

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

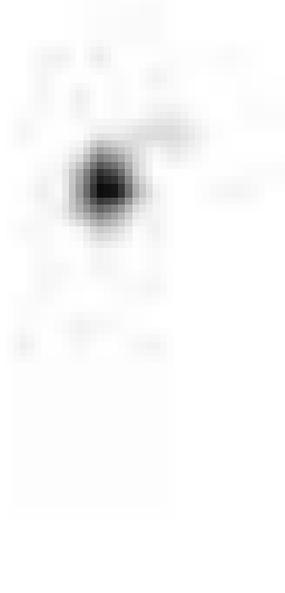


Lic. en Nutrición; María Gimena Demaría  
Magister en Ciencia y Tecnología de los Alimentos

EVALUACIÓN QUÍMICA Y SENSORIAL DE LA ALMENDRA (*Prunus amygdalus* Batsch) CON CUBIERTA DE POLIFENOLES DEL TEGUMENTO DE MANÍ

Córdoba, Argentina

2015



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

14276

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



**Directora:** Dra. Ryan, Liliana Cecilia.

**Co-directora:** Dra. Nepote, Valeria.

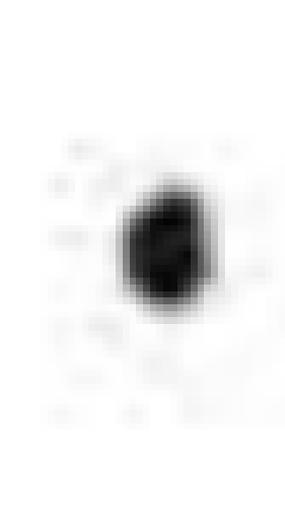
**Comisión de Tesis:** Dr. Calandri, Edgardo.

Dra. Álvarez, Dolores María Eugenia.

**Evaluador Externo:** Dra. Gayol, María Fernanda.

Córdoba, Argentina

2015



*A mis papas Ricardo y Alicia  
y a mis hermanos Marco, Rubén y Matías.  
Son un ejemplo de tenacidad, lucha y persistencia.*

### *Agradecimientos*

Agradezco a todas las personas que de alguna forma colaboraron en la realización de este trabajo con su aporte material, apoyo afectivo o científico. Especialmente a mi Directora de tesis Dra. Liliana Cecilia Ryan y Co-directora Dra. Valeria Nepote por su inagotable paciencia y comprensión durante este tiempo.

Además, quisiera agradecer al Director del laboratorio de Química Biológica de la FCA-UNC, Dr. Nelson Rubén Grosso y a la Ing. Agr. Mariana Larrauri por su importante colaboración y participación en la realización del trabajo.

Por último y de todo corazón, a mi familia, a mis amigos y compañeros que en todo momento me brindaron su ayuda incondicional.

*Son muchas las personas que han estado y están siempre acompañándome, sepan que dentro mío cada uno de ustedes ha puesto la palabra o la acción en el momento indicado.*

*A todos ustedes ¡MUCHAS GRACIAS!*

## TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	v
RESUMEN	ix
ABSTRACT	xi
LISTADO DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS	xiii
LISTADO DE ILUSTRACIONES	xv
LISTADO DE TABLAS	xvi
GLOSARIO	xvii
CAPÍTULO 1 - INTRODUCCIÓN	
Introducción	3
Hipótesis	12
Objetivos	12
<i>Objetivo general</i>	12
<i>Objetivos específicos</i>	12
CAPÍTULO 2 - MATERIALES Y MÉTODOS	
Materiales y Métodos	17
CAPÍTULO 3 - RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
Resultados	37
Discusión	47
CAPÍTULO 4 - CONCLUSIÓN	
Conclusión	55
BIBLIOGRAFÍA	59
ANEXO	69

La almendra constituye un alimento energético, nutritivo y versátil, se lo puede utilizar en preparaciones dulces como saladas. Su consumo está en incremento y presenta múltiples beneficios para la salud. Sin embargo, es un fruto seco susceptible a la oxidación debido a su alto contenido en lípidos. La utilización de cubiertas comestibles incluyendo el agregado de antioxidantes naturales puede ser una alternativa para la conservación de este tipo de alimentos.

El **Objetivo** de este estudio fue evaluar química y sensorialmente la almendra con cubierta antioxidante de carboximetilcelulosa y compuestos fenólicos de extractos obtenidos del tegumento de maní.

**Materiales y métodos.** Se utilizó almendra (*Prunus amygdalus* Batsch) Non Pareil y tegumento de maní variedad "Runner". Se determinó la composición química de la almendra (porcentaje de humedad, cenizas, materia grasa, proteínas, carbohidratos y composición de ácidos grasos) y se determinaron los indicadores químicos de oxidación: índice de peróxido (IP), dienos (DC) y trienos conjugados (TC) e índice de p-anisidina (IA). Se obtuvo el extracto de tegumento de maní determinando el rendimiento de extracción, contenido de fenoles y flavonoides totales. Se elaboraron 4 productos: almendra sin cubierta (almendra), cubierta de carboximetilcelulosa (CMC), CMC y antioxidante natural (BE) y CMC y antioxidante sintético butilhidroxitolueno (BHT). Se analizaron 17 atributos sensoriales mediante una prueba descriptiva con jueces entrenados. Se almacenaron los productos a 40 °C durante 126 días, y se estudiaron los cambios químicos y sensoriales para determinar su estabilidad.

**Resultados.** La composición química de la almendra fue 55,25 % lípidos, 25,64 % proteínas, 16,81 % carbohidratos, 2,62 % humedad y 2,30 % cenizas. Prevalen los ácidos grasos monoinsaturados con el 71,65 %, principalmente oleico, con el 71,25 %; ácidos grasos poliinsaturados (ácido linoleico) 19,77 % y 8,58 % de ácidos grasos saturados, predominando el ácido palmítico 6,74 %. El extracto de tegumento de maní utilizado (BE) contuvo  $701,24 \pm 0,01$  mg de fenoles / g extracto. Inicialmente, los productos elaborados mostraron niveles muy bajos de los indicadores de oxidación (IP, DC, TC, IA), y presentaron diferencias significativas solo en el atributo sensorial "color de la piel", resultando la almendra con cubierta y extracto de tegumento de maní (BE) con mayor intensidad en comparación al resto de los productos (intensidad 91,2, en una escala 0-150 mm). Los atributos característicos de mayor intensidad fueron: color de la

piel (promedio 88,8), dureza (84,6), crujiente (75,4) y arenosidad (90,1). En cuanto al estudio de almacenaje de los productos, se observaron incrementos para los indicadores IP y DC con el tiempo. Al final del almacenaje, la almendra control resultó con el mayor valor de IP (3,9 meqO<sub>2</sub> / kg), con diferencias significativas respecto a los demás productos (CMC tuvo un IP de 2,4 meqO<sub>2</sub> / kg, BE 2,8 meqO<sub>2</sub> / kg y BHT 2,4 meqO<sub>2</sub> / kg). Los atributos sensoriales que mostraron diferencias entre muestras y a lo largo del almacenaje fueron: color de la piel y sabor a oxidado, respectivamente. El producto BE resultó con la mayor intensidad del color de la piel durante todo el periodo estudiado, sin observarse incremento con el tiempo. Las muestras tuvieron intensidades bajas del atributo sabor a oxidado. Al final del estudio, el producto almendra control resultó con la mayor intensidad (3,7), seguida por CMC (3,0), BE (2,3) y por último BHT (1,8). El resto de los atributos (color interno, brillo, facilidad de pelado, porcentaje de pelado, dureza, crujiente, arenosidad, desmigajado, intensidad de tostado, cartón, astringente, dulce, salado, amargo y ácido) no presentaron cambios ni diferencias significativas entre las muestras.

**Conclusión.** La almendra es un alimento que por su composición química es muy estable a la oxidación, ya que presenta un alto contenido de ácidos grasos monoinsaturados. Los productos de almendra con cubierta y antioxidante fueron los menos susceptibles al enranciamiento, lo que permite afirmar que la cubierta de carboximetilcelulosa aporta estabilidad al producto y el tegumento de maní es una fuente interesante de antioxidante natural.

**Palabras claves.** Almendra, polifenoles, tegumento de maní, antioxidantes.

The almond is a versatile, nutritious and energetic food; it can be used in sweet and salty preparations. Its consumption is increasing and it has numerous health benefits. Nevertheless, is dried fruit susceptible to oxidation due its high lipid content. The use of edible coatings including natural antioxidant can be an alternative to this food storage.

The **objective** of this work was to evaluate the chemical and sensory aspects of the almond with carboxymethylcellulose antioxidant coatings and phenolic compounds of extracts obtained from peanut skin.

**Materials and methods.** Non Pareil almond (*Prunus amygdalus* Batsch) and 'Runner' peanut skin were used. Chemical compounds of the almond (moisture, ash, fat, protein and carbohydrate percentage and fatty acid composition) and chemical indicators of oxidation were determined: peroxide value (PV), conjugated dienes (CD) and trienes (CT) and p-anisidine value (AV). Peanut skin was obtained determining extraction yield, and total phenol and flavonoid content. Four products were manufactured: almond without coating (almond), carboxymethylcellulose (CMC) coatings and CMC and natural antioxidant (BE: peanut skin extract) and CMC and synthetic antioxidant butylatedhydroxytoluene (BHT). Seventeen sensory attributes were evaluated by trained panelists (descriptive analysis). The products were stored at 40 °C during 126 days and chemical and sensory changes were studied to determine their stability.

**Results.** The almond chemical composition was 55.25 % lipid, 25.64 % protein, 16.81 % carbohydrate, 2.62 % humidity and 2.30 % ash. The almond oil had 71.65 % monounsaturated fatty acids (71.25 % oleic acid), 19.47 % polyunsaturated fatty acids (linoleic acid) and 8.58 % saturated fatty acids (6.74 % palmitic acids). The peanut skin extract (BE) that was used contained  $701.24 \pm 0.01$  mg the phenols / g extract. At first, the manufactured products had insignificant oxidation indicator levels (PV, CD, CT, AV) and significant differences in the 'skin color' sensory attribute. Almond coating with peanut skin extract had higher color skin intensity compared with the rest of the products (91.2 in a 0-150 scale). The characteristic attributes of all almond products (high intensity) were: skin color (88.8 average), hardness (84.6), crunchiness (75.4) and sandiness (90.1). Regarding the product storage analysis, an increase in PV and CD indicators was observed through time. At the end of storage, the control almond had

higher PV (3.9 meqO<sub>2</sub>/ kg) than the other products. (CMC had 2.4 meqO<sub>2</sub>/ kg PV, BE 2.8 meqO<sub>2</sub>/ kg, and BHT 2.4 meqO<sub>2</sub>/ kg). The sensory attribute that showed differences through time were skin color and oxidized flavor. The BE product had the highest skin color intensity during the whole period of study, with no increase during storage. All samples had low oxidized flavor intensities. At the end of the study, the control almond had the highest intensity (3.7) followed by CMC (3.0), BE (2.3) and finally BHT (1.8). The rest of the attributes (internal color, brightness, ease of peeling, peeling percentage, hardness, crunchiness, sandiness, crumbliness, roasted, cardboard, astringency, sweet, salty, bitter and sour) presented no changes or significant differences among samples.

**Conclusion.** The almond is food stable to oxidation, due to its chemical composition because it has high monounsaturated fatty acid content. The almond products with coatings and antioxidants were the least sensitive to rancidity, that is to say, carboxymethylcellulose coating provides stability to the product and the peanut skin is an important source of natural antioxidant.

**Key words.** Almond, polyphenols, peanut skin, antioxidant.

## LISTADO DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

A	Absorbancia
AlCl <sub>3</sub>	Cloruro de aluminio
BE	Polifenoles del tegumento de maní
BHA	Butil-hidroxi anisol (antioxidante)
BHT	Butil-hidroxi tolueno (antioxidante)
CAA	Código Alimentario Argentino
CMC	Carboximetilcelulosa
DC	Dienos conjugados
ETOAC	Acetato de etilo
FAO	Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación y la Agricultura
FCEFN	Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
g	Gramos
GC-MS	Cromatografía gaseosa acoplada a espectrometría de masa
H <sub>2</sub> O	Agua
IA	Índice de Anisidina
ICTA	Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (FCEFN, UNC)
IP	Índice de peróxido (expresado en meq O <sub>2</sub> / Kg de materia grasa)
kcal	Kilocaloría
kg	Kilogramo
L	Litro
m	Metro
M	Molaridad
meq O <sub>2</sub> / Kg	Miliequivalentes de oxígeno por kilogramo de grasa
mg	Miligramo
min	Minutos
mL	Mililitro
mm	Milimetro
N	Normalidad
Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Tiosulfato de sodio
nm	Nanómetro
-OH	Grupo hidroxilo

OPC	Proantocianidinas oligoméricas
p / p	peso / peso
p / v	peso / volumen
PC	Película comestible
PVC	Policloruro de vinilo
RC	Recubierta comestible
S	Mililitros de solución
T°	Temperatura
TC	Trienos conjugados
UNC	Universidad Nacional de Córdoba
v / v	volumen / volumen

Figura 1.1. Árboles de almendro	3
Figura 1.2. Flores de almendro	3
Figura 1.3. Frutos maduros	3
Figura 1.4. Provincias productoras de almendra	5
Figura 1.5. Frutos del almendro	6
Figura 1.6. Plantas de maní	7
Figura 1.7. Maní blanchado	8
Figura 1.8. Tegumento de maní	8
Figura 1.9. Transferencias que pueden ser controladas por barreras comestibles (adaptado de Dbeaufort y Voilley, 2009)	9
Figura 1.10. Recubrimientos comestibles como soporte de aditivos (Rojas Graù <i>et al.</i> , 2009)	9
Figura 2.1. Proceso de extracción de aceite de los productos de almendra	19
Figura 2.2. Diagrama de flujo de la obtención de extracto seco del tegumento de maní a escala laboratorio	23
Figura 2.3. Diagrama de flujo de la extracción de compuestos fenólicos con actividad antioxidante a partir de extracto seco del tegumento de maní a escala laboratorio	24
Figura 3.1. Índice de peróxido de los diferentes productos de almendra durante el almacenamiento	42
Figura 3.2. Dienes conjugados de los diferentes productos de almendra, durante el almacenamiento	43
Figura 3.3. Índice de anisidina de los diferentes productos de almendra durante el almacenamiento	43
Figura 3.4. Intensidad del color de la piel de los diferentes productos de almendra	44
Figura 3.5. Intensidad del sabor oxidado de las muestras durante el almacenamiento	45
Figura 3.6. Biplot del análisis de componentes principales	46

---

**LISTADO DE TABLAS**

Tabla 2.1. Atributos y referencias. Intensidades correspondientes a una escala 0-150	30
Tabla 3.1. Composición química general de la almendra variedad Non Pareil	37
Tabla 3.2. Composición de ácidos grasos presentes en el aceite de almendra	38
Tabla 3.3. Características sensoriales iniciales de los diferentes productos de almendra elaborados	40
Tabla 3.4. Índice de peróxido de los productos de almendra según el tiempo de almacenamiento	41
Tabla 3.5. Intensidad de color de la piel de los productos de almendra según el tiempo de almacenamiento	45

## GLOSARIO

*Cotiledón*: primera hoja del embrión de las plantas fanerógamas.

*Embrión*: esbozo de la futura planta, contenido en la semilla.

*Endocarpio*: capa interna de las tres que forman el pericarpio de los frutos, que puede ser de consistencia leñosa, como el hueso del melocotón.

*Fanerógamas*: se dice de las plantas en que el conjunto de los órganos de la reproducción se presenta en forma de flor, que se distingue a simple vista. En la flor se efectúa la fecundación y, como consecuencia de esta, se desarrollan las semillas, que contienen los embriones de las nuevas plantas.

*Rosácea*: se dice de las plantas angiospermas dicotiledóneas, hierbas, arbustos o árboles, lisos o espinosos, que se distinguen por sus hojas alternas, a menudo compuestas de un número impar de folíolos y con estípulas, flores hermafroditas con cáliz de cinco sépalos y corola regular, solitarias o en corimbo, fruto en drupa, en pomo, en aquenio, en folículo y aun en caja, con semillas casi siempre desprovistas de albumen; por ejemplo el rosal, la fresa, el almendro y el peral.

# CAPÍTULO 1

## Introducción



## INTRODUCCIÓN

La almendra es una especie originaria de Oriente (Asia central) y África del norte. Su cultivo se remonta a la Edad de Bronce temprana (3000-2000 a.C.) (García Martínez, 2009). El almendro pertenece a la familia de las rosáceas y del género *Prunus* y constituye una de las fuentes de alimentación más antigua del mundo. Es un árbol pequeño muy ramificado que puede alcanzar hasta los 10 m de altura, como se observa en la **Figura 1.1.** Posee hojas lanceoladas, largas, estrechas y puntiagudas, con bordes dentados, de color verde brillante. Las flores **Figura 1.2.** son hermafroditas,



Figura 1.1. Árboles de almendro



Figura 1.2. Flores de almendro

pentámeras, con pétalos de colores variables entre blanco y rosado (Coniglio, 2008). Son genéticamente incompatibles por lo que requieren polinización cruzada por insectos, principalmente abejas, de otro árbol que sea compatible (Moore *et al.*, 1993). La floración se da entre julio y septiembre, dependiendo la variedad (Lannamico, 2010).

El fruto es una drupa **Figura 1.3.** cuyo peso puede variar de 8 a 20 g y su tamaño ronda entre los 3,5-6 cm (Huxley, 1992; Rushforth, 1999; Coniglio, 2008). Posee exocarpo y mesocarpo carnosos, verdes, pubescente (con vellosidades) y dehiscente ligeramente coloreado de rojo en la madurez (Coniglio, 2008). En su interior aloja la almendra, se entiende el endocarpo lignificado (carozo) del *Prunus amygdalus* Stokes en su variedad dulce; la misma es el producto de consumo con un peso variable entre 0,5 a 1,5 g, la cual posee dos tegumentos envolventes difícilmente separables, la testa y el tegumento, que inicialmente son verdosos y luego con el paso del tiempo cambia a color castaño claro y marrón; siendo un buen índice de envejecimiento de la semilla (Maocho, 2010). El fruto está maduro luego de 7 u 8 meses después de la floración (Huxley, 1992; Rushforth, 1999).



Figura 1.3. Frutos maduros

El Código Alimentario Argentino (CAA) en el Capítulo XI (alimentos vegetales), Artículo 895 establece que las almendras son el endocarpio lignificado (carozo) de *Prunus dulcis* (*Prunus amygdalus* Batsch) en su variedad dulce (de cáscara dura, semidura o blanda), por sus características botánicas, físicas y químicas se clasifica dentro del grupo de los frutos secos; es decir, un alimento que en su estado de maduración adecuado presenta una disminución tal de su contenido acuoso que permite la conservación (CAA, 2000).

La principal característica de los frutos secos es su elevado contenido energético, debido a su alto aporte lipídico (80 % de las calorías provienen de estos), excepto la castaña que es farinácea y tiene un elevado contenido de carbohidratos. Según la composición nutricional de ácidos grasos podemos diferenciar aquellos ricos en ácido linoleico (18:2) como los anacardos y nueces, los ricos en ácido oleico (18:1) como las avellanas, almendras, pistachos, cacahuets, y las nueces de macadamia y nueces, que son las únicas que contienen cantidades considerables de ácido  $\alpha$ -linolénico (18:3) (Sleiman Figueroa *et al.*, 2002). La almendra particularmente, constituye un alimento energético y muy nutritivo; contiene minerales como fósforo, potasio, magnesio, calcio, hierro, cinc y vitaminas A, E, B<sub>1</sub> y B<sub>2</sub>. Además de ser apreciada por su sabor y por su valor nutritivo, también se utiliza en productos medicinales y cosméticos (Cherif *et al.*, 2004; Kodad *et al.*, 2008, Moayedi *et al.*, 2010).

La producción de almendras en Argentina estuvo históricamente limitada por la ausencia de zonas aptas donde se pudiera producir este cultivo. Esto se debe a que el almendro es una especie de floración temprana (mediados de agosto), muy sensible a heladas tardías. Sin embargo, con la aparición de nuevas variedades de floración más tardía y mayor resistencia a las heladas, se posibilitó la implantación de almendros en zona de baja productividad o de productividad muy variable (Castro *et al.*; 2003).

La producción mundial de almendra alcanzó 1.934.897 toneladas anuales en el 2012. El principal productor es Estados Unidos con 37,2 % del volumen, equivalente a 720.000 toneladas, seguido de España con el 11,1 % (214.773 toneladas), Australia con el 7,4 % (143.182 toneladas), Irán con el 5,2 % (100.624 toneladas), Marruecos con el 5,1 % (98.679 toneladas) e Italia con el 4,6 % (89.005 toneladas). Chile se ubica en el lugar 16 entre los mayores productores mundiales de almendras, con una participación de 1,3 % (25.153 toneladas) en la producción mundial del año 2012 (FAO, 2012). El 28,1 % restante de la producción mundial está dispersa en diferentes países. El consumo

mundial de almendra ha ido en aumento, la mayor demanda está presente en Unión Europea, Canadá, Rusia, China e India (USDA, 2012).

La producción argentina de almendra es una actividad naciente, sin embargo cuenta con un interesante mercado nacional e internacional. Posee grandes valles que pueden destinarse a esta producción, teniendo la ventaja de hallarse libre de Sharka's, enfermedad viral que se ha convertido en una seria amenaza para este y otros cultivos.

Argentina, en el año 2013, alcanzó una producción de 2.350 toneladas. Al ser baja, la producción carece de importancia a nivel internacional, pero es muy significativa a nivel nacional, por lo que solo se exportaron 33 toneladas ya que no existe producción excedente para poder vender al exterior (Lannamico, 2013). Actualmente Mendoza es la provincia con mayor producción, siguiéndole San Juan, La Rioja, Catamarca y Río Negro (Doreste, 2013) **Figura 1.4.**

La principal variedad plantada es Non Pareil (28 %), se destaca por la calidad de su pepita y su alto rendimiento a la rompedora (descascarado), le sigue Martinelli C. (17,4 %), Emilito INTA (3,2 %) y otras con menor porcentaje como Guara, Marcona, Ferraduel y Desmayo Langueta.

Argentina consume alrededor de 4.236 toneladas anuales de almendra, de las cuales son importadas alrededor del 45 %. El 90 % del producto importado corresponde a almendra sin cáscara, el 10 % restante es almendra con cáscara que ingresa al país en el periodo navideño. El principal origen del producto importado es Chile (83 %), le sigue Estados Unidos (15 %) y otros (2 %) (Doreste, 2013).

El fruto del almendro es muy versátil, se lo puede utilizar tanto en preparaciones dulces como saladas; se lo consume como tal o se le confieren diversos usos alimenticios como lo es, la elaboración de harina, leche, mantequilla, helado, garrapiñada, etc. En los últimos años, a nivel mundial, el consumo del mismo se ha incrementado notablemente, ya que al poseer alto contenido de ácido graso oleico, presenta numerosos beneficios para prevenir enfermedades cardiovasculares (Benito, 2001; Boue *et al.*, 2009).



Figura 1.4. Provincias productoras de almendra

La almendra **Figura 1.5.**, al contener grasas poliinsaturadas, es muy susceptible



Figura 1.5. Frutos del almendro

a la oxidación y con frecuencia se torna rancia durante el almacenamiento, resultando de este proceso el desarrollo de sabor, olor y color desagradable, además de la pérdida de nutrientes, como vitaminas liposolubles, ácidos grasos esenciales, carotenoides, aminoácidos, etc. Este deterioro se produce debido a la producción de compuestos fisiológicamente activos, reduce la vida útil y compromete la integridad y seguridad de los frutos. La oxidación lipídica se ve afectada por factores como la composición en ácidos grasos, contenido y actividad de pro y antioxidantes,

radiación ultravioleta, temperatura, presencia de iones metálicos, presión de oxígeno, superficie de contacto con el oxígeno y actividad de agua (Li *et al.*, 2006).

La calidad de las almendras y su estabilidad dependen no solo de la composición inicial, sino también de las prácticas de manejo durante el cultivo, cosecha y de los métodos utilizados en el procesamiento, envase y almacenamiento (Kosáry *et al.*, 2005; Pons Biescas *et al.*, 2005; Buranasompoba *et al.*, 2006; Pérez, 2008).

Los antioxidantes en general son compuestos que, en bajas concentraciones, previene la formación de radicales libres (RL), captan e inhiben el proceso de iniciación o interfieren en la propagación de estos o actúan revirtiendo el proceso de oxidación (Sleiman Figueroa *et al.*, 2002). Estos compuestos se encuentran presentes en los tejidos vivos evitando los procesos oxidativos (Carelli, *et al.*, 2000).

Los antioxidantes sintéticos son los más utilizados en la industria (alimentaria, farmacéutica, de plásticos, pinturas, etc.). Cuentan con numerosas ventajas como los bajos costos de obtención, alta efectividad, con muy baja concentración, facilidad de aplicación y control, diferentes propiedades de solubilidad, según donde se lo aplique, están disponibles comercialmente en grandes cantidades y en forma estandarizada. Sin embargo, la desventaja fundamental es su toxicidad, por ello se encuentran regulados por normas nacionales e internacionales, y no todos los compuestos son permitidos en los países de igual manera (Valenzuela *et al.*, 2000). Se ha encontrado que muchos de los antioxidantes sintéticos más comunes (como el BHA y BHT) poseen propiedades cancerígenas, probadas en ratones, y no se conocen con exactitud si existen otros

mecanismos de toxicidad crónica en el organismo debido a que su aplicación es relativamente reciente (Masquelier, 1999, Ochoa *et al.*, 2011).

Los antioxidantes naturales se encuentran mayoritariamente en el reino vegetal formando parte de una amplia variedad de plantas (Lambelet *et al.*, 2000). Casi todos corresponden a estructuras fenólicas o polifenólicas con diferente grado de insaturación y con sustituyentes (grupos hidroxilos -OH) en la estructura cíclica. A pesar de su alto costo, los antioxidantes naturales son cada vez más buscados, fundamentalmente debido a sus ventajas sobre la salud humana; no solo retardan los procesos de envejecimiento sino que también disminuyen el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares y cáncer (Duh *et al.*, 1997; Benito, 2001; Boue *et al.*, 2009).

Se sabe que el tegumento de maní contiene una alta proporción de sustancias fenólicas antioxidantes, del tipo proantocianidinas o también llamadas OPC (proantocianidinas oligoméricas), un compuesto complejo del tipo flavan-3-ol (Masquelier, 1999; Ochoa *et al.*, 2011).

Uno de los compuestos encontrados más recientemente en el maní es el resveratrol (trans-resveratrol, trans-3,5,4'-trihidroxiestilbeno) y otros estilbenos, con propiedades de fitoalexina (Sanders *et al.*, 2000; Sobolev *et al.*, 2006; Smoliga *et al.*, 2011). El resveratrol y los compuestos relacionados han sido ampliamente estudiados en uva y vino tinto (Gutiérrez Maydata, 2002; Cantos *et al.*, 2007), comprobándose que poseen actividad antioxidante y antifúngica, y propiedades beneficiosas para la salud, como por ejemplo, el hecho de que disminuye el riesgo de enfermedades cardiovasculares, baja el nivel de colesterol, y reduce el riesgo de cáncer (Boue *et al.*, 2009; Pastor *et al.*, 2011).

Argentina es uno de los países productores y exportadores de maní más importantes del mundo, luego de China, India, Nigeria y Estados Unidos. Córdoba es la principal provincia productora de maní del país **Figura 1.6.**, produce alrededor del 90 % del total (Cámara Argentina del Maní, 2013; Cámara Manisera de Córdoba, 2013; CIARA, 2013). En nuestro país se cultiva fundamentalmente el maní tipo "Runner", (Gamba *et al.*, 2014).



Figura 1.6. Plantas de maní

El maní producido tiene distintos destinos; luego de la cosecha se lo traslada a las plantas seleccionadoras, donde se obtienen principalmente dos categorías de maní: el “confitería” y el “industria”. Del total producido, alrededor del 40 % se destina a la molienda y extracción de aceite, el cual es exportado en su totalidad. El maní tipo “confitería” en su mayoría se exporta como tal (90 %), y otra parte se utiliza para producir maní partido, maní pelado, pasta de maní, maní “blancheado”, etc. (Cámara Argentina del Maní, 2013).

El maní blanchado **Figura 1.7.** es un producto que deriva de la eliminación del tegumento de la semilla, de esta manera se obtiene un grano pelado que se utiliza con



*Figura 1.7. Maní blanchado*

diversos fines industriales, como por ejemplo para maní frito salado, maní saborizado, etc. Como residuo de este procesamiento queda el tegumento **Figura 1.8.**, siendo aprovechado solamente para la alimentación de ganado (Cámara Argentina del Maní, 2013), aunque posee un interesante potencial para su

explotación como fuente de antioxidantes naturales de grado alimentario (Sanders *et al.*, 2000; Nepote *et al.*, 2005).

En el maní se han encontrado compuestos con actividad antioxidante en diferentes parte del fruto. En el aceite de maní se encuentran sustancias antioxidantes como los tocoferoles, fosfolípidos y glicolípidos, siendo éstos dos últimos principales constituyentes de la goma del aceite. Por otra parte, también se han encontrado compuestos fenólicos con actividad antioxidante en la semilla, la caja y en tegumento del maní (St. Angelo, 1996; Martínez, 2014).



*Figura 1.8. Tegumento de maní*

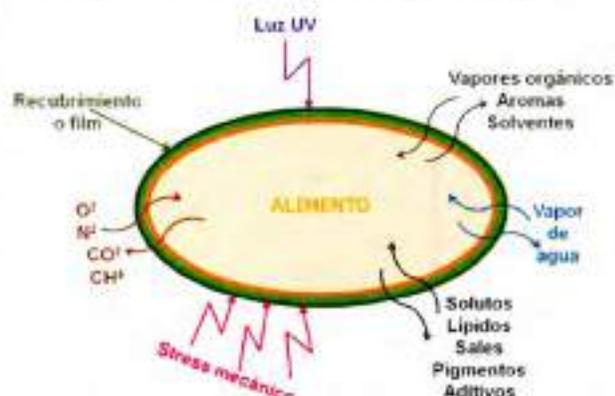
Si bien existe una creciente presión para aumentar el uso de antioxidantes de origen natural y sustituir a los sintéticos, los problemas en relación a este reemplazo son: menor efectividad y mayores costos. Pero cuentan con la ventaja de su condición natural, habitualmente asociada a sustancias inocuas o de muy baja toxicidad, cuando se les compara con sus similares sintéticos (Valenzuela *et al.*, 2000).

A pesar de sus desventajas, los antioxidantes naturales son cada vez más variados y más estudiados, fundamentalmente debido a la existencia de numerosos trabajos de investigación relacionados a la disminución de enfermedades

cardiovasculares, cáncer y envejecimiento por el consumo de alimentos con antioxidantes naturales (Louis, 1999; Benito, 2001; Boue *et al.*, 2009).

En la actualidad, debido al crecimiento de la producción sustentable y para satisfacer las necesidades de los consumidores cada vez más exigentes que demandan productos saludables, minimamente procesados y sin agregados de agentes químicos, se destaca la tecnología de Película Comestible (PC) y Recubrimiento Comestible (RC) biodegradables. Siendo por lo tanto una alternativa en el campo del envasado y conservación de los alimentos (Zaritzky, 2008; Riveros *et al.*, 2013).

Según el tipo de biopolímeros (proteínas, polisacáridos, lípidos) que componga el recubrimiento comestible sus características y funciones serán diferentes **Figura 1.9.**, ya que están ligadas a la composición química y estructural del mencionado biopolímero. Dichas funciones están asociadas a la preservación de la calidad de los alimentos sobre los cuales se aplica y consisten principalmente, en servir como barrera en la transferencia de distintas sustancias, desde el alimento hacia el exterior y viceversa (Pérez Gago *et al.*, 2008).



*Figura 1.9. Transferencias que pueden ser controladas por barreras comestibles (adaptado de Dbeaufort y Voilley, 2009)*

Una funcionalidad importante de los recubrimientos comestibles es su habilidad



*Figura 1.10. Recubrimientos comestibles como soporte de aditivos. (Rojas Graü *et al.*, 2009)*

para incorporar ingredientes activos, ya que pueden servir como soporte de aditivos (antioxidantes, antimicrobianos y mejoradores de textura)

**Figura 1.10.** capaces de

conservar y mejorar la calidad del producto alargando la vida útil (Rojas Graü *et al.*, 2009).

En los últimos años se presentaron en el mercado múltiples tipos de recubrimientos comestibles (RC) destinados a la conservación de frutas y hortalizas. Los biopolímeros más utilizados son ceras, derivados de celulosa, almidón, gomas,

alginatos, quitosano y proteínas. Con ellos, más la adición de otros aditivos específicos, se formulan los distintos tipos de recubrimientos adecuándose a las características que presentan las frutas u hortalizas a tratar.

Es importante destacar que las características funcionales de los recubrimientos comestibles son consecuencia directa de la materia prima utilizada para su fabricación, la cual debe ser obtenida de fuentes naturales para asegurar su biodegradabilidad (Landeta, 2010). Los componentes que forman parte de los film se clasifican en:

- **Hidrocoloides:** polímeros hidrofílicos (contiene grupos oxhidrilos  $-OH$ ) de origen vegetal, animal o microbiano. Aumentan la viscosidad y en algunos casos tienen efecto gelificante ya que se disuelven y dispersan en agua, por ejemplo polisacáridos (almidón, alginatos, pectinas, quitina y quitosano, carragenanos y derivados de celulosa) y proteínas (caseína, proteínas del suero lácteo, colágeno y zeína) (Zaritzky, 2008).

A los derivados de celulosa, como la carboximetilcelulosa, se los considera buenos formadores de película debido a su estructura lineal. Generalmente, las películas son sólidas y resistentes a los aceites y a la mayoría de los solventes orgánicos no polares. Se emplean para controlar la difusión de  $O_2$  y  $CO_2$  a fin de alargar la vida útil (Navarro Tarazaga, 2007).

- **Lípidos:** son hidrofóbicos y no poliméricos, presentan propiedades de barrera frente a la humedad. Como ejemplo de éstos, se pueden mencionar los recubrimientos comestibles (RC) de ceras, resinas, ácidos grasos, monoglicéridos y diglicéridos. Como desventajas, no presentan integridad estructural ni durabilidad.
- **Compuestos:** se formulan a través de hidrocoloides y de lípidos, aprovechando las propiedades funcionales de cada uno. Según la ubicación en el espacio de los lípidos respecto de los hidrocoloides, pueden ser: laminados formando una bicapa de superposición, una de lípidos con una de hidrocoloides o emulsiones, cuando se mezclan de manera homogénea a lípidos dentro de hidrocoloides (Landeta, 2010).

La prueba sensorial descriptiva es una disciplina científica para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de los alimentos tal como son percibidas por los sentidos de la visión, el olfato, el gusto, el tacto y el oído. En la actualidad, la valoración sensorial de los alimentos cobra vital importancia y es un método de gran valor para evaluar la calidad y la estabilidad de los alimentos que

contienen grasas. Los métodos instrumentales y químicos miden productos de descomposición que resultan de la oxidación tales como los compuestos volátiles y no volátiles. Ninguno de estos consigue valorar la calidad de un producto de una manera integral, lo que sí se puede obtener de un análisis sensorial (Warner, 2004).

Si bien se han demostrado las propiedades nutricionales y antioxidantes de los polifenoles, hay muy pocos estudios que evalúen la capacidad conservante cuando estas sustancias son aplicadas a través de recubiertas comestibles a diferentes tipos de alimentos, especialmente en aquellos de alto contenido graso, como lo es la almendra.

Es por ello que el propósito de esta investigación fue evaluar química y sensorialmente la almendra (*Prunus amygdalus* Batsch) aplicando una cubierta de polifenoles extraídos del tegumento de maní, con la finalidad de lograr una mayor vida útil y así retardar el enranciamiento del fruto.

## HIPÓTESIS

La almendra que posee una cubierta de carboximetilcelulosa (CMC) con el agregado de extractos de polifenoles del tegumento de maní, presenta mayor vida útil y es aceptada organolépticamente.

## OBJETIVOS

### *Objetivo general*

Evaluar química y sensorialmente la almendra con cubierta antioxidante de carboximetilcelulosa y compuestos fenólicos de extractos obtenidos del tegumento de maní.

### *Objetivos específicos*

1. Determinar la composición química de la almendra (porcentajes de humedad, cenizas, materia grasa, proteínas totales, carbohidratos totales, y composición de ácidos grasos).
2. Evaluar los indicadores de oxidación de la almendra (índice de peróxido, dienos y trienos conjugados, índice de p-anisidina).
3. Obtener extractos de polifenoles del tegumento de maní para ser utilizado como conservante natural sobre almendras, determinando el rendimiento de extracción, contenido de fenoles y de flavonoides totales de dichos extractos.
4. Desarrollar productos de almendra con el agregado de tres cubiertas comestibles diferentes: carboximetilcelulosa (CMC), carboximetilcelulosa y polifenoles (BE) y carboximetilcelulosa y butilhidroxitolueno (BHT).
5. Evaluar las características sensoriales de los productos de almendra elaborados.

6. Analizar los cambios en los indicadores de oxidación de los productos de almendra durante el almacenamiento, evaluando el efecto antioxidante de los extractos de polifenoles aplicados sobre los mismos.

7. Analizar los cambios en las características sensoriales de los productos de almendra durante el almacenamiento.

# **CAPÍTULO 2**

## **Materiales y Métodos**

## MATERIALES Y MÉTODOS

### *Determinación de la composición química de la almendra*

Se determinó la composición química de la almendra (porcentajes de humedad, cenizas, materia grasa, proteínas totales, carbohidratos totales, y composición de ácidos grasos).

#### **Materiales:**

Se usó almendra (*Prunus amygdalus* Batsch) Non Pareil, cosecha marzo-abril 2014, cultivadas en San Martín, provincia de Mendoza.

#### **Metodología:**

- a) Composición química general: humedad, ceniza, materia grasa, proteínas y carbohidratos totales (AOAC, 1995).

##### ■ *Porcentaje de humedad:*

Se secaron 5 g de almendras naturales en estufa a 130 °C durante 1 h. Se determinó el porcentaje de humedad por diferencia de peso, según la siguiente fórmula: % humedad = (peso muestra húmeda – peso muestra seca) x 100 / peso muestra húmeda (AACC, 2000).

##### ■ *Porcentaje de cenizas:*

Se incineró una muestra en horno mufla a 600 °C durante 6 horas. El porcentaje se determinó por diferencia de peso de la muestra antes y después de la incineración utilizando la siguiente fórmula: % de cenizas = peso después de la incineración x 100 / peso antes de la incineración (AOAC, 1995).

##### ■ *Porcentaje de materia grasa:*

Se realizó la extracción de los lípidos de la muestra utilizando equipos Soxhlet con n-hexano, por un período de 12 horas. La materia grasa se calculó por diferencia de peso de la muestra antes y después de la extracción, según la fórmula: % de aceite = peso aceite x 100 / peso muestra (Grosso *et al.*, 2000).

■ *Determinación de proteínas totales:*

Se realizó mediante el método de Kjeldahl. Se utilizó el equipo digestor de seis posiciones Büchi modelo K-424, destilador semiautomático Büchi modelo K-350. Método oficial de análisis AOAC Internacional 984.13. El Factor de conversión utilizado fue 6,25 (AOAC, 1995).

■ *Porcentaje de carbohidratos totales:*

Se determinó en forma teórica por diferencia utilizando la siguiente fórmula: % de carbohidratos totales = 100 % - % proteínas - % lípidos - % cenizas (Grosso *et al.*, 2000).

b) Composición de ácidos grasos: analizados por cromatografía gaseosa acoplada a espectrometría de masa (Grosso *et al.*, 2000).

■ *Composición de ácidos grasos:*

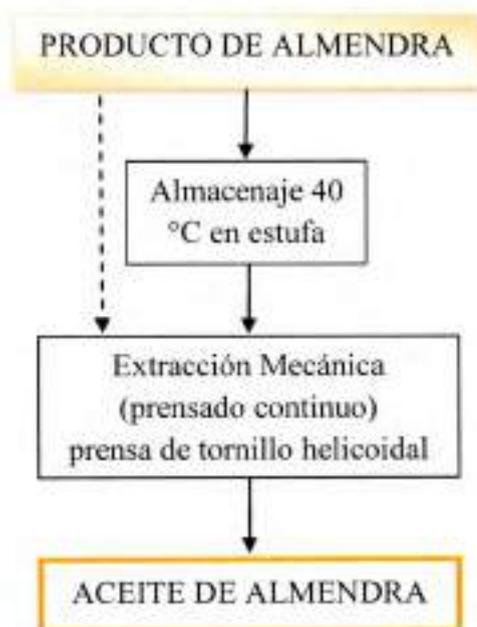
La identificación y cuantificación de ácidos grasos del aceite de almendra se llevó a cabo por cromatografía gaseosa (CG). El aceite crudo (0,5 g) se saponificó con 30 mL de solución de KOH 1 N en metanol mediante reflujo durante 45 min. El material insaponificable se extrajo con n-hexano (3 x 30 mL). Las sales de ácidos grasos obtenidas de la hidrólisis se esterificaron con 50 mL de solución de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 N en metanol mediante reflujo durante 45 min. Los ésteres metílicos de los ácidos grasos se extrajeron con n-hexano (3 x 40 mL). La solución resultante se secó con Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anhidro, se filtró y concentró en evaporador rotatorio a 40 °C. La mezcla de ésteres metílicos de ácidos grasos se analizó en un cromatógrafo de gases equipado con detector de ionización de llama. La separación se realizó en una columna de fase Supelcowax-10, de 30 metros de longitud, 0,25 mm de diámetro interno y 0,25 µm de espesor de fase. Se empleó nitrógeno como gas portador (1 mL / min) y el siguiente programa de temperatura: T° inicial 180 °C, con un aumento de 4 °C / min hasta 240 °C (10 min). Los tiempos de retención relativos se consideraron en relación al del palmitato de metilo y el contenido de cada uno de los ácidos grasos identificados se expresó como valor porcentual en relación al contenido total de los mismos (Maestri *et al.*, 1998).

### **Análisis de indicadores de oxidación de la almendra**

A una parte de las muestras de almendras elaboradas se les extrajo el aceite por prensado y sobre el dicho aceite se realizaron las siguientes determinaciones químicas: *Índice de peróxido, dienos y trienos conjugados, índice de p-anisidina.*

■ **Extracción de los aceites para el análisis de indicadores de oxidación:**

El aceite de los productos de almendra se obtuvo a partir del prensado de granos tostados **Figura 2.1.** Para tal fin se utilizó una prensa hidráulica de 20 toneladas (He-Du, Hermes I. Dupraz S.R.L, Industria Argentina).



*Figura 2.1. Proceso de extracción de aceite de los productos de almendra.*

Sobre las muestras de aceites obtenidas se realizaron las determinaciones químicas de índice de peróxido, dienos y trienos conjugados e índice de p-anisidina, detalladas a continuación:

■ **Índice de peróxido (IP):**

Se pesaron 3-5 g de aceite de las muestras de almendra y se colocaron en un erlenmeyer de 250 mL (AOAC, 1995). Se agregaron 30 mL de solución de ácido acético: cloroformo (3:2, v / v) y se agitó vigorosamente hasta disolución. Se adicionaron 0,5 mL de solución saturada de yoduro de potasio, se agitó y luego se dejó en reposo en oscuridad durante 1 min. Posteriormente, se agregaron 30 mL de agua

destilada y se adicionaron 0,5 mL de solución de almidón (1 %, p / v). Finalmente se tituló, agitando continuamente, con solución 0,1 N de tiosulfato de sodio al 10 % hasta desaparición del color amarillo. El índice de peróxidos (expresado como miliequivalentes de oxígeno / kg de aceite) se calculó en base a la siguiente ecuación:

$$IP = (S \times N \times 1000) / (\text{g de aceite})$$

Donde: S = mL de solución de tiosulfato de sodio consumidos.

N = normalidad de la solución de tiosulfato de sodio.

#### ■ *Dienos y trienos conjugados:*

Se pesaron 0,005-0,02 g de aceite de las muestras de almendra y se colocaron separadamente en tubos de ensayos. Se completó con 6 mL de n-hexano. Las soluciones resultantes se homogeneizaron y una alícuota de cada una de las mismas se utilizó para medir la absorbancia a 232 nm (k232) para dienos y 268 nm (k268) para trienos. Se utilizó n-hexano como blanco (COI, 2001).

#### ■ *Índice de p-anisidina (IA):*

El objetivo de esta técnica es determinar el contenido de aldehídos (principalmente 2-alquenoales y 2,4-dienoales) en muestras de aceite, por reacción de la p-anisidina con los compuestos aldehídicos, en medio de ácido acético, midiéndose a continuación la luz absorbida a 350 nm. El valor de p-anisidina se define por convención como 100 veces la densidad óptica medida a esa longitud de onda en una cubeta de 1 cm de una solución conteniendo 1,00 g de aceite en 100 mL de una mezcla de solvente y reactivo (IUPAC, 1987).

Se pesaron exactamente entre 0,01 y 0,2 g de materia grasa (extraída de las muestras de almendra mediante prensado). La muestra fue disuelta en un tubo de ensayo con 6 mL de n-hexano (PA, Dorwil, Buenos Aires, Argentina). Se determinó la absorción de la mezcla grasa hexano (Ab) a 350 nm (Espectrofotómetro con arreglo de diodo, Hewlett Packard 8 452A, USA) utilizando n-hexano como blanco. Se tomaron 4 mL de la mezcla grasa-hexano y se colocaron en un tubo de ensayo al cual se le adicionó 1 mL de una solución de p-anisidina: 0,25 g cloruro de p-anisidina (BDH reagent, Poole, England) en 100 mL de ácido acético glacial (PA, Dorwil, Bs As, Argentina). La mezcla se incubó durante 10 minutos exactos a temperatura ambiente, y se determinó su absorción (Am) a 350 nm, utilizando como blanco una mezcla de 4 mL de hexano y 1 mL de solución de p-anisidina.

---

El valor o índice de p-anisidina se calculó mediante la fórmula:

$$IA = [6 \times (1,25 \times A_m - A_b)] / (\text{g materia grasa}).$$

### **Obtención de extracto de polifenoles del tegumento de maní**

Se obtuvo el extracto de tegumento de maní y se determinó el rendimiento de extracción, contenido de fenoles y flavonoides totales.

#### **Materiales:**

Tegumento de maní que se usó fue de la variedad "Runner", cultivado en la Provincia de Córdoba, provisto por la empresa Lorenzati, Ruetsch y Cia., de Ticino, Córdoba, Argentina.

#### **Metodología:**

##### **Proceso de obtención de extractos de polifenoles de tegumento de maní**

Se obtuvo el extracto a partir del tegumento de maní por extracción sólido-líquido (lixiviación), utilizando como solvente de extracción etanol-agua 70-30 (Nepote *et al.*, 2002), como se muestra en la **Figura 2.2**. Sobre el extracto obtenido se realizaron purificaciones mediante particiones con solventes de diferente polaridad -hexano, acetato de etilo y agua- (Nepote *et al.*, 2004), **Figura 2.3**. Se separó y evaporó totalmente el solvente de la fracción de acetato de etilo, ya que es la que posee mayor actividad antioxidante según trabajos previos de Larrauri *et al.*, (2013). Sobre esta fracción se realizó la determinación del rendimiento, fenoles y flavonoides totales.

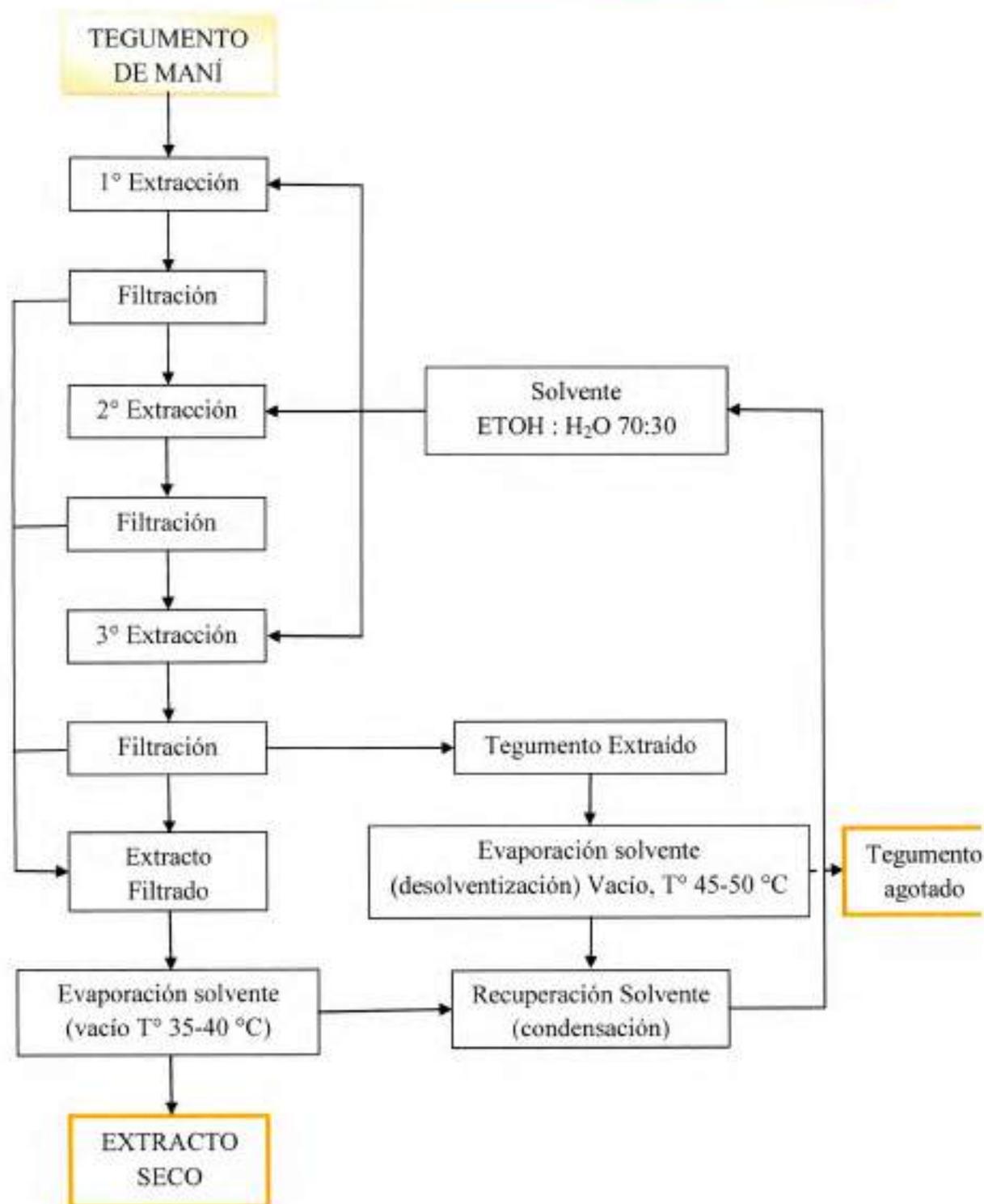


Figura 2.2. Diagrama de flujo de la obtención de extracto seco del tegumento de maní a escala laboratorio.

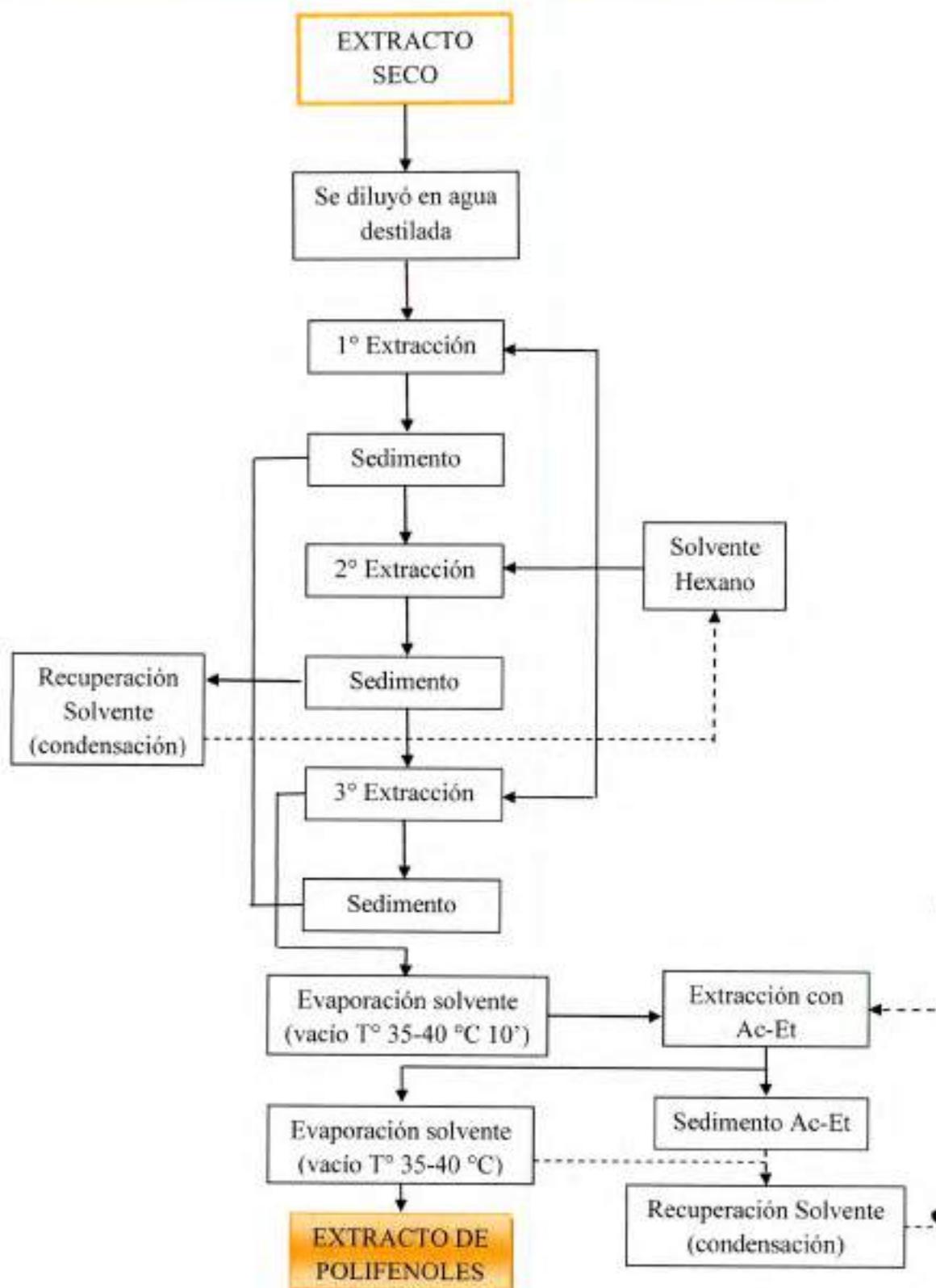


Figura 2.3. Diagrama de flujo de la extracción de compuestos fenólicos con actividad antioxidante a partir de extracto seco del tegumento de mani a escala laboratorio.

■ Rendimiento de extracción de extracto de polifenoles del tegumento de mani:

El rendimiento de extracción se determinó por peso del extracto seco en relación al peso del tegumento de mani extraído. Se expresó en mg de extracto seco por cada g de tegumento seco extraído (Nepote *et al.*, 2004).

■ Contenido de fenoles del extracto de polifenoles del tegumento de mani:

Se realizaron diluciones conocidas del extracto seco, y sobre estas se determinaron los fenoles totales. La curva de calibración se obtuvo con soluciones de fenol patrón (Merck, Darmstadt, Germany) en metanol. La determinación de fenoles totales se realizó por medio de una reacción con el reactivo Folin-Ciocalteu (Anedra, San Fernando, Buenos Aires, Argentina), siguiendo el procedimiento según Waterman *et al.*, (1994):

1°. Se colocó en un tubo de ensayo 8,4 mL de agua destilada y 0,1 mL de la solución preparada del extracto en metanol.

2°. Se agregaron 0,5 mL del reactivo Folin-Ciocalteu, y se dejó reposar durante 3 a 6 minutos.

3°. Se agregó 1 mL de solución saturada de carbonato de sodio, y se dejó reposar durante 1 hora.

4°. Se midió la absorción de la solución (azul-celeste) en espectrofotómetro UV-visible a 760 nm. Paralelamente se realizó un blanco, con 0,1 mL de metanol.

Por extrapolación a la curva de calibración con fenol patrón se determinó el contenido de fenoles totales de la muestra, en mg / mL de solución del extracto, y luego por cálculos de conversión (según la dilución del extracto metanólico) se obtuvo el contenido de fenoles totales del extracto expresado en mg de fenoles totales por cada g de extracto seco.

■ Contenido de flavonoides del extracto de polifenoles del tegumento de mani, según el método colorimétrico Luximon-Ramma *et al.*, 2004:

Se tomaron 20 mL de  $AlCl_3$  (al 10 %) y se agregaron 100 mL de etanol para obtener el  $AlCl_3$  al 2 %. El extracto (0,0105 g) fue disuelto en 7 mL de etanol-agua 70:30. El blanco se preparó mezclando 1,5 mL de solución de  $AlCl_3$  y 1,5 mL de etanol-agua 70:30. El blanco de color se preparó mezclando 1,5 mL muestra y 1,5 mL etanol-agua 70:30. 1,5 mL de la muestra disuelta en etanol-agua 70:30

(concentración de 1,5 mg / mL) fue mezclada con 1,5 mL de  $\text{AlCl}_3$  (al 2 % en etanol), agitando en vortex. Luego de 10 minutos se leyó la absorbancia a 368 nm.

Por extrapolación a la curva de calibración con quercetina se determinó el contenido de flavonoides totales de la muestra, en mg / mL de solución del extracto, y luego por cálculos de conversión (según la dilución del extracto metanólico) se obtuvieron los resultados expresados en mg de flavonoides totales por cada g de extracto seco.

### **Desarrollo de productos de almendra con cubierta comestible**

Se desarrollaron productos de almendra con el agregado de diferentes cubiertas comestibles: carboximetilcelulosa (CMC), carboximetilcelulosa y polifenoles (BE) y carboximetilcelulosa y butilhidroxitolueno (BHT).

#### **Materiales:**

Se usó almendra (*Prunus amygdalus* Batsch) Non Pareil, cosecha marzo-abril 2014, cultivada en San Martín, provincia de Mendoza.

#### **Metodología:**

##### **Proceso de elaboración de cubiertas**

Se prepararon, por triplicado, los siguientes productos de almendras:

- Almendras control (sin cubierta),
- Almendras con cubierta de carboximetilcelulosa (CMC),
- Almendras con cubierta de carboximetilcelulosa y polifenoles (BE),
- Almendras con cubierta de carboximetilcelulosa y butilhidroxitolueno (BHT).

Inicialmente se tomaron 8 kg de almendras crudas y se dividieron en 4 muestras iguales (2 kg cada una), a su vez esta se dividieron en tres partes de 666 g y se colocaron a tostar en una placa a 130 °C en estufa durante 45 minutos (luego de 25 minutos, se rotaron y se llevaron a tostar durante los restantes 20 minutos).

Se elaboró una cubierta base a partir de 0,5 % de carboximetilcelulosa (CMC), 1,9 % glicerol y se completó el restante 97,6 % con agua destilada, agitando hasta obtener una mezcla homogénea. Esta cubierta fue aplicada sobre los productos con cubiertas en un porcentaje final de 4,5 %.

Para obtener el producto CMC, se usaron 2 kg de almendras tostadas, sobre las cuales se aplicó 90 g de cubierta base (mezclando en dos veces de 45 g) y se llevó a secar en estufa durante 20 minutos a 130 °C.

El producto BE fue elaborado de la misma manera que el anterior (CMC). Sobre 2 kg de almendras tostadas se le adicionó la cubierta base con el agregado de extracto de tegumento de maní en una concentración al 0,2 % (p / p), lo que equivale a 0,18 g. Luego se procedió al secado como se indicó anteriormente.

El mismo procedimiento se siguió para obtener el producto BHT, pero en este caso el antioxidante sintético (BHT) fue adicionado en una concentración 0,02 % (p / p), valor máximo permitido por el CAA, lo que equivale a 0,018 g.

Como producto control se utilizaron 2 kg de almendras tostadas, sin agregado de cubierta.

### *Análisis descriptivos de los productos de almendra elaborados*

Sobre las muestras de almendras enteras se analizaron los atributos sensoriales mediante *análisis sensorial descriptivo*.

#### **Pruebas sensoriales descriptivas:**

Se analizaron cuali y cuantitativamente los atributos sensoriales sobre los productos elaborados, con el propósito de evaluar el efecto de la aplicación de los extractos sobre las características sensoriales de la almendra. Para las pruebas descriptivas se utilizó un panel de 7 jueces entrenados de acuerdo a lo recomendado por Lawless y Heymann (1999) y por lo realizado sobre productos de maní, Grosso *et al.* (2000) y Nepote *et al.*, (2009).

Los jueces fueron seleccionados según los siguientes criterios descritos en Plemmons y Resurreccion (1998): interesados en participar, disponibles para cada sesión (tanto para el entrenamiento como para la evaluación), capacitados para expresarse verbalmente sobre el producto, consumidores de almendra o sus subproductos al menos una vez al mes, edad entre 23 y 35 años, no fumadores, sin alergia alimentaria y con buena dentición. El panel fue entrenado durante 2 horas diarias en un periodo de 4 días. Al finalizar el entrenamiento cada juez estuvo capacitado para describir la intensidad de los atributos previamente establecidos, utilizando una escala lineal no estructurada en un rango de 0 a 150 mm., donde 0 (cero) implica ausencia y 150 la máxima intensidad de un atributo.

Para cada atributo se utilizaron diferentes productos de referencia (nuez, proto, maní, copos de cereales, manzana y alfajor de maicena) y una muestra de almendra cruda, la cual se denomina "warm up" (Plemmons *et al.*, 1998), mediante el cual fueron asignadas sus intensidades en una escala de 0-150.

Durante el entrenamiento, como se observa en la **Tabla 2.1.**, se describieron y definieron 17 atributos: color de piel, color interno, brillo, facilidad de pelado, porcentaje de pelado, dureza, crujiente, arenosidad, desmigajado, intensidad de tostado, cartón, oxidado, astringente, dulce, salado, amargo y ácido.

Las evaluaciones sensoriales se realizaron en el Laboratorio de Análisis Sensorial (ICTA, FCEfYn – UNC), el cual cuenta con todos los requisitos edilicios para pruebas de esta naturaleza: área de preparación de las muestras, equipo de refrigeración, espacio de almacenamiento, ventilación, 12 cabinas individuales de degustación con las dimensiones adecuadas, sillas, ventanillas, ventilación, color, iluminación, temperatura

(18 a 25 °C) y humedad apropiada; donde a cada juez entrenado se le entregó una planilla (encuesta), en la cual debió puntuar objetivamente cada producto por triplicado, codificado aleatoriamente (doce muestras en total). Las muestras se presentaron en cubeteras donde se colocaron 3 almendras de cada tipo. Además, a cada juez se le entregó un vaso con agua y galletitas de agua para consumir entre muestras. Se tuvieron en cuenta buenas prácticas de manufactura (BPM) (C.A.A., 2000), procedimientos que son necesarios cumplir para lograr alimentos inocuos y seguros.

**Tabla 2.1.** Atributos y referencias. Intensidades correspondientes a una escala 0-150.

ATRIBUTO	Intensidad (0-150)	
	Referencia	Warm up
Color de la piel	Nuez: 50	86
Color Interno		43
Brillo	Poroto: 20	8
Facilidad de pelado	Mani: 150	33
Porcentaje de pelado	Mani: 150	35
Dureza	Nuez: 40	83
Crujiente	Copos: 110	75
Arenosidad	Manzana: 100	60
Desmigajado	Allajor maicena: 100	35
Intensidad de tostado		55
Cartón		10
Oxidado	Nuez: 0	0
Astringente	Nuez: 50	15
Dulce	Nuez: 12	20
Salado	Nuez: 5	5
Amargo	Nuez: 35	15
Ácido	Nuez: 5	5

**Definiciones de los atributos evaluados:****Apariencia:**

- *Color de la piel*: color percibido en el tegumento (superficie) del alimento con piel.
- *Color interno*: color percibido en el cotiledón (interior) luego de morder el alimento.
- *Brillo*: cantidad de luz reflejada por la superficie del producto.
- *Facilidad de pelado*: se determina rotando 5 veces la almendra sin romperla.
- *Porcentaje de pelado*: luego del pelado observar cuanta piel queda adherida a la almendra.

**Textura:**

- *Dureza*: fuerza necesaria para comprimir y romper un alimento con los dientes molares.
- *Crujiente*: magnitud de sonido generado al masticar una muestra con los dientes molares.
- *Arenosidad*: sensación de arenosidad en la boca mientras se está masticando.
- *Desmigajado*: cómo se desprenden las partículas al morder 2 veces la almendra.

**Sabor:**

- *Intensidad de tostado*: sabor y aroma asociado con una almendra tostada en punto medio.
- *Cartón*: los elementos aromáticos asociados con cartón mojado.
- *Oxidado*: sabor y aroma asociado con aceites o grasas rancia o vieja.

**Factor sensación:**

- *Astringente*: sabor percibido en la lengua, asociado a una sensación entre la sequedad intensa y el amargor.

**Gusto:**

- *Dulce*: es el gusto percibido en la lengua cuando se prueba una solución de sacarosa.
- *Salado*: es el gusto percibido en la lengua cuando se prueba una solución de cloruro de sodio.
- *Amargo*: es el gusto percibido en la lengua cuando se prueba una solución amarga, como lo es la cafeína.
- *Ácido*: es el gusto percibido en la lengua cuando se prueba una solución ácida, como lo es el ácido cítrico.

## ***Cambios de los indicadores de oxidación de los productos de almendra durante el almacenamiento***

### **Materiales:**

Productos de almendra (almendra control, almendra con cubierta comestible de carboximetilcelulosa -CMC-, almendra con cubierta de carboximetilcelulosa y polifenoles -BE- del tegumento de mani y almendra con cubierta de carboximetilcelulosa y butilhidroxitolueno -BHT-).

### **Metodología:**

Los productos de almendra se almacenaron en bandejas descartables de polipropileno envueltas en film PVC, a 40 °C (estufa), durante 126 días.

Durante éste periodo de tiempo se realizaron 4 extracciones de muestras de cada producto, a los 21, 42, 84 y 126 días. Sobre las muestras se realizaron las siguientes determinaciones químicas por triplicado: *Índice de peróxido, dienos y trienos conjugados, e índice de p-anisidina.*

---

## *Cambios sensoriales de los productos de almendra durante el almacenamiento*

### **Materiales:**

Se utilizaron los productos de almendra mencionados anteriormente.

### **Metodología:**

Sobre las muestras del producto almacenado se analizaron los cambios en las intensidades de los diferentes atributos sensoriales a través de pruebas descriptivas de acuerdo a lo detallado con anterioridad. La finalidad de esta parte del estudio fue evaluar cuanti- y cualitativamente los atributos sensoriales de los productos y como se modificaron estas propiedades a lo largo del almacenamiento.

### **Realización de las pruebas:**

Para la evaluación sensorial, durante el almacenaje (21, 42, 84 y 126 días) se extrajeron 240 g de cada producto de almendra (almendra sin cubierta -control-, almendra con cubierta de CMC, almendra con cubierta de CMC y BE, almendra con cubierta de CMC y BHT). Estas muestras se entregaron a cada juez por triplicado codificadas aleatoriamente (doce muestras en total).

Las muestras se presentaron en cubeteras donde se colocaron 3 almendras de cada tipo. Además, a cada juez se le entregó un vaso con agua y galletitas de agua para consumir entre muestras. Junto a esto, se entregó la planilla para evaluar los atributos de cada producto.

---

### **Análisis estadísticos de resultados**

Todos los experimentos se realizaron en tres repeticiones. Los datos fueron analizados estadísticamente utilizando el software INFOSTAT. Se estimaron medias y desvíos estándares. Se realizaron análisis de varianza y test de separación de medias (LSD) para un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$ , además del análisis de componentes principales (InfoStat, 2013).

# CAPÍTULO 3

## Resultados y Discusión

## RESULTADOS

### *Composición general de la almendra*

En la **Tabla 3.1.** se muestra la composición química general de la almendra analizada: humedad, cenizas, materia grasa, proteínas y carbohidratos. Donde se puede observar que se destaca el alto contenido en lípidos totales (aproximadamente 55 %) y por su bajo porcentaje en agua (aproximadamente 3 %).

**Tabla 3.1.** Composición química general de la almendra variedad Non Pareil

PARAMETRO	Porcentaje (media ± DE)
Humedad	2,62 ± 0,07
Cenizas <sup>a</sup>	2,30 ± 0,09
Lípidos <sup>a</sup>	55,25 ± 0,20
Proteínas Totales <sup>a</sup>	25,64 ± 0,21
Carbohidratos Totales <sup>a</sup>	16,81

\* Resultados expresados en base seca.

### **Composición de ácidos grasos de la semilla de almendra**

Los ácidos grasos predominantes, como se puede observar en la **Tabla 3.2.**, fueron los monoinsaturados, principalmente el oleico con el 71 %, siguiéndole en menor proporción el ácido graso poliinsaturado linoleico con el 20 % y en cantidades inferiores se encuentra el ácido graso saturado palmítico con un 7 %. El resto de los ácidos grasos están presentes en pequeña proporción.

**Tabla 3.2.** Composición de ácidos grasos presentes en el aceite de almendra

ÁCIDOS GRASOS	Porcentaje (media $\pm$ DE)
<b>Monoinsaturados</b>	<b>71,65</b>
Oleico (18:1)	71,25 $\pm$ 0,36
Palmitoleico (16:1)	0,40 $\pm$ 0,01
<b>Poliinsaturados</b>	<b>19,77</b>
Linoleico (18:2)	19,77 $\pm$ 0,14
<b>Saturados</b>	<b>8,58</b>
Palmitico (16:0)	6,74 $\pm$ 0,06
Esteárico (18:0)	1,84 $\pm$ 0,58

### *Indicadores de oxidación de la almendra*

Al inicio del estudio se determinó los indicadores de oxidación de la almendra utilizada para la elaboración de los productos. El índice de peróxido resultó 0,84 meqO<sub>2</sub> / kg, los demás indicadores (dienos y trienos conjugados y p-anisidina) no fueron detectados.

### *Extracto de polifenoles del tegumento de mani: rendimiento de extracción, contenido de fenoles y flavonoides totales*

El rendimiento de extracción fue de 82,17 miligramos de polifenoles totales en 1 gramo de tegumento de mani seco. El contenido de fenoles totales resultó 701,24  $\pm$  0,01 mg fenoles / g extracto y los flavonoides totales 13,25  $\pm$  0,03 mg flavonoides / g extracto. Este extracto fue utilizado para la elaboración de los productos.

### *Análisis sensorial descriptivo inicial de los productos*

Al comienzo de la experimentación se realizó una prueba de evaluación sensorial descriptiva a los diferentes productos de almendra, con el que se pudo identificar que el color de la piel fue uno de los atributos que mostró diferencia significativa entre las almendras control y con cubiertas de CMC + BE y aquellas con las restantes cubiertas. En cuanto a los atributos facilidad de pelado y porcentaje de pelado, el desvío estándar fue grande y no se asoció a ningún producto en particular.

En la **Tabla 3.3.** se observan las características sensoriales de los diferentes productos de almendra elaborados. Siendo la arenosidad, el color de la piel, la dureza, y crujiente los atributos característicos de los productos de almendra con mayor intensidad.

Respecto al color de la piel, la almendra con cubierta de polifenoles del tegumento de maní tuvo mayor intensidad (91,20). Los atributos característicos de este alimento que mayor intensidad presentaron en todos los productos fueron arenosidad (promedio 90,15), dureza (84,60) y crujiente (75,38). Los productos presentaron intensidades de tostado entre 51,20 y 55,20, sin resultar significativamente diferentes. Los atributos negativos relacionados a la oxidación, como lo son el sabor oxidado y cartón, se encontraron en intensidades de valor 0 (cero) para ambos.

**Tabla 3.3.** Características sensoriales iniciales de los diferentes productos de almendra elaborados

ATRIBUTOS SENSORIALES	PRODUCTOS (intensidad 0-150)			
	Control	* CMC <sup>CMC</sup>	* BHT <sup>BHT</sup>	* BE <sup>BE</sup>
Color de la piel	86,4 ± 2,07	<b>A</b> 88,1 ± 3,18	<b>ab</b> 89,4 ± 3,06	<b>ab</b> 91,2 ± 5,35
Color interno	42,8 ± 5,31	44,1 ± 5,78	44,9 ± 8,06	43,6 ± 5,74
Brillo	9,4 ± 3,13	8,5 ± 1,58	7,7 ± 2,06	8,9 ± 3,35
Facilidad de pelado	33,6 ± 13,87	23,6 ± 17,82	30,6 ± 20,04	28,2 ± 18,12
Porcentaje de pelado	35,0 ± 17,83	25 ± 20,41	29,3 ± 20,96	33,0 ± 22,63
Dureza	82,8 ± 9,09	83,2 ± 4,78	87,1 ± 5,84	85,3 ± 7,87
Crujiente	75,0 ± 7,07	75,4 ± 3,78	76,2 ± 2,04	74,9 ± 5,32
Arcuosidad	89,0 ± 5,48	92,1 ± 2,47	89,7 ± 4,27	89,8 ± 3,85
Desmigajado	37,6 ± 4,34	36,2 ± 3,79	34,0 ± 6,48	36,7 ± 11,29
Intensidad de tostado	51,2 ± 8,53	53,7 ± 7,15	55,2 ± 7,91	52,2 ± 7,98
Cartón	0,0 ± 0,00	0,0 ± 0,00	0,0 ± 0,00	0,0 ± 0,00
Oxidado	0,0 ± 0,00	0,0 ± 0,00	0,0 ± 0,00	0,0 ± 0,00
Astringente	14,0 ± 4,18	13,2 ± 2,39	14,5 ± 3,17	13,4 ± 3,20
Dulce	20,0 ± 3,08	20,6 ± 1,96	21,1 ± 1,91	19,4 ± 3,53
Salado	5,0 ± 0,00	5,5 ± 1,58	5,3 ± 0,95	5,0 ± 0,00
Ácido	7,0 ± 4,47	7,0 ± 4,83	6,0 ± 2,11	7,0 ± 4,22
Amargo	12,4 ± 2,51	11,6 ± 2,01	12,7 ± 3,43	11,9 ± 4,04

\*Letras diferentes en las filas indican diferencias significativas entre productos (Anova y test LSD  $\alpha = 0,05$ ).

\*\*CMC almendra con cubierta de carboximetilcelulosa, BHT almendra con cubierta de butilhidroxitolueno y BE almendra con cubierta de polifenoles.

### ***Cambios de los indicadores de oxidación de los productos de almendra durante el almacenamiento***

Sobre las muestras de los productos almacenados se realizaron las siguientes determinaciones químicas:

#### ■ *Índice de peróxido (IP):*

En la **Tabla 3.4.** y en la **Figura 3.1.** se observa que el índice de peróxido de los productos de almendra aumenta a medida que transcurre el tiempo de almacenamiento; al finalizar la experimentación la almendra control (sin cubierta) presentó diferencias significativas respecto a los demás productos elaborados (almendra + CMC, almendra +

BHT y almendra + BE). En orden creciente de IP, se ubicó con el valor más bajo la almendra con BHT, siguiéndole la almendra con el agregado de polifenoles de tegumento de maní, a continuación se encontró la almendra con CMC y con el mayor valor, la almendra control.

Es importante aclarar que si bien el valor de IP se incrementó con el paso del tiempo en los diferentes productos, no superó al valor máximo establecido por el Código Alimentario Argentino (C.A.A.), de 10 meqO<sub>2</sub> / kg de muestra. Los productos con antioxidantes mostraron mayor estabilidad en el tiempo de almacenaje.

Se observa en el primer tiempo (21 días), diferencia significativa entre el valor de IP de la almendra con el agregado de BHT con respecto a los otros productos (CMC, BE y control). En el segundo tiempo (42 días) se manifestaron diferencias significativas entre la almendra con el agregado de BHT y BE con respecto a los otros (CMC y control). En el tercer tiempo (84 días), muestra diferencias significativas entre la almendra con BHT y control respecto a las que tienen el agregado de CMC y BE. Por último, en el cuarto tiempo (126 días) se observó diferencia significativa en la almendra control con un IP superior al resto de los productos (almendra con CMC, BE y BHT) (Figura 3.1.).

**Tabla 3.4.** Índice de peróxido de los productos de almendra según el tiempo de almacenamiento

DÍAS DE ALMACENAMIENTO	ÍNDICE DE PERÓXIDO							
	Control	*	CMC**	*	BHT**	*	BE**	*
21	1,18 ± 0,17	b	1,14 ± 0,18	b	0,66 ± 0,20	a	1,01 ± 0,11	b
42	2,25 ± 0,10	b	2,01 ± 0,51	b	1,17 ± 0,12	a	1,90 ± 0,66	ab
84	2,89 ± 0,10	b	2,46 ± 0,40	ab	1,90 ± 0,40	a	2,26 ± 0,77	ab
126	3,90 ± 0,35	b	2,39 ± 0,21	a	2,41 ± 0,70	a	2,80 ± 0,03	a

\*Letras diferentes en las filas indican diferencias significativas (Anova y test LSD  $\alpha = 0,05$ ).

\*\*CMC almendra con cubierta de carboximetilcelulosa, BHT almendra con cubierta de butilhidroxitolueno y BE almendra con cubierta de polifenoles.

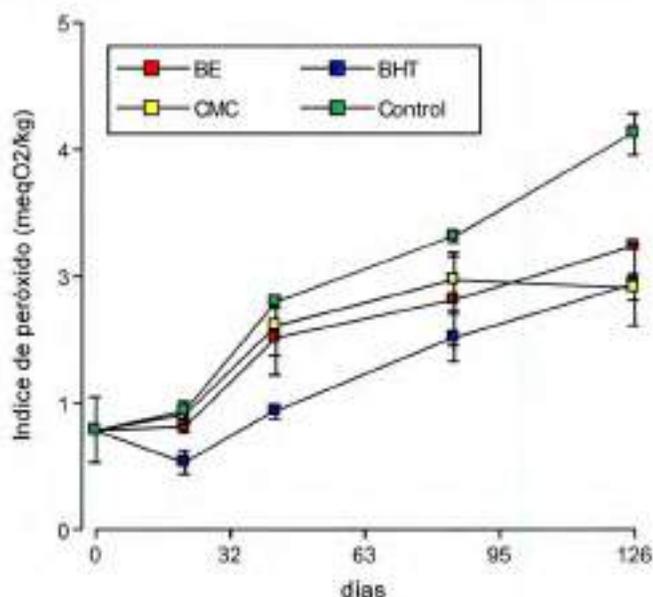


Figura 3.1. Índice de peróxido de los diferentes productos de almendra durante el almacenamiento.

#### ■ Dienos y trienos conjugados

En la **Figura 3.2.** se muestran los valores obtenidos de dienos conjugados en función del tiempo, a 40 °C. Se observó un incremento del mismo a lo largo del almacenaje en las diferentes muestras. No se encontraron diferencias significativas entre las muestras para este indicador.

Es importante aclarar, que el análisis de trienos conjugados se realizó a lo largo de toda la experimentación, pero no arrojó cambios significativos, motivo por el cual no se muestran gráficamente los resultados.

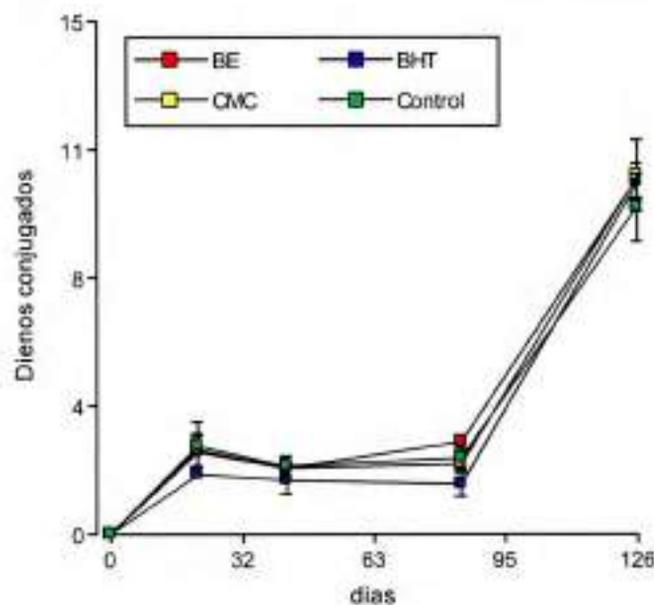


Figura 3.2. Dienos conjugados de los diferentes productos de almendra, durante el almacenamiento.

#### ■ Índice de p-anisidina (IA):

En el **Figura 3.3**, se observa los valores de p-anisidina en función del tiempo en diferentes productos de almendra a 40 °C. Estos resultaron poco representativos debido a la estabilidad de los ácidos grasos que tiene la almendra, produciendo escasos compuestos aldehídicos.

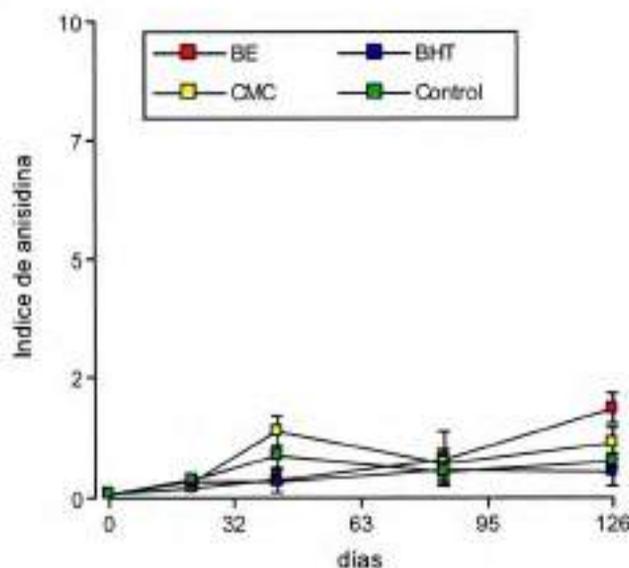


Figura 3.3. Índice de anisidina de los diferentes productos de almendra durante el almacenamiento.

### Cambios sensoriales de los productos de almendra durante el almacenamiento

De las variables estudiadas en el análisis sensorial descriptivo, solo se tuvieron en cuenta los atributos que variaron en función del tiempo y los que estuvieron relacionados con los antioxidantes utilizados, como el color de la piel y sabor oxidado.

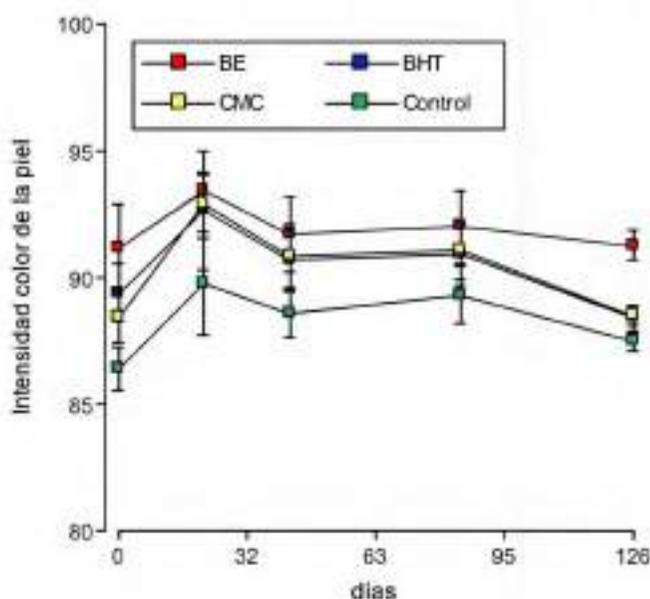


Figura 3.4. Intensidad del color de la piel de los diferentes productos de almendra.

La **Figura 3.4.** muestra la intensidad de color de piel de los diferentes productos de almendra en función al tiempo. Se notó la mayor intensidad en la almendra que posee cubierta comestible con el agregado de polifenoles (BE) del tegumento de mani (antioxidante natural) y menor intensidad en la almendra control.

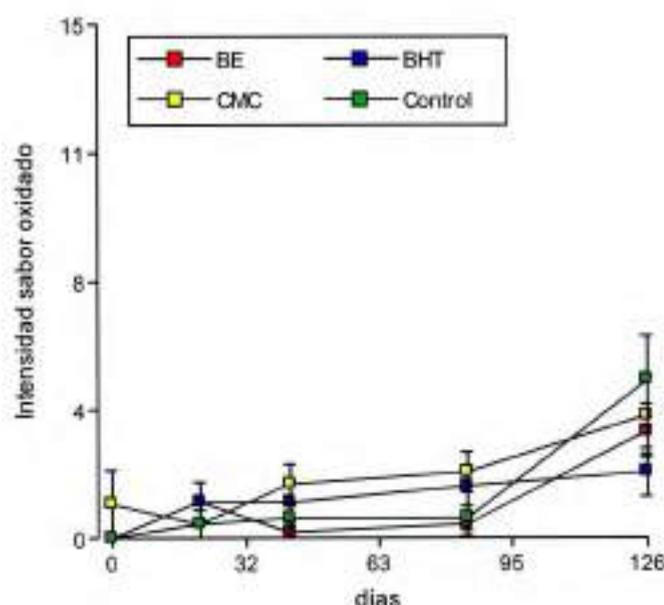
Se observó al inicio de la experimentación (tiempo 0) que hubo diferencias significativas en la intensidad de color de la piel, entre la almendra control y BE, y no se observaron diferencias significativas entre las almendras con cubierta de CMC y BHT. En el último tiempo (126 días) se observaron diferencias significativas entre la almendra BE respecto a los otros productos de almendra (control, CMC y BHT) (**Tabla 3.5.**).

**Tabla 3.5.** Intensidad del color de la piel de los productos de almendra según el tiempo de almacenamiento

DÍAS DE ALMACENAMIENTO	PRODUCTO (intensidad 0-150)							
	Control	*	CMC**	*	BHT**	*	BE**	*
0 (inicio)	86,40 ± 2,67	A	88,44 ± 3,17	ab	89,40 ± 3,66	ab	91,20 ± 5,35	b
126	87,47 ± 1,46	A	88,53 ± 1,55	a	88,40 ± 1,99	a	91,27 ± 2,28	b

\*Letras diferentes en las filas indican diferencias significativas entre productos (Anova y test LSD  $\alpha = 0,05$ ).

\*\*CMC almendra con cubierta de carboximetilcelulosa, BHT almendra con cubierta de butilhidroxitolueno y BE almendra con cubierta de polifenoles.



*Figura 3.5.* Intensidad del sabor oxidado de las muestras durante el almacenamiento.

En la **Figura 3.5.** se observa la intensidad del atributo sabor a oxidado, en función del tiempo, de los diferentes productos de almendra. Inicialmente no se observan diferencias significativas entre los productos, y la intensidad de este atributo se incrementó durante el tiempo de almacenamiento para todas las muestras. Al finalizar la experimentación se obtuvo mayor valor en intensidad de oxidado en la almendra control, siguiéndole la almendra con CMC, luego la almendra con BE y por último, en menor intensidad, la almendra con BHT.

Cabe aclarar que los atributos color interno, brillo, facilidad de pelado, porcentaje de pelado, dureza, crujiente, arenosidad, desmigajado, intensidad de tostado,

cartón, astringente, dulce, salado, amargo y ácido no presentaron cambios ni diferencias significativas entre las muestras.

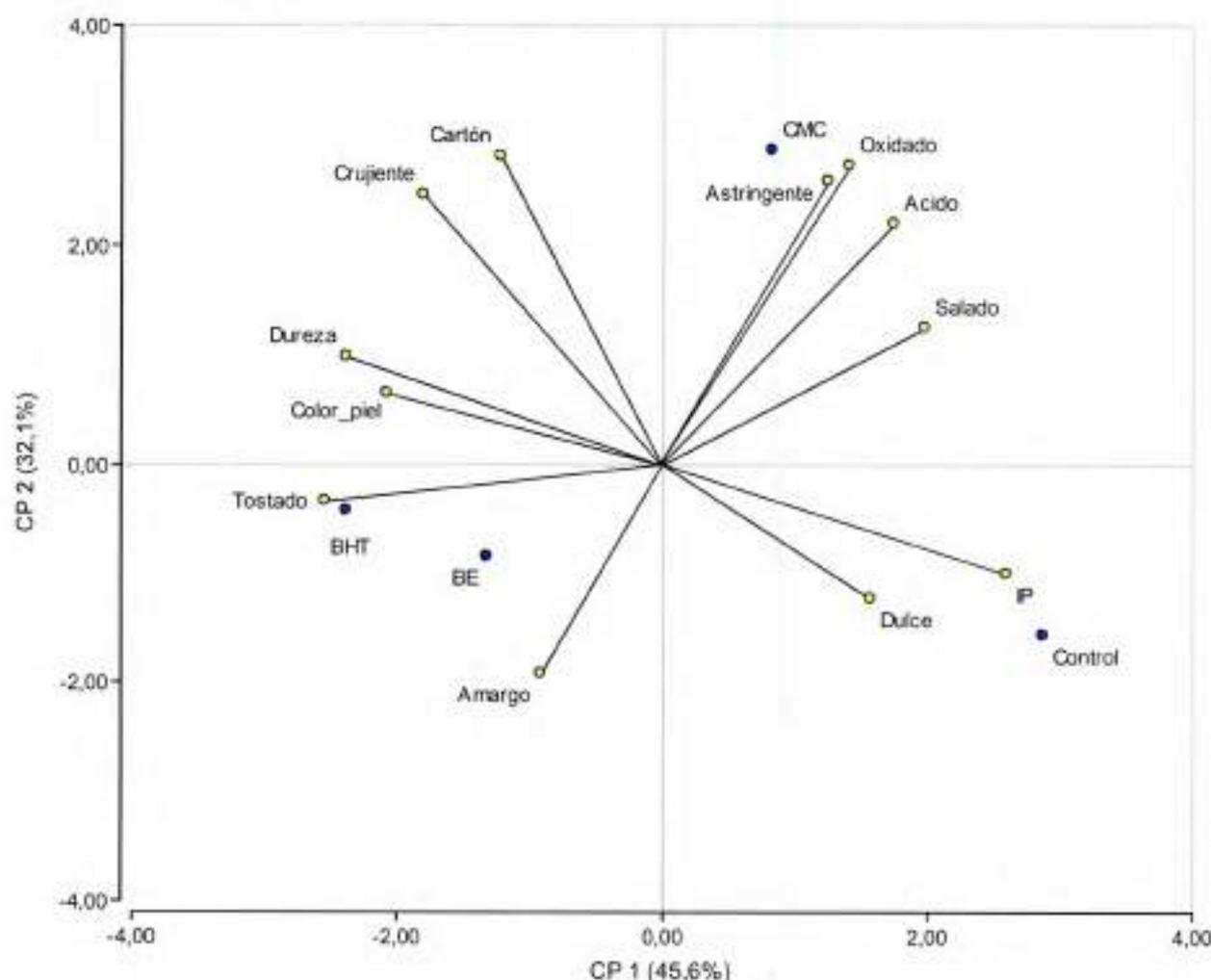


Figura 3.6. Biplot del análisis de componentes principales.

En la **Figura 3.6**, se muestra el biplot del análisis de componentes principales, de los productos estudiados (tratamientos: Control, BE, CMC, BHT) durante el almacenaje, considerando el indicador de oxidación índices de peróxido (IP) y las variables sensoriales: color piel, dureza, crujiente, sabor tostado, cartón, oxidado, astringente, gusto dulce, salado, amargo y ácido. Las dos primeras componentes explicaron un 77,7% de la variabilidad total.

Se puede observar que la almendra control se asoció con IP y gusto dulce. CMC se asoció a los atributos sensoriales de sabor oxidado, astringente, ácido y salado. Los productos BE y BHT se encontraron más relacionados a los atributos; tostado, color de la piel y amargo.

## DISCUSIÓN

La presente investigación, estuvo orientada a obtener información sobre la vida útil de las almendras con cubierta de carboximetilcelulosa con el agregado de antioxidante natural (polifenoles -BE-) obtenidos del tegumento de maní, en comparación con otros productos como la almendra sin cubierta (almendra control), almendra con cubierta de carboximetilcelulosa (CMC) y la almendra con cubierta con el agregado de antioxidante artificial (butilhidroxitolueno -BHT-).

### *Composición química de la almendra*

En el caso de la almendra investigada, el valor calórico total fue de aproximadamente 667 kcal por cada 100 g. Si lo comparamos con los valores energéticos presentados en las tablas nutricionales de Estados Unidos se observa que la almendra posee 643 kcal por cada 100 g, resultados cercanos a los determinados en el presente estudio (United States Department of Agriculture -USDA-, 2012).

La composición general de la semilla de almendra estudiada, se caracterizó por contener un 55 % de lípidos, un 26 % de proteínas, un 17 % de carbohidratos y 2 % de cenizas. Las estimaciones de nutrientes de la almendra en las tablas de alimentos de Estados Unidos indican: 51 % de lípidos, 23 % de proteínas, 23 % de carbohidratos y 3 % de cenizas. Estas diferencias pueden deberse a la variedad, las condiciones climáticas, de cultivo, suelo, etc. (Rivera Nuñez *et al.*, 1996). Es importante aclarar que si bien en el presente estudio no se determinó el contenido de fibra dietética total, las tablas de USDA refieren que la almendra tiene un alto contenido, presentando el 12,5 %.

Se destaca la riqueza de este alimento en su contenido proteico, lo que lo posiciona como alimento fuente de proteína vegetal. Pocos alimentos contienen cantidades de proteína de alrededor de 26 %, con excepción de algunas carnes, quesos y soja; siendo este valor superior al que posee los huevos, la leche, los cereales, otras legumbres y frutas que integran la dieta habitual (Mataix Verdú, *et al.*, 2009; Argenfoods, 2010; USDA, 2012).

El porcentaje de carbohidratos fue inferior en el presente estudio en comparación con lo informado por USDA (USDA, 2012).

Aunque la cantidad de lípidos totales en la semilla fue similar, la composición de ácidos grasos presentó diferencias con la informada en las tablas de alimentos de

Estados Unidos. Los ácidos grasos predominantes en la especie estudiada en el presente trabajo fueron los monoinsaturados (AGM) con el 71,65%, principalmente el oleico con el 71,25 %, siguiéndole en menor proporción los ácidos grasos poliinsaturados (AGP) con el 19,77 %, principalmente el linoleico y en cantidades inferiores se encontraron ácidos grasos saturados (AGS) con el 8,58 %, predominando el ácido palmítico con el 6,74 %. En la composición de ácidos grasos presente en las tablas de Estados Unidos predominan los AGM con un 66 %, les siguen en menor proporción los AGP con un 26 % y solo presenta un 8 % de AGS. En esta última se observa mayor porcentaje de poliinsaturados para la almendra de Estados Unidos que en la Argentina, lo que hace suponer que en dicho país la susceptibilidad a la oxidación de esta especie puede ser superior que la estudiada en el presente trabajo.

El consumo de grasas es esencial para nuestro organismo, cumple múltiples funciones, entre ellas favorece la síntesis de hormonas (sexuales y esteroideas), la solubilidad de vitaminas (A, D, E y K) y forma parte de la cubierta celular. Es importante destacar que la ingesta mínima recomendada a consumir diariamente es de un 15 % y la máxima de un 35 % del valor energético total; de las cuales entre el 6 y 11 % deben provenir de ácidos grasos poliinsaturados, no exceder el 10 % de ácidos grasos saturados, menos del 1 % de ácidos grasos trans y lo que resta completarse con ácidos grasos monoinsaturados (FAO, 2008). Como se observó en la presente investigación, la almendra se destacó por el alto contenido en ácido graso oleico el cual tiene numerosos beneficios en la salud ayudando a prevenir enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) como las enfermedades cardiovasculares (ECV), disminuye los valores de LDL (lipoproteínas de baja densidad) e incrementa el efecto protector de las HDL (lipoproteínas de alta densidad) en sangre (Benito, 2001; Boue *et al.*, 2009). En función de la composición de la almendra podemos afirmar que el consumo de esta puede aportar beneficios para nuestra salud y calidad de vida (Boue *et al.*, 2009).

### ***Indicadores de oxidación de la almendra***

Para establecer el grado de deterioro oxidativo de las almendras se evaluaron los indicadores químicos relacionados a la oxidación de los lípidos: índice de peróxido (IP), índice de anisidina (IA), dienos conjugados (DC) y trienos conjugados (TC) (Frankel, 2005; Fennema *et al.*, 2000). En este caso, al inicio de la experimentación el IP dio un valor muy bajo, en promedio de 0,84 meqO<sub>2</sub> / kg de muestra y los valores de IA, DC y TC no fueron detectados (valores cercanos a cero). De acuerdo al Código Alimentario

Argentino (CAA, 2000), el máximo nivel de IP permitido para aceite comestible es de 10 meqO<sub>2</sub> / kg. Es decir que las muestras inicialmente se encontraron en niveles de oxidación muy inferiores al establecido.

### ***Extracto de tegumento de maní***

El rendimiento de extracción fue de 82,17 miligramos de polifenoles totales en 1 gramo de tegumento de maní seco. Los fenoles y flavonoides totales del extracto fueron de 701,24 mg y 13,25 mg respectivamente por gramo de extracto de tegumento. Estos valores resultaron similares a los encontrados en extractos de tegumento de maní publicados en trabajos previos (Nepote *et al.*, 2002; Nepote *et al.*, 2004).

En el trabajo de Duh *et al* (1997) informaron 19,9 mg de compuestos fenólicos por g de cáscara (caja) de maní, utilizando etanol como solvente de extracción. Estos resultados indicarían que el tegumento de maní presenta mayor cantidad de compuestos fenólicos y antioxidantes naturales, en comparación con la caja del maní.

Tanto los fenoles como flavonoides son estudiados en la uva, precisamente en el vino tinto por sus efectos beneficiosos adicionales sobre la salud cardiovascular, previene cardiopatías coronarias y disminuye el riesgo de contracción de cáncer. El contenido total de fenoles en el vino tinto, varía entre 2,4 y 3,6 mg / mL y el de flavonoides entre 1,9 y 3,1 mg / mL, siendo inferior al presente en el tegumento de maní. Dicho contenido varía en función de diferentes condiciones; el suelo, la exposición (de las uvas) al sol (Price *et al.*, 1995), fertilización nitrogenada (Keller *et al.*, 1998), el estado hídrico de la planta (Ojeda, 1999) y del cepaje (Soleas *et al.*, 1997).

### ***Características sensoriales de los productos de almendra elaborados***

Si bien las almendras y el maní son consumidos en nuestro país, la utilización de diferentes cubiertas comestibles es prácticamente desconocida; por ello se consideró conveniente realizar una evaluación sensorial sobre estos productos (Warner, 2004).

Respecto al color de la piel, la almendra con cubierta de polifenoles del tegumento de maní tuvo mayor intensidad (91,20), no solo en relación a los otros productos de almendra elaborados, sino también a la referencia (nuez) cuya puntuación es de 50 y al maní en el cual este atributo se valoró con una puntuación de 27, empleando la misma escala de 0-150 (Nepote *et al.*, 2006a). Los atributos característicos de este alimento que mayor intensidad presentaron, en todos los productos, fueron; arenosidad (promedio 90,15) siendo que su referencia, la manzana

arenosa, presenta 100 puntos; dureza (84,60) superando ampliamente al maní cuya puntuación es de 41 y crujiente (75,38) también supera al maní (60) pero no a su referencia (copos de cereales) los cuales poseen un valor de 110 (Nepote *et al.*, 2006b). Los productos presentaron intensidades relativas de tostado entre 51,20 y 55,20, sin diferenciarse entre ellos, aunque sí con el maní, ya que evaluaciones sensoriales descriptivas lo valoran con 59 puntos (Nepote *et al.*, 2004c). Los atributos negativos relacionados a la oxidación, como lo es el sabor oxidado y cartón, se encontraron en intensidades igual a 0 (cero) para ambos. No obstante, aunque otros estudios indican que el maní tiene valores de 8 y 11 puntos respectivamente para estos atributos, lo que podría deberse a la composición de ácidos grasos que presenta (Plemmons *et al.*, 1998; Nepote *et al.*, 2006a).

#### ***Indicadores de oxidación de los productos de almendra durante el almacenamiento***

A partir de los resultados encontrados en los indicadores químicos (IP, DC, TC, IA) del estudio de almacenaje de los productos, se pudo observar que inicialmente, el único indicador detectado fue el IP, con valor inferior a 1 meqO<sub>2</sub> / Kg. Durante el tiempo de almacenamiento estudiado, se observaron incrementos en IP de las muestras, lo cual evidencia una tendencia al deterioro por oxidación. La menor estabilidad se evidenció en las muestras de almendra sin cubierta ni antioxidante, lo que podría indicar que el uso del recubrimiento aporta estabilidad al producto. Por otra parte, el agregado de antioxidante (natural y artificial) mostró efecto protector, siendo el BHT superior al extracto de tegumento de maní. Sin embargo, existen estudios que indican que los antioxidantes artificiales pueden ser tóxicos o cancerígenos y se prefiere el reemplazo de los mismos por antioxidantes de origen natural (Louis, 1999; Boue *et al.*, 2009; Pastor *et al.*, 2011). En trabajos previos donde el extracto de tegumento de maní fue aplicado sobre aceite, maní y otros alimentos, también se observaron resultados positivos en cuanto a las propiedades antioxidantes de estos compuestos (Nepote *et al.*, 2002; Nepote *et al.*, 2004a; Larrauri *et al.*, 2011).

Por otra parte, el valor límite establecido por el CAA (CAA, 2000) para IP (10 meqO<sub>2</sub> / kg) no fue alcanzado en ninguna de las muestras durante el tiempo de almacenaje estudiado, lo cual indicaría que todos los productos presentan estabilidad frente a procesos de peroxidación, debido a la composición predominante de ácidos grasos monoinsaturados (oleico). Comportamientos similares fueron informados en trabajos previos con almendras recubiertas (Gayol *et al.*, 2009) y con maní alto oleico

(Nepote *et al.*, 2006b). Si bien el presente estudio tuvo un diseño experimental de 126 días (4 meses aproximadamente). Visto lo anterior, sería interesante conocer el tiempo máximo de vida útil, teniendo en cuenta los valores de IP máximos permitidos por el CAA.

#### ***Características sensoriales de los productos de almendra durante el almacenamiento***

Durante el almacenaje de los productos, se observaron pocos cambios en los atributos sensoriales. Inicialmente el único atributo que mostró diferencias significativas entre los productos fue el color de la piel. Dichas diferencias se mantuvieron durante todo el período analizado, siendo la muestra con el extracto de tegumento la que tuvo mayor intensidad de dicho atributo. El atributo relacionado a la oxidación (sabor a oxidado) inicialmente tuvo valores muy bajos, que se incrementaron levemente durante el período de almacenamiento, evidenciado cierto deterioro de las muestras, principalmente en la almendra sin cubierta ni antioxidantes.

En otros trabajos publicados sobre análisis sensorial descriptivo de maní, se pudo observar que atributos como sabor a oxidado, a cartón, pintura, tienden a incrementarse durante el período de almacenamiento, relacionados al incremento de compuestos de oxidación (peróxidos, aldehídos, etc.), mientras que atributos característicos como el sabor a tostado, tienden a decrecer por efecto del deterioro (Nepote *et al.*, 2004a,c; 2006a,b,c).

# CAPÍTULO 4

## Conclusión

## CONCLUSIÓN

En el presente trabajo se logró evaluar química y sensorialmente la almendra (*Prunus amygdalus* Batsch), aplicando una cubierta con el agregado de antioxidantes naturales, polifenoles extraídos del tegumento de mani con la finalidad de lograr una mayor vida útil y así retardar el enranciamiento del fruto.

De acuerdo a los objetivos planteados, se puede concluir que la composición química de la semilla de almendra (*Prunus amygdalus* Batsch) Non Pareil es alta en lípidos y proteínas. En su aceite, predominan los ácidos grasos monoinsaturados, principalmente el oleico; siguiéndole en menor proporción los ácidos grasos poliinsaturados, principalmente el linoleico y en cantidades inferiores se encuentran los ácidos grasos saturados predominando el ácido grado palmítico.

Los indicadores químicos de oxidación (índice de peróxido, dienos, trienos y p-anisidina) de la almendra utilizada al inicio del estudio resultaron con valores muy bajos o nulos.

El rendimiento de extracción de polifenoles obtenidos del tegumento de mani variedad Runner fue de 82,17 mg de polifenoles totales en 1 g de tegumento de mani seco. El contenido de fenoles totales resultó de 701,24 mg y los flavonoides de 13,25 mg / g extracto. Este extracto fue utilizado para la elaboración del producto de almendra con recubrimiento y antioxidante natural.

Los evaluadores entrenados encontraron 17 atributos que caracterizaron a los productos de almendra. El atributo color de la piel es el que mostró diferencias entre las muestras, resultando la almendra con cubierta y el extracto de tegumento de mani la de mayor intensidad de este atributo. Otros atributos encontrados en intensidades elevadas en todas las muestras fueron dureza, crujiente y arenosidad.

El estudio de almacenaje de los 4 productos (almendra control, CMC, BE y BHT) mostraron que las muestras son estables a la oxidación, ya que los incrementos más notorios fueron para el índice de peróxido, pero sin sobrepasar el límite establecido por el CAA de 10 meqO<sub>2</sub> / kg durante el período analizado. El producto sin aditivos mostró la menor estabilidad.

En cuanto a la evaluación de los atributos sensoriales durante el almacenaje, no se observaron cambios importantes en las muestras durante el período estudiado.

El recubrimiento de carboximetilcelulosa y el agregado de antioxidantes naturales y artificiales aportaron protección ante la oxidación de los productos de almendra tostada.

Los avances en el conocimiento de la utilización de cubierta antioxidante naturales en alimentos, representa un aporte significativo a los fines de alargar la vida útil de diferentes productos alimenticios, satisfaciendo las necesidades de un consumidor exigente, que busca alimentos saludables, naturales, favoreciendo la sustentabilidad.

En base a estas conclusiones, se puede decir que la almendra es un alimento que por su composición química es muy estable a la oxidación ya que presenta un alto contenido de ácidos grasos monoinsaturados. Los productos de almendra elaborados con cubierta de carboximetilcelulosa y antioxidante fueron los menos susceptibles al enranciamiento, pudiendo afirmar que aportan estabilidad al alimento y el tegumento de mani es una fuente interesante de antioxidante natural.

# BIBLIOGRAFÍA

## BIBLIOGRAFÍA

1. AACC. 2000. *Approved Methods of Analysis*, 10th ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN. (Libro: Food Analysis Laboratory Manual).
2. Anzaldúa A, Morales. 1994. *Evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. Editorial Acribia. S.A Zaragoza. España.
3. AOAC. 1995. *Official methods of analysis of the AOAC* (16th edn). Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
4. Argenfoods. Tabla de composición de alimentos. (En línea). 2010. Universidad Nacional de Luján. Disponible en: <http://www.argenfoods.unlu.edu.ar/Tablas/Tabla.htm>.
5. Benito S. 2001. *Los flavonoides en la protección vascular a través de la dieta en ratas: actividad antioxidante y vaso relajante*. Barcelona. España.
6. Bolsa de Comercio de Rosario. Reporte especial de oleaginosas. Maní. 19/10/2001. Número 3. Departamento de Capacitación de la Bolsa de Comercio de Rosario. 2001. [www.bcr.com.ar](http://www.bcr.com.ar).
7. Boue SM, Cleveland T, Carter Wientjes C, Shih BY, Bhatnagar D, McLachlan JM, Burow ME. 2009. Phytoalexin-enriched functional foods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 57: 2614-2622.
8. Buranasompoba A, Tangb J, Powersa JR, Reyesb J, Clarka S, Swansona BG. 2006. Lipoxygenase activity in walnuts and almonds. *Science Direct. LWT* 40 893-899.
9. Cámara Argentina del Maní. 2013. *Datos de Estadísticas de Producción y Exportaciones de maní. 2012 / 2013*.
10. Cámara Manisera de Córdoba. 2013. *La actividad manisera hoy*.
11. Cantos E, Gerrero RF, Puertas B, Jiménez MJ, Jurado MS. Tratamiento postcosecha de uva de vinificación con radiación UVC para obtención de vinos enriquecidos en resveratrol. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*. Vol. 8, Núm. 2, pp. 112-120. 2007.
12. Carelli AA, Bodnariuk P y Crapiste GH. 2000. Efectividad de los Antioxidantes en el Aceite de Girasol. *Aceites y Grasas*, año 10, n° 39, junio 2000: 227-2231.
13. Castro J, Bertelsen G. 2003. *Diferenciación Floral en Cinco cultivares de Almendro en Chile*. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 79-86.

14. Cherif A, Sebei K, Boukhchina S, Kellel H, Azul J. 2004. Kernel Fatty Acid and Triacylglycerol Composition for Three Almond Cultivars During Maturation. *JAOCs*. 81 (10): 901-905.
15. CIARA. 2013. Cámara de la Industria Aceitera de la República Argentina. Anuario Estadístico de Oleaginosas. Producción y Exportaciones Argentinas de Oleaginosas y Derivados. [www.ciara.com.ar](http://www.ciara.com.ar).
16. Código Alimentario Argentino (CAA). 2000. Capítulo II. Condiciones Generales de las Fábricas y Comercios de Alimentos. Artículo N° 18 in Código Alimentario Argentino, Ley 18.284. Ed by De la Canal y Asociados SRL, Buenos Aires, Argentina.
17. Código Alimentario Argentino (CAA). 2000. Capítulo XI. Alimentos Vegetales. Artículo N° 895 in Código Alimentario Argentino, Ley 18.284. Ed by De la Canal y Asociados SRL, Buenos Aires, Argentina.
18. COL. 2001. *Método de análisis, prueba espectrofotométrica en el ultravioleta. Document COLT, 20/ Doc n° 19/Rev. 1*. Madrid, Spain: International Olive Oil Council (IOOC).
19. Coniglio RM. 2008. Frutos secos: el cultivo del almendro. Una actividad alternativa. Revista agro mensaje de la facultad. ISSN 16698584.
20. Doreste P. 2013. Frutas secas y deshidratadas. Alimentos Argentinos-S.A.G.P. y A. Anuario 2013.
21. Doreste P. 2013. Informe de Coyuntura n°1. Sector de frutas secas: Almendra (*Prunus amygdalus*). Dirección Nacional de Agroindustria 4 p.
22. Duh P, Yen G. 1997. Antioxidant Efficacy of Methanolic Extracts of Peanut Hulls in Soybean and Peanut Oils *JAOCs* 74 (6): 745-748.
23. Fennema OR, Nawar WW. 2000. Lípidos. En Química de los Alimentos. Zaragoza España. Segunda Edición. Editorial Acribia.p 270-376.
24. Frankel, EN. 2005. Lipid Oxidation. (Second Edition. The Only Press, PJ Barnes & Associates PO Bos 200. p. 1-450. Bridgwater TA7 0YZ, England.
25. Gamba JM, Grimoldi AS, Pérez AM. 2014. Fenología, rendimiento y tamaño de grano de tres variedades comerciales de maní (*Arachis hypogaea* L.) en condiciones de campo para la zona central de la provincia de Córdoba, Argentina. *Agriscientia*. Vol. 31 (1): 25-33.

26. García Martínez MS. 2009. Recursos forestales en un medio semiáridos. Nuevos datos antropológicos para la Región de Murcia desde la Edad del Bronce hasta Época medieval.
27. Gayol MF, Soliani S, Quiroga PR, Nepote V, Grosso NR. 2009. Effect of prickly pear and algarrobo pod syrup coatings on consumer acceptance and stability of roasted almonds. *Journal Sci Food Agric.* 89: 2415-2420.
28. Grosso NR, Guzmán CA. 1995. Chemical Composition of aboriginal peanut (*A. hypogaea*) seeds from Perú. *Journal of Agric. and Food Chem.* 43: 102-105.
29. Grosso NR, Nepote V, Guzmán CA. 2000. Chemical composition of some wild peanut species (*Arachis L.*) seeds. *J Agric Food Chem.* 48(3):806-809.
30. Grosso NR, Resurreccion AVA. 2002. Predicting consumer acceptance ratings of cracker-coated and roasted peanuts from descriptive analysis and hexanal measurements. *J Food Sci.* 67 (4): 1530-1537.
31. Grosso NR, Resurreccion AVA, Walker GM, Chinnan MJ. 2008. Sensory profiles and hexanal content of cracker-coated and roasted peanuts stored under different temperatures. *Journal of Food Processing and Preservation* 32(1):1-23.
32. Gutiérrez Maydata A. Vino, polifenoles y protección a la salud. *Rev. cuba. aliment. nutr.* 16(2):134-41, jul.-dic. 2002.
33. Huxley A. 1992. *New RHS Dictionary of Gardening.* Macmillan ISBN 0-333-47494-5.
34. InfoStat. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba. 2013.
35. IUPAC. 1987. *Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives.* 7<sup>th</sup> Edition. Method Number 2.504. *Determination of the p-Anisidine Value (p-AV).* Blackwell Scientific Publications. Boston MA, Oxford, UK.
36. Kanner J, Frankel E, Granit R, German B, Kinsella JE. 1994. *J Agric Food Chem.* 42: 64-69.
37. Keller M, Hrazdina G. 1998. Interaction of nitrogen availability during bloom and light intensity during veraison. II. Effects on anthocyanin and phenolic development during grape ripening. *Am. J. Enol. Vitic.* 49:341-349.
38. Klatsky AL, Armstrong MA, Friedman GD. 1992. Alcohol and Mortality. *Ann. Intern. Med.* 1992, 117: 646-654.

39. Kodad O, Socias ICR. 2008. Variability of oil content and of major fatty acid composition in almond (*Prunus amygdalus Batsch*) and its relationship with kernel quality. *J. AgricFood*.
40. Kosáry J, Nikolettá Kiss MK, Teréz B. 2005. Almond Lipoxygenases.
41. Krapovickas A, Gregory WC. 1994. Taxonomía del género *Arachis*. *Bonplandia*. 8 (1-4): 1-187.
42. Lambelet P, Saucy F, Lölliger J. 2000. *Aceites y Grasas*, año 10, n° 39, junio 2000: 217-220.
43. Landeta MC. 2010. Estudio de películas y recubrimientos comestibles y su aplicación en la industria alimentaria. Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires y Università degli Studi Di Parma.
44. Lannamico L. 2013. Frutos Secos y Frutas Deshidratadas. Área de Estudio Sectoriales – Dirección de Agroalimentos.
45. Larrauri M, Barrionuevo MG, Riveros C, Mestrallet M, Zunino MP, Zygadlo JA, Grosso NR, Nepote V. 2013. Effect of peanut skin extract on chemical stability and sensory properties of salami during storage. *Journal Sci Food Agric*. 93: 1751-1757.
46. Larrauri M, Grosso NR, Nepote V. 2013. Fracciones purificadas de extractos polifenólicos del tegumento de maní como potenciales antioxidantes naturales. FCA, UNC, Argentina, Córdoba.
47. Lawless HT, Heymann H. 1999. *Sensory Evaluation of Food*. Chapman & Hall Food Science Book, Aspen Publisher, Inc.: Gaithersburg, Maryland, pp 1-825.
48. Li M, Bellmer DD, Brusewitz GH. 1999. Pecan kernel breakage and oil extracted by supercritical CO<sub>2</sub> as affected by moisture content. *Journal of Food Science*, 64: 1084-1088.
49. Louis R. Masquelier's OPC Aids Heart & Immune System. *Well Being Journal* Vol. 8, No. 5 ~ September/October 1999.
50. Luximon-Ramma A, Bahorun T, Crozier A, Zbarsky V, Datla KP, Dexter DT, Aruoma OI. 2004. Characterization of the antioxidant functions of flavonoids and proanthocyanidins in Mauritian black teas. *Food Research International* 38 (2005) 357-367.
51. Maestri DM, Labuckas DO, Meriles JM, Lamarque AL, Zygadlo JA, Guzman CA. 1998. Seed composition of soybean cultivars evaluated in different

- environmental regions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 77: 494-498.
52. Maocho F. 2010. El almendro un árbol típico de xerojardinería.
53. Marginet Campos JL. 2005. Almendras Análisis de Cadena Alimentaria. SAGPYA Dirección Nacional de Alimentos. <http://www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/frutas/almendras/almendras.htm>.
54. Martínez MJ. 2014. Caracterización de la composición química y nutricional del mani. Laboratorios de Calidad de Granos de la EEA INTA.
55. Masquelier J. 1999. *Plant extract with a proanthocyanidins content as therapeutic agent having radical scavenger effect and use thereof*. US Patent 4,698,360, October 6.
56. Mataix Verdú J, García Diz L, Mañas Almendros M, Martínez de Vitoria E, Llopis González J. 2009. Tabla de composición de alimentos. 5ta edición. Universidad de Granada. España.
57. Moayedi A, Rezae K, Moini S, Keshavarz B. 2010. Chemical Compositions of Oils from Several Wild Almond Species. *J Am Oil Chem Soc*.
58. Moor NJ, et al. 1993. Avances en genotecnia de frutales, 1º Edición en español. Editorial: AGT, México.
59. Navarro Tarazaga ML. 2007. Efecto de la composición de recubrimientos comestibles a base de hidroxipropilmetilcelulosa y cera de abejas en la calidad de ciruelas, naranjas y mandarinas. Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de Tecnología de Alimentos. Valencia.
60. Nepote V, Grosso NR, Guzmán CA. 2002. Extraction of antioxidant components from peanut skins. *Grasas y Aceites*. Vol. 53, Fasc. 4: 391-395. España.
61. Nepote V, Mestrallet MG, Grosso NR. 2004a. Natural Antioxidant Effect from Peanut Skins in Honey-roasted Peanuts. *Journal of food science*. Vol. 69, Nr. 7.
62. Nepote V, Grosso NR, Guzman CA. 2004b. Radical scavenging activity of extracts of argentine peanut skins (*arachis hypogaea*) in Relation to its *trans*-resveratrol content. *Journal of the Argentine chemical society*. Vol. 92(4/6):41-49.
63. Nepote V, Mestrallet MG, Carnacini L, Días MJ, Ryan LC, Conci S, Grosso NR. 2004c. Honey roasted peanuts and roasted peanuts from Argentina. Sensorial and chemical analyses. *Grasas y aceites*. Vol. 55. Fasc. 4: 401-408. España.

64. Nepote V, Grosso NR, Guzman CA. 2005. Optimization of extraction of phenolic antioxidants from peanut skins. *J Sci Food Agric.* 85(1): 33-38.
65. Nepote V, Mastrallet MG, Grosso NR. 2006a. Oxidative stability in fried-salted peanuts elaborated with high-oleic and regular peanuts from Argentina. *International Journal of Food Science and Technology.* 41, 900-909.
66. Nepote V, Mestrallet MG, Accietto RH, Galizzi M, Grosso NR. 2006b. Chemical and sensory stability of roasted high-oleic peanuts from Argentina. *J Sci Food Agric.* 86: 944-952.
67. Nepote V, Mestrallet MG, Ryan L, Conci S, Grosso NR. 2006c. Sensorial and chemical changes in honey roasted peanuts and roasted peanuts stored under different temperatures. *J Sci. Food Agric.* 86: 1057-1063.
68. Ochoa MC, Ayala AA. 2011. Los flavonoides: apuntes generales y su aplicación en la industria de alimentos. <http://hdl.handle.net/10893/1571>.
69. Ojeda H. 1999. Influence de la contrainte hydrique sur la croissance du péricarpe et sur l'évolution des phénols des baies de raisin (*Vitis vinifera* L.) cv. Syrah. Thèse de Doctorat, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier.
70. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2008. Grasas y ácidos grasos en nutrición humana. Alimentación y Nutrición 91. Ginebra, Suiza. FAO ISBN 978-92-5-3067336.
71. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2012. Almendras, con espacio para crecer.
72. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2014. La agricultura familiar en el siglo XXI. Washington. E.E.U.U.
73. Pastor M, De C. 2011. Estudio sobre la capacidad antioxidante celular inducida por el polifenol natural Pterostilbeno. <http://hdl.handle.net/10251/16198>.
74. Pérez Gago M, Del Río M, Rojas Argudo C. 2008. Recubrimientos comestibles en frutas y hortalizas. Centro de Postcosecha del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA). *Revista Horticultura* 207:54-57.
75. Perez JM. 2008. Lípidos en los alimentos. Universidad Autónoma de México.
76. Plemmons LE, Resurrección AVA. 1998. A warm-up sample improves reliability of responses in descriptive analysis. *J. Sensory Studies.* 13:359-376.
77. Pons Biescas A y otros. 2005. Bebida isotónica energética y procedimientos de obtención. Patente 2 231 710. España de ES 2 231 710 T3.

78. Price SF, Breen PJ, Valladao M, Watson BT. 1995. Cluster sun exposure and quercetin in Pinot noir grapes and wine. *Am. J. Enol. Vitic.* 46:187-194.
79. Resurreccion AVA. 1998. *Consumer Sensory Testing for Product Development*. Aspen Publisher Inc. Gaithersburg, Maryland.
80. Riveros CG, Mestrallet MG, Quiroga PR, Nepote V, Grosso NR. 2013. Preserving sensory attributes of roasted peanuts using edible films. *International Journal of Food Science and Technology*. 48, 850–859.
81. Rojas Graü MA, Oms Oliu G, Soliva Fortuny R, Martín Belloso O. 2009. The use of packaging techniques to maintain freshness in fresh-cut fruits and vegetables: a review. *International Journal of food Science and Technology*. 44, 875 – 889.
82. Rushforth K. 1999. *Árboles de Gran Bretaña y de Europa*. Collins ISBN 0-00-220013-9.
83. SAGPyA. 2006. *Indicadores del Sector Manisero 2003 / 2004*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación de la República Argentina. Web: [www.sagpya.gov.ar](http://www.sagpya.gov.ar).
84. Sanders TH, McMichael RW Jr, Hendrix KW. 2000. Occurrence of Resveratrol in Edible Peanuts. *J Agric Food Chem.* 48 (4): 1243-1246.
85. Sleiman Figueroa R, Rodrigo Provedo J, Salas Salvadó J. 2002. Efecto de los frutos secos sobre la salud: alimentos clave en la prevención de diferentes enfermedades. *Alim. Nutri. Salud.* 9(2):51-58.
86. Smoliga JM, Baur JA, Hausenblas HA. 2011. “Resveratrol and health – A comprehensive review of human clinical trials”, *Molecular Nutrition and Food Research*, 55:8, 1129–1141.
87. Sobolev V, Horn B, Potter T, Deyrup ST, Gloer JB. 2006. “Production of stilbenoids and phenolic acids by the peanut plant at early stages of growth”. *Journal and Agricultural and Food Chemistry*. 54:10, 3505-3511.
88. Soleas GJ, Dam J, Carey M, Goldberg DM. 1997. Toward the fingerprinting of wines: cultivar-related patterns of polyphenolic constituents in Ontario wines. *J. Agric. Food. Chem.* 45:3871-3880.
89. St Angelo AJ. 1996. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 36(3): 175-224.
90. Tablas de composición de alimentos USDA. 2013. United States Department of Agriculture. Nacional Agriculture Library. <http://www.nal.usda.gov/>.

91. Torres MM, Martínez ML, Maestri DM. 2005. A multivariate study of the relationship between fatty acids and volatile flavor components in olive and walnut oils. *Journal of the American Oil Chemist's Society*, 82: 105–110.
92. USDA (United States Department of Agriculture). 2012. *Demand for U.S Nuts is Booming*.
93. Valenzuela A, Sanhueza J, Nieto S. 2000. Rancidez oxidativa en la industria de nutrición animal: el uso racional de los antioxidantes. *Aceites y Grasas*, año 10, nº 39, junio 2000: 201-216.
94. Wardlaw GM. 1999. *Perspectives in nutrition*. McGraw-Hill, New York, USA.
95. Warner K. 2004. Evaluación sensorial. *Aceites y grasas*. Tomo XIV. 4 (57):596-600.
96. Waterman PG and Mole S. 1994. *Analysis of Phenolic Plant Metabolites*. Blackwell Cientific Publications, Oxford, UK.
97. Waterman PG, Mole S. 1994. *Analysis of Phenolic Plant Metabolites*. Blackwell Cientific Publications, Oxford, UK.
98. Zaritzky NE. 2008. Evolución y desarrollo de plásticos biodegradables. Centro de Investigaciones y Desarrollo en Criotecología de Alimentos (CIDCA). UNLP – CONICET.
99. Zaritzky NE. 2008. Películas biodegradables y recubrimientos comestibles a base de hidrocoloides: caracterización y aplicaciones. Centro de Investigaciones y Desarrollo en Criotecología de Alimentos (CIDCA). UNLP – CONICET.
100. Zhishen J, Mengcheng T, Jianming W. 1999. *Food Chemistry* 64:555–559.

ANNEXO

## ANEXO

Planilla (encuesta) utilizada por los jueces entrenados en la evaluación sensorial descriptiva de la almendra:

## SENSORIAL ALMENDRAS

Juez: .....

Escala: 1 - 150 puntos

Fecha: .....



ATRIBUTO	Referencia	Warm up	MUESTRAS											
Color de la piel	Nuez: 50	86												
Color interno		43												
B brillo	Poroto: 20	8												
Facilidad de pelado	Mani: 150	33												
Porcentaje de pelado	Mani: 150	35												
Dureza	Nuez: 40	83												
Crujiente	Copos: 110	75												
Arenosidad	Manzana: 100	60												
Desmigajado	Alfajor maicena: 110	35												
Intensidad de tostado		55												
Carton		10												
Oxidado	Nuez: 0	0												
Astringente	Nuez: 50	15												
Dulce	Nuez: 12	20												
Salado	Nuez: 5	5												
Amargo	Nuez: 35	15												
Acido	Nuez: 5	5												

\*Facilidad de Pelado: notar 5 veces la almendra sin romperla (1= No se pela nada; 150= se pela completamente)

\*\* Porcentaje de Pelado: luego del pelado observar cuanto piel queda adherida a la almendra (1= completamente cubierta; 150= completamente desprendida)

\*\*\* Arenosidad: sensación de arenosidad en la boca mientras se está masticando (1= no se percibe; 150= completamente arenosa y pastosa)

\*\*\*\* Desmigajado: como se desprenden las partículas al morder 2 veces la almendra (1= queda la almendra entera; 150= completamente desmigajado)



Presentación en congreso:



Publicación aprobada y aceptada, actualmente en prensa:

Journal of Food Science



### Chemical and sensory quality preservation in coated almonds with the addition of antioxidants

Journal:	<i>Journal of Food Science</i>
Manuscript ID:	JFDS-2015-1502
Manuscript Type:	7 JFS: Sensory and Food Quality
Date Submitted by the Author:	04-Sep-2015
Complete List of Authors:	Larrauri, Mariana; Universidad Nacional de Córdoba, Química Biológica, FCA Demaria, Maria; Universidad Nacional de Córdoba, Escuela de Nutrición, Facultad de Ciencias Médicas Ryan, Liliana; Universidad Nacional de Córdoba, Escuela de Nutrición, Facultad de Ciencias Médicas Asensio, Claudia; Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, IMBIV-CONICET, Biochemistry Grosso, Nelson; Universidad Nacional de Córdoba, Química Biológica Nepote, Valeria; FCEFyN, UNC, ICTA
Keywords:	peanut, coatings, antioxidant, sensory

SCHOLARONE  
Manuscripts