c	302 ± 15 b	317 ± 10 b	313 ± 10 b
Tiempo 3	267 ± 14 cd	262 ± 14 cd	298 ± 15 c	323 ± 10 b	303 ± 13 b	313 ± 27 b
Tiempo 4	226 ± 18 cd	220 ± 16 d	214 ± 11 d	244 ± 20 c	230 ± 24 c	222 ± 11 c
Tiempo 5	254 ± 38 cd	277 ± 45 dc	221 ± 14 d	239 ± 29 cd	235 ± 51 c	207 ± 26 c
Tiempo 6	260 ± 11 c	269 ± 24 dc	279 ± 23 c	188 ± 14 d	215 ± 42 c	152 ± 22 d

Valores seguidos de distinta letra y en sentido vertical muestran diferencias significativas ($p \leq 0,05$ Test de Tukey).

Cuadro 9. Análisis estadístico Índice de Amargor expresado en absorbancia a K_{225} , en aceites recién extraídos.

Temperatura de Batido	Tiempo de Batido			Promedio Temperatura Batido
	30'	45'	75'	
28°C	0,26 aA	0,26 aA	0,25 aA	0,26
38°C	0,29 bA	0,28 bA	0,24 aB	0,27
Promedio Tiempo Batido	0,28	0,27	0,25	

Valores seguidos de letras minúsculas y distintas en sentido vertical muestran diferencias significativas entre la temperatura de batido para el tiempo de batido ($p \leq 0,05$ Test de Tukey).

Valores seguidos de letras mayúsculas y distintas en sentido horizontal muestran diferencias significativas entre el tiempo de batido para la temperatura de batido ($p \leq 0,05$ Test de Tukey).

Cuadro 10. Valores promedio de índice de amargor (K_{225}) evaluado en 7 diferentes tiempos (cada 60 días) durante el almacenamiento.

	28°C 30'	28°C 45'	28° 75'	38°C 30'	38°C 45'	38°C 75'
Tiempo 0	0,26 ± 0,01 a	0,26 ± 0,01 b	0,25 ± 0,01 b	0,29 ± 0,01 a	0,28 ± 0,01 a	0,24 ± 0,01 a
Tiempo 1	0,31 ± 0,03 a	0,31 ± 0,01 a	0,27 ± 0,02 a	0,29 ± 0,01 a	0,28 ± 0,01 a	0,24 ± 0,01 a
Tiempo 2	0,22 ± 0,01 b	0,22 ± 0,01 c	0,24 ± 0,01 c	0,24 ± 0,01 b	0,23 ± 0,02 b	0,21 ± 0,01 b
Tiempo 3	0,21 ± 0,01 b	0,21 ± 0,01 cd	0,19 ± 0,01 d	0,20 ± 0,01 c	0,19 ± 0,01 bc	0,17 ± 0,01 c
Tiempo 4	0,20 ± 0,01 b	0,19 ± 0,01 d	0,20 ± 0,01 d	0,19 ± 0,01 cd	0,19 ± 0,02 cd	0,17 ± 0,01 c
Tiempo 5	0,21 ± 0,02 b	0,20 ± 0,01 cd	0,20 ± 0,01 d	0,20 ± 0,01 c	0,18 ± 0,01 cd	0,14 ± 0,01 d
Tiempo 6	0,22 ± 0,02 b	0,20 ± 0,02 cd	0,21 ± 0,02 d	0,17 ± 0,02 d	0,15 ± 0,04 d	0,09 ± 0,02 e

Valores seguidos de distinta letra y en sentido vertical muestran diferencias significativas ($p \leq 0,05$ Test de Tukey).

Cuadro 11. Análisis estadístico Tocoferoles expresados en ppm de equivalentes de α -tocoferol, en aceites recién extraídos.

Temperatura de Batido	Tiempo de Batido			Promedio Temperatura Batido
	30'	45'	75'	
28°C	110 aA	106 aA	105 aA	107
38°C	119 bA	115 bA	109 aB	114
Promedio Tiempo Batido	115	111	107	

Valores seguidos de letras minúsculas y distintas en sentido vertical muestran diferencias significativas entre la temperatura de batido para el tiempo de batido ($p \leq 0,05$ Test de Tukey).

Valores seguidos de letras mayúsculas y distintas en sentido horizontal muestran diferencias significativas entre el tiempo de batido para la temperatura de batido ($p \leq 0,05$ Test de Tukey).

Cuadro 12. Valores promedio de tocoferoles (ppm de equivalentes de α -tocoferol) evaluado en 7 diferentes tiempos (cada 60 días) durante el almacenamiento.

	28°C 30'	28°C 45'	28° 75'	38°C 30'	38°C 45'	38°C 75'
Tiempo 0	111 \pm 4 a	106 \pm 7 a	105 \pm 4 a	120 \pm 11 a	115 \pm 4 a	109 \pm 6 a
Tiempo 1	104 \pm 5 a	104 \pm 8 a	98 \pm 3 a	91 \pm 17 a	106 \pm 4 a	110 \pm 16 a
Tiempo 2	110 \pm 6 a	111 \pm 2 a	104 \pm 2 a	100 \pm 8 a	101 \pm 6 a	92 \pm 15 b
Tiempo 3	110 \pm 1 a	109 \pm 4 a	103 \pm 7 a	85 \pm 14 b	92 \pm 6 b	95 \pm 9 b
Tiempo 4	122 \pm 3 b	124 \pm 5 b	115 \pm 6 b	94 \pm 8 a	106 \pm 16 a	95 \pm 8 b
Tiempo 5	113 \pm 2 a	109 \pm 3 a	99 \pm 2 a	86 \pm 2 b	93 \pm 5 b	96 \pm 9 b
Tiempo 6	109 \pm 5 a	102 \pm 1 a	96 \pm 2 a	88 \pm 3 b	93 \pm 4 b	95 \pm 7 b

Valores seguidos de distinta letra y en sentido vertical muestran diferencias significativas ($p \leq 0,05$ Test de Tukey).

Cuadro 13. Valores promedio de porcentaje de reducción de DPPH evaluado en 7 diferentes tiempos (cada 60 días) durante el almacenamiento.

	28°C 30'	28°C 45'	28°C 75'	38°C 30'	38°C 45'	38°C 75'
Tiempo 0	4,86 \pm 1,40 a	4,35 \pm 1,12 a	3,79 \pm 1,47 b	7,57 \pm 0,45 a	6,67 \pm 0,24 a	5,87 \pm 0,42 a
Tiempo 1	4,93 \pm 1,61 a	4,87 \pm 1,33 b	4,13 \pm 1,78 a	6,75 \pm 0,52 a	6,36 \pm 0,87 a	5,92 \pm 0,84 a
Tiempo 2	3,30 \pm 1,80 a	3,75 \pm 1,15 a	3,76 \pm 1,16 b	5,43 \pm 1,40 b	4,53 \pm 0,41 b	3,35 \pm 0,81 b
Tiempo 3	3,29 \pm 1,37 a	3,14 \pm 1,22 a	3,33 \pm 1,85 b	4,21 \pm 1,52 b	4,02 \pm 0,57 b	2,47 \pm 0,4 c
Tiempo 4	3,36 \pm 1,37 a	3,14 \pm 1,22 a	2,28 \pm 1,73 b	3,87 \pm 0,76 c	3,11 \pm 0,43 b	2,52 \pm 0,22 c
Tiempo 5	3,31 \pm 1,64 a	2,68 \pm 1,65 c	2,68 \pm 1,60 b	2,09 \pm 1,36 c	2,73 \pm 0,55 c	1,19 \pm 0,36 d
Tiempo 6	3,03 \pm 1,80 a	2,21 \pm 1,63 c	1,55 \pm 1,33 c	1,22 \pm 1,44 d	1,15 \pm 0,39 d	1,10 \pm 0,12 d

Valores seguidos de distinta letra y en sentido vertical muestran diferencias significativas ($p \leq 0,05$ Test de Tukey).

Cuadro 14. Valores promedio de compuestos fenólicos (mg/kg aceite) evaluados en 7 diferentes tiempos (cada 60 días) durante el almacenamiento.

3,4-DHPEA						
	28°C 30'	28°C 45'	28°C 75'	38°C 30'	38°C 45'	38°C 75'
Tiempo 0	5,91 ± 0,1 a	5,78 ± 0,2 ab	5,14 ± 0,2 c	6,37 ± 0,3 a	6,12 ± 0,1 b	5,54 ± 0,1 c
Tiempo 1	5,81 ± 0,1 ab	5,91 ± 0,2 a	5,62 ± 0,1 a	6,02 ± 0,1 b	6,52 ± 0,1 a	6,39 ± 0,1 a
Tiempo 2	5,41 ± 0,1 cd	5,63 ± 0,1 b	5,81 ± 0,1 b	5,84 ± 0,1 b	6,21 ± 0,3 b	6,11 ± 0,1 b
Tiempo 3	5,67 ± 0,1 ab	5,91 ± 0,2 a	6,08 ± 0,1 a	6,02 ± 0,1 b	6,44 ± 0,3 ab	6,09 ± 0,1 b
Tiempo 4	5,61 ± 0,1 bc	5,80 ± 0,1 ab	5,92 ± 0,1 ab	5,79 ± 0,1 b	5,64 ± 0,1 c	5,49 ± 0,1 c
Tiempo 5	5,27 ± 0,1 d	5,20 ± 0,1 c	5,14 ± 0,1 c	5,18 ± 0,1 c	4,99 ± 0,1 d	5,03 ± 0,1 d
Tiempo 6	5,18 ± 0,1 d	5,13 ± 0,1 c	5,03 ± 0,1 c	5,01 ± 0,1 c	4,85 ± 0,1 d	4,70 ± 0,1 e
p -HPEA						
	28°C 30'	28°C 45'	28°C 75'	38°C 30'	38°C 45'	38°C 75'
Tiempo 0	3,85 ± 0,1 a	3,80 ± 0,2 a	3,73 ± 0,2 a	3,89 ± 0,2 a	3,79 ± 0,1 a	3,77 ± 0,1 a
Tiempo 1	3,39 ± 0,3 b	3,64 ± 0,1 ab	3,68 ± 0,1 ab	3,77 ± 0,1 ab	3,87 ± 0,1 a	3,91 ± 0,1 a
Tiempo 2	3,24 ± 0,2 b	3,49 ± 0,2 bc	3,46 ± 0,1 bc	3,59 ± 0,1 b	3,46 ± 0,2 b	3,55 ± 0,1 b
Tiempo 3	3,39 ± 0,3 b	3,64 ± 0,1 ab	3,68 ± 0,1 ab	3,77 ± 0,1 ab	3,87 ± 0,1 a	3,91 ± 0,1 a
Tiempo 4	3,30 ± 0,1 b	3,42 ± 0,1 bc	3,23 ± 0,1 cd	3,04 ± 0,1 c	2,99 ± 0,1 c	2,91 ± 0,1 c
Tiempo 5	3,29 ± 0,1 b	3,21 ± 0,1 cd	3,15 ± 0,1 de	3,00 ± 0,1 c	2,94 ± 0,1 c	2,86 ± 0,1 c
Tiempo 6	3,12 ± 0,1 b	3,09 ± 0,1 d	2,99 ± 0,1 e	3,06 ± 0,1 c	2,88 ± 0,1 c	2,78 ± 0,1 c
Ác. Vanilínico						
	28°C 30'	28°C 45'	28°C 75'	38°C 30'	38°C 45'	38°C 75'
Tiempo 0	3,80 ± 0,1 a	3,84 ± 0,3 a	3,81 ± 0,1 a	3,86 ± 0,1 a	3,89 ± 0,1 a	3,89 ± 0,1 a
Tiempo 1	3,79 ± 0,1 a	3,82 ± 0,2 ab	3,82 ± 0,1 a	3,86 ± 0,1 a	3,86 ± 0,1 ab	3,88 ± 0,1 a
Tiempo 2	3,75 ± 0,1 a	3,79 ± 0,3 bc	3,78 ± 0,1 abc	3,82 ± 0,1 ab	3,84 ± 0,1 b	3,83 ± 0,1 b
Tiempo 3	3,79 ± 0,1 a	3,82 ± 0,2 ab	3,82 ± 0,1 a	3,86 ± 0,1 a	3,86 ± 0,1 ab	3,88 ± 0,1 a
Tiempo 4	3,79 ± 0,1 a	3,83 ± 0,1 a	3,80 ± 0,1 ab	3,79 ± 0,1 b	3,77 ± 0,1 c	3,76 ± 0,1 c
Tiempo 5	3,77 ± 0,1 a	3,76 ± 0,1 c	3,74 ± 0,1 bc	3,72 ± 0,1 c	3,71 ± 0,1 d	3,69 ± 0,1 d
Tiempo 6	3,76 ± 0,1 a	3,74 ± 0,2 c	3,73 ± 0,1 c	3,70 ± 0,1 c	3,68 ± 0,1 d	3,67 ± 0,1 d
3,4-DHPEA-AC						
	28°C 30'	28°C 45'	28°C 75'	38°C 30'	38°C 45'	38°C 75'
Tiempo 0	1,77 ± 0,1 a	1,60 ± 0,1 a	1,55 ± 0,1 a	2,06 ± 0,1 a	2,02 ± 0,1 a	1,90 ± 0,2 a
Tiempo 1	1,55 ± 0,1 b	1,60 ± 0,1 a	1,64 ± 0,1 a	1,74 ± 0,1 b	1,97 ± 0,1 a	2,08 ± 0,1 a
Tiempo 2	1,55 ± 0,1 b	1,60 ± 0,1 a	1,64 ± 0,1 a	1,74 ± 0,1 b	1,97 ± 0,1 a	2,08 ± 0,1 a
Tiempo 3	1,51 ± 0,1 b	1,52 ± 0,1 b	1,54 ± 0,1 a	1,58 ± 0,1 b	1,72 ± 0,1 b	1,78 ± 0,1 b
Tiempo 4	1,53 ± 0,1 b	1,57 ± 0,1 ab	1,53 ± 0,1 ab	1,48 ± 0,1 c	1,48 ± 0,1 c	1,44 ± 0,1 c
Tiempo 5	1,44 ± 0,1 bc	1,47 ± 0,1 bc	1,38 ± 0,1 bc	1,37 ± 0,1 c	1,31 ± 0,1 d	1,22 ± 0,1 d
Tiempo 6	1,34 ± 0,1 c	1,42 ± 0,1 c	1,29 ± 0,1 c	1,18 ± 0,1 d	1,20 ± 0,1 d	1,10 ± 0,1 d

Valores seguidos de distinta letra y en sentido vertical muestran diferencias significativas ($p \leq 0,05$ Test de Tukey).

Cuadro 14. Valores promedio de compuestos fenólicos (mg/kg aceite) evaluados en 7 diferentes tiempos (cada 60 días) durante el almacenamiento (Continuación).

3,4-DHPEA-EDA						
	28°C 30'	28°C 45'	28°C 75'	38°C 30'	38°C 45'	38°C 75'
Tiempo 0	73,0 ± 0,9 a	72,6 ± 0,7 a	73,4 ± 0,5 a	74,8 ± 0,3 a	74,2 ± 0,6 a	73,9 ± 0,4 a
Tiempo 1	73,1 ± 0,8 a	73,0 ± 0,5 ab	72,8 ± 0,6 a	73,9 ± 0,5 a	74,4 ± 0,5 a	74,6 ± 0,2 a
Tiempo 2	71,8 ± 0,2 a	71,2 ± 0,4 b	71,2 ± 0,3 b	72,0 ± 0,2 b	71,8 ± 0,2 b	72,0 ± 0,1 b
Tiempo 3	69,5 ± 0,4 b	69,3 ± 1,2 c	69,0 ± 0,1 c	68,7 ± 0,7 c	67,9 ± 0,9 c	67,6 ± 0,2 c
Tiempo 4	61,2 ± 0,8 c	60,5 ± 0,7 d	59,2 ± 0,3 d	58,6 ± 0,4 d	58,0 ± 0,7 d	57,5 ± 0,2 d
Tiempo 5	56,3 ± 0,8 d	54,7 ± 0,8 e	53,3 ± 0,3 e	52,0 ± 1,0 e	50,7 ± 0,5 e	46,8 ± 1,0 e
Tiempo 6	50,8 ± 0,4 e	50,5 ± 0,3 f	50,2 ± 0,2 f	46,5 ± 0,5 f	46,2 ± 0,2 f	42,7 ± 0,3 f

p -HPEA-EDA						
	28°C 30'	28°C 45'	28°C 75'	38°C 30'	38°C 45'	38°C 75'
Tiempo 0	57,8 ± 1,0 a	55,9 ± 1,5 a	53,4 ± 0,3 a	59,6 ± 1,4 a	57,4 ± 0,2 a	55,4 ± 1,4 a
Tiempo 1	52,6 ± 0,7 b	54,5 ± 1,3 a	56,8 ± 1,4 a	57,6 ± 0,1 a	58,0 ± 0,7 a	58,2 ± 0,6 a
Tiempo 2	52,6 ± 0,7 b	54,5 ± 1,3 a	56,8 ± 1,4 a	57,6 ± 0,1 a	58,0 ± 0,7 a	58,2 ± 0,6 a
Tiempo 3	50,0 ± 0,3 b	50,7 ± 0,2 b	50,7 ± 0,2 b	51,6 ± 0,1 b	52,3 ± 0,3 b	52,8 ± 0,1 b
Tiempo 4	48,7 ± 0,1 c	48,6 ± 0,1 c	48,5 ± 0,1 c	48,3 ± 0,1 c	48,0 ± 0,2 c	47,8 ± 0,1 c
Tiempo 5	47,8 ± 0,1 c	47,8 ± 0,1 c	46,9 ± 0,5 cd	45,1 ± 0,6 d	44,8 ± 0,5 c	43,0 ± 1,3 d
Tiempo 6	47,6 ± 0,1 c	47,5 ± 0,1 c	46,0 ± 0,6 d	42,8 ± 1,0 e	41,8 ± 1,0 d	40,2 ± 0,8 e

(+)-pinoresinol						
	28°C 30'	28°C 45'	28°C 75'	38°C 30'	38°C 45'	38°C 75'
Tiempo 0	5,42 ± 0,2 a	5,34 ± 0,1 a	5,20 ± 0,1 a	5,56 ± 0,2 a	5,45 ± 0,2 a	5,40 ± 0,2 a
Tiempo 1	5,11 ± 0,2 b	5,34 ± 0,1 a	5,22 ± 0,2 a	5,35 ± 0,2 a	5,48 ± 0,1 a	5,43 ± 0,2 a
Tiempo 2	5,11 ± 0,2 b	5,34 ± 0,1 a	5,22 ± 0,2 a	5,35 ± 0,2 a	5,48 ± 0,1 a	5,43 ± 0,2 a
Tiempo 3	5,08 ± 0,1 b	5,08 ± 0,1 b	5,08 ± 0,1 b	5,10 ± 0,1 ab	5,14 ± 0,1 b	5,26 ± 0,1 a
Tiempo 4	4,98 ± 0,1 b	4,94 ± 0,1 bc	4,94 ± 0,1 b	4,86 ± 0,1 bc	4,79 ± 0,1 c	4,80 ± 0,1 b
Tiempo 5	5,20 ± 0,6 b	4,85 ± 0,1 cd	4,79 ± 0,1 c	4,73 ± 0,1 cd	4,56 ± 0,1 d	4,49 ± 0,1 bc
Tiempo 6	4,68 ± 0,1 b	4,66 ± 0,1 d	4,56 ± 0,1 d	4,53 ± 0,1 d	4,41 ± 0,1 d	4,35 ± 0,1 c

(+)-1-acetopinoresinol						
	28°C 30'	28°C 45'	28°C 75'	38°C 30'	38°C 45'	38°C 75'
Tiempo 0	61,6 ± 1,0 a	62,1 ± 1 a	61,0 ± 0,1 a	65,7 ± 0,8 a	63,1 ± 0,7 a	62,0 ± 0,6 a
Tiempo 1	61,3 ± 1,6 a	61,1 ± 0,2 a	60,2 ± 0,2 a	60,8 ± 0,6 b	62,0 ± 0,9 a	63,1 ± 0,6 a
Tiempo 2	60,0 ± 0,9 a	59,4 ± 1,2 ab	58,4 ± 1,0 b	59,1 ± 0,7 b	59,9 ± 0,5 b	60,8 ± 0,4 b
Tiempo 3	57,4 ± 0,1 b	57,4 ± 0,1 abc	57,2 ± 0,2 c	57,6 ± 0,2 c	57,3 ± 0,2 c	58,2 ± 0,1 c
Tiempo 4	57,0 ± 0,1 bc	54,4 ± 1 bc	56,9 ± 0,1 c	56,7 ± 0,1 c	56,6 ± 0,1 c	56,4 ± 0,1 c
Tiempo 5	56,3 ± 0,1 bc	56,3 ± 0,1 bc	55,7 ± 0,1 d	55,6 ± 0,1 d	55,4 ± 0,2 d	55,2 ± 0,1 d
Tiempo 6	55,4 ± 0,1 c	55,3 ± 0,1 c	55,2 ± 0,1 d	55,1 ± 0,2 d	55,0 ± 0,1 d	54,7 ± 0,1 d

Valores seguidos de distinta letra y en sentido vertical muestran diferencias significativas ($p \leq 0,05$ Test de Tukey).

Cuadro 15. Valores promedio de atributos sensoriales evaluados en 2 diferentes tiempos (aceites recién extraídos y el término del almacenamiento).

28°C 30'					38°C 30'								
Atributo	0 días		360 días		Atributo	0 días		360 días					
Frutado	3,08	± 0,2	a	2,64	± 0,5	a	Frutado	2,94	± 0,3	a	2,22	± 0,3	b
Amargo	3,06	± 0,4	a	2,32	± 0,8	a	Amargo	2,88	± 0,2	a	1,76	± 0,4	b
Picante	2,96	± 0,4	a	2,98	± 0,6	a	Picante	2,70	± 0,1	a	2,20	± 0,3	b
Manzana	0,38	± 0,3	a	0,24	± 0,2	a	Manzana	0,40	± 0,1	a	0,28	± 0,2	a
Almendra	0,22	± 0,2	a	0,32	± 0,3	a	Almendra	0,24	± 0,3	a	0,30	± 0,1	a
Alcachofa	0,2	± 0,1	a	0,4	± 0,8	a	Alcachofa	0,16	± 0,1	a	0,00	± 0,0	a
Higuera	0,16	± 0,3	a	0,10	± 0,1	a	Higuera	0,14	± 0,2	a	0,12	± 0,1	a
Tomate	0,24	± 0,2	a	0,22	± 0,2	a	Tomate	0,24	± 0,1	a	0,06	± 0,1	b
Hierba R.C.	1,43	± 0,1	a	1,44	± 0,1	a	Hierba R.C.	1,40	± 0,1	a	0,20	± 0,1	b
Plátano	0,30	± 0,2	a	0,40	± 0,4	a	Plátano	0,22	± 0,2	a	0,00	± 0,0	b
Dulce	0,26	± 0,1	a	0,12	± 0,1	b	Dulce	0,16	± 0,1	a	0,14	± 0,2	a
Astringente	0,3	± 0,3	a	0,28	± 0,3	a	Astringente	0,22	± 0,2	a	0,10	± 0,1	a
Verde	1,28	± 0,1	a	1,28	± 0,2	a	Verde	1,04	± 0,2	a	0,60	± 0,2	b
28°C 45'					38°C 45'								
Atributo	0 días		360 días		Atributo	0 días		360 días					
Frutado	3,04	± 0,4	a	2,98	± 0,7	a	Frutado	2,92	± 0,1	a	2,26	± 0,2	b
Amargo	2,98	± 0,3	a	2,72	± 0,8	a	Amargo	2,86	± 0,3	a	1,76	± 0,2	b
Picante	2,84	± 0,2	a	2,88	± 0,7	a	Picante	2,62	± 0,3	a	1,92	± 0,2	b
Manzana	0,48	± 0,4	a	0,48	± 0,7	a	Manzana	0,42	± 0,2	a	0,22	± 0,1	b
Almendra	0,18	± 0,2	a	0,30	± 0,2	a	Almendra	0,20	± 0,1	a	0,20	± 0,2	a
Alcachofa	0,16	± 0,2	a	0,00	± 0,0	b	Alcachofa	0,16	± 0,3	a	0,10	± 0,1	a
Higuera	0,16	± 0,1	a	0,10	± 0,1	a	Higuera	0,12	± 0,2	a	0,12	± 0,1	a
Tomate	0,22	± 0,2	a	0,10	± 0,1	b	Tomate	0,18	± 0,1	a	0,00	± 0,0	b
Hierba R.C.	1,54	± 0,1	a	0,72	± 0,4	b	Hierba R.C.	1,24	± 0,1	a	0,06	± 0,1	b
Plátano	0,22	± 0,1	a	0,22	± 0,1	a	Plátano	0,26	± 0,1	a	0,00	± 0,0	b
Dulce	0,26	± 0,1	a	0,12	± 0,1	b	Dulce	0,18	± 0,1	a	0,12	± 0,1	a
Astringente	0,5	± 0,2	a	0,28	± 0,1	a	Astringente	0,26	± 0,2	a	0,16	± 0,1	a
Verde	0,98	± 0,2	a	0,96	± 0,5	a	Verde	0,88	± 0,2	a	0,16	± 0,2	b
28°C 75'					38°C 75'								
Atributo	0 días		360 días		Atributo	0 días		360 días					
Frutado	2,82	± 0,3	a	2,66	± 0,8	a	Frutado	2,48	± 0,2	a	2,26	± 0,3	a
Amargo	2,94	± 0,3	a	1,84	± 0,2	b	Amargo	2,40	± 0,4	a	1,84	± 0,3	b
Picante	2,78	± 0,3	a	2,42	± 0,4	a	Picante	2,50	± 0,2	a	1,74	± 0,2	b
Manzana	0,34	± 0,2	a	0,30	± 0,3	a	Manzana	0,36	± 0,1	a	0,16	± 0,1	b
Almendra	0,22	± 0,1	a	0,28	± 0,1	a	Almendra	0,20	± 0,2	a	0,20	± 0,2	a
Alcachofa	0,14	± 0,1	a	0,18	± 0,2	a	Alcachofa	0,08	± 0,1	a	0,00	± 0,0	b
Higuera	0,14	± 0,1	a	0,14	± 0,1	a	Higuera	0,10	± 0,3	a	0,10	± 0,1	a
Tomate	0,22	± 0,1	a	0,18	± 0,3	a	Tomate	0,16	± 0,1	a	0,04	± 0,1	b
Hierba R.C.	1,50	± 0,1	a	0,40	± 0,3	b	Hierba R.C.	1,22	± 0,1	a	0,08	± 0,1	b
Plátano	0,30	± 0,2	a	0,00	± 0,0	b	Plátano	0,20	± 0,1	a	0,06	± 0,1	b
Dulce	0,22	± 0,1	a	0,14	± 0,1	a	Dulce	0,16	± 0,1	a	0,12	± 0,1	a
Astringente	0,24	± 0,2	a	0,20	± 0,4	a	Astringente	0,22	± 0,1	a	0,10	± 0,1	b
Verde	1,04	± 0,3	a	0,40	± 0,4	a	Verde	0,84	± 0,3	a	0,12	± 0,2	b

Valores seguidos de distinta letra y en sentido horizontal muestran diferencias significativas ($p \leq 0,05$ Test de Tukey) para cada tratamiento.