

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS**

***“Calidad nutricional en variedades de Maní Tegua y Granoleico. Estabilidad y aceptabilidad de sus aceites. Efecto de su ingesta sobre niveles de lípidos plasmáticos en ratones”.***

Trabajo de Tesis para optar al  
Título de Doctor en Ciencias de la Salud

Liliana Cecilia Ryan

CORDOBA  
REPÚBLICA ARGENTINA

2011

## **COMISIÓN DE SEGUIMIENTO DE TESIS**

Director: Dr Nelson Rubén Grosso

Integrantes:

Dra Graciela Stutz

Dr Carlos A. Guzmán

Artículo 28° del Reglamento de la Carrera de Doctorado en Ciencias de la Salud, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de Córdoba.(RHCD 53/02 y RHCS 195/02).

“LA FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS NO SE HACE SOLIDARIA CON LAS OPINIONES DE ESTA TESIS”

**DEDICATORIAS**

*A mi extraordinaria familia*

*A Nora y Guillermo*

*A Matías, Belén, Juan Pablo y Jazmín*

*A Oscar Gustavo*



## AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi profundo agradecimiento a quienes han hecho posible, con su aporte material, su sostén afectivo o su apoyo científico, la concreción y desarrollo de este trabajo

Al Personal Docente, no Docente y Directivos de la Escuela de Nutrición, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de Córdoba

A los integrantes de la Cátedra de Fisiología Humana, dependiente de la Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de Córdoba.

A los integrantes de la Planta Piloto y del Laboratorio de Evaluación Sensorial del Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (ICTA), Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba.

A la Cátedra de Química Biológica, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba.

Al Laboratorio de Calidad de Granos del INTA de Manfredi y al Centro de Excelencia y Productos y Procesos, CEPROCOR, de la Provincia de Córdoba.

A mis colegas y colaboradores de la Cátedra Fundamentos de la Alimentación.

A los ex alumnos, ahora profesionales a quienes he dirigido sus tesinas las cuales han servido de base para ésta presentación.

A la comisión de seguimiento de la presente tesis, Dra Graciela Stutz, Dr Carlos Guzmán y en especial a mi director Dr Rubén Grosso por sus inestimables aportes y por todos éstos años de acompañamiento en ésta difícil tarea de contemporizar docencia e investigación.

Al grupo de investigación, en especial Valeria, Marta, Silvia y Rubén Olmedo por su desinteresada colaboración.

A mis amigos.

Y sobre todo a mi querida y gran familia, a mis padres ejemplares, hermanas, a mis hijos y esposo.

*Son muchas las personas que han estado y están siempre acompañandome, no podría nombrar a cada una de ellas, pero sepan que dentro mío cada uno de ustedes ha puesto la palabra o la acción en el momento indicado.*

*Para todos los que han compartido este tramo del camino ...*

*A todos gracias!, gracias por brindarme la posibilidad de alcanzar este logro ...*

Este trabajo fue financiado por SECyT (UNC) y CONICET.

## **INDICE**

INTRODUCCIÓN .....	5
MATERIALES Y MÉTODOS .....	28
RESULTADOS .....	43
DISCUSIÓN .....	70
BIBLIOGRAFÍA .....	97
APÉNDICE .....	112

Difusión de los resultados

## RESUMEN

El maní es una de las principales oleaginosas del mundo y Argentina es uno de sus principales productores y exportadores. En la provincia de Córdoba se concentra el 94,63% del cultivo. Las variedades del tipo Runner: cultivar Tegua y Granoleico, presentan perfiles muy diferentes de ácidos grasos. El alto contenido en ácido graso monoinsaturado en los productos derivados de maní lo hace muy estable ante los procesos de oxidación y altamente beneficioso para la prevención de enfermedades cardiovasculares.

El **objetivo** de este estudio fue valorar la calidad nutricional de los maníes de las variedades Tegua (T) y Granoleico (GO) mediante el análisis de la estabilidad y aceptabilidad de sus aceites y en especial la evaluación de sus efectos sobre los lípidos plasmáticos en ratones *Albino swiss*.

**Materiales y métodos:** Se utilizaron granos de maní de las variedades citadas, se determinaron macronutrientes, humedad, minerales y tocoferoles. Se obtuvo aceite de maní por método de prensado en frío. Se evaluó la composición de ácidos grasos y se la comparó con las de otros aceites vegetales (girasol, maíz, soja, canola y oliva). **Estabilidad.** Se analizaron índice de peróxido (IP), índice de p-anisidina (IA) y dienos conjugados (DC) en aceites puros (T-GO 100-0 y T-GO 0-100) y en mezclas de las variedades: al 25% (T-GO 75-25), al 50% (T-GO 50-50) y al 75% (T-GO 25-75) almacenados en estufa a 60 °C. **Lípidos plasmáticos.** Se realizó un modelo experimental con ratones *Albino swiss* (n=81), se utilizaron dietas semisintéticas con la adición de aceites refinados de girasol, oliva, maní GO y dieta comercial. Se controló el peso semanalmente. A los 77 y 126 días de tratamiento se los sacrificó y midieron los lípidos plasmáticos: triglicéridos, colesterol total, cHDL y cLDL. **Análisis sensorial.** Se comparó la aceptabilidad de los aceites de maní, girasol y oliva extravirgen. **Estadística.** Varianza, test de LSD Fisher ( $\alpha=0,05$ ) y regresión.

**Resultados:** En los granos de maní crudo, tostado y frito de ambos cultivares se encontró materia grasa entre 46% y 52% y de proteínas de entre 25% y 29%; en general, el maní GO presentó el mayor porcentaje de materia grasa y la variedad T la de proteínas. Los valores energéticos oscilaron entre 598 Kcal (crudo) y 640 Kcal (frito), por cada 100 g. Los ácidos grasos predominantes fueron los monoinsaturados (MUFA), con valores cercanos al 80% en variedad GO. En el maní frito se observó un aumento de ácido linoleico resultante de la absorción del aceite de girasol utilizado en la fritura. Los tocoferoles totales oscilaron entre 36,53mg y 39,91mg por cada 100 g de aceite siendo los más abundantes el  $\gamma$ Tocoferol y el  $\alpha$ Tocoferol. Los minerales más destacados fueron fósforo, magnesio, cobre y zinc.

*“Calidad nutricional en variedades de Maní Tegua y Granoleico. Estabilidad y aceptabilidad de sus aceites. Efecto de su ingesta sobre niveles de lípidos plasmáticos en ratones”.*

Al comparar el perfil de ácidos grasos se halló que el mayor contenido de ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) correspondía a los aceites de girasol, seguido por los de soja y de maíz. El porcentaje de ácido linolénico fue superior en canola y soja. El mayor contenido ácidos grasos saturados (SFA) se observó en aceite de oliva y maní T seguidos soja y maíz. Los MUFA representaron un 80% en aceite de maní GO, oliva (64%) y canola (63%).

**Efecto sobre lípidos plasmáticos.** Los niveles de triglicéridos a los 126 días de tratamiento fueron mayores en los ratones alimentados con dietas con aceite de oliva. Los lotes alimentados con los de girasol, maní y alimento comercial, no presentaron diferencias significativas. El colesterol total se incrementó en todos los tratamientos; el mayor contenido se halló en los animales con dietas con aceite GO a los 126 días. El cHDL, se incrementó también con el tiempo pero no se presentaron diferencias significativas entre los cuatro tratamientos. Los valores de cLDL más altos se registraron en ratones alimentados con aceite de girasol, y los más bajos se observaron en aquellos suministrados con aceite maní GO y oliva. En las mediciones de peso no se encontraron diferencias significativas entre lotes.

**Estabilidad.** Los IP, DC e IA mostraron aumentos durante el almacenaje siendo mayor en la variedad T. La estabilidad aumentó con la relación O/L. Estos resultados permitieron desarrollar una ecuación para calcular la estabilidad de productos conociendo la relación O/L.

**Aceptabilidad.** El sabor de los aceites de maní en sus dos variedades presentó las mejores puntuaciones. La preferencia fue: aceite de maní GO, maní T, girasol y oliva.

**Conclusión:** La composición química del maní producido en la provincia de Córdoba muestra que los granos de las variedades Tegua y Granoleico son de un excelente valor nutricional; la principal diferencia se encuentra en la composición de ácidos grasos. Este componente mayoritario otorga grandes ventajas al aceite de maní: lo hace extremadamente estable frente a procesos de oxidación, como se demostró en el estudio de estabilidad, e incide positivamente en el balance de lípidos plasmáticos en ratones *Albino swiss* mejorando la relación cHDL/cLDL. La aceptabilidad de los aceites de maní resultó muy buena en comparación con otros consumidos en Argentina.

*Si se valoraran los efectos positivos del consumo de maní para la salud, podría recomendarse su consumo en forma diaria en distintas preparaciones culinarias, así como la utilización del aceite de la variedad alto oleico en reemplazo del aceite de oliva.*

## SUMMARY

Peanuts are an oilseed produced around the world, and Argentina is one of the main producers and exporters. Cordoba, a province (State) in Argentina, contributes to 94.63% of the national harvest. High monounsaturated fatty acid content in peanuts makes products very stable to lipid oxidation process and highly beneficial for the prevention of cardiovascular disease. Tegua and Granoleico are two varieties of the Runner type peanuts that have very different profiles of fatty acids.

The purpose of this study was to assess the nutritional quality of peanut varieties, Tegua (T) and Granoleico (GO) by analyzing the stability and acceptability of their oils, and in particular, the evaluation of their effects on plasma lipids in *Albino Swiss* mice.

Materials and methods: peanut kernels were utilized for measurement of macronutrient, moisture, minerals and tocopherols. Peanut oil was extracted using a cold pressing method. Fatty acid composition was evaluated in comparison with other vegetable oils (sunflower, corn, soybean, canola and olive).

Stability study. peroxide value (PV), p-anisidine value (AI) and diene conjugates (DC) were evaluated in pure oils (T-GO-GO T 100-0 and 0-100) and mixtures of oil varieties: 25% (T-GO 75-25), 50% (T-GO 50-50) and 75% (T-GO 25-75) in stored samples at 60 °C.

Plasma lipids. An experimental model with *Albino Swiss* mice (n=81) was utilized. The following semi-synthetic diets were provided: refined sunflower, olive, peanut GO and commercial diet. The mice weight was monitored weekly. At 77 and 126 days of treatment, the mice were sacrificed for measuring plasma lipids: triglycerides, total cholesterol, HDL and LDL. Sensory analysis. Acceptability of peanut oil, sunflower and extra virgin olive was compared. Statistic analysis. Variance, LSD Fisher test ( $\alpha = 0.05$ ) and regression analyses were performed.

Results: Raw peanut kernels, roasted and fried peanuts in both varieties showed fat matter between 46% and 52% and protein between 25% and 29%. In general, GO peanuts had the highest percentage fat and T peanuts had the greatest amount of proteins. The energy values ranged from 598 Kcal (raw) to 640 kcal (fried) per each 100 g. The predominant fatty acids were monounsaturated (MUFA) with percentage close to 80 in GO. Fried peanuts had an increase of linoleic acid resulting from absorption of sunflower oil used in frying process. Total tocopherols ranged between 36.53 mg and 39.91 mg per 100 g oil being the main  $\gamma$ Tocopherol and  $\alpha$ Tocopherol. The most important minerals were phosphorus, magnesium, copper and zinc. When comparing the fatty acid profile, it was detected that higher contents of polyunsaturated fatty acids (PUFA) were observed in sunflower oil followed by soybean and corn oils. The percentage of linolenic acid was higher in canola and soybean oils. The highest

content of saturated fatty acids was found in olive and Tegua peanut oils followed by soybean and corn oils. MUFA were 80% in GO peanuts, olive (64%) and canola (63%) oils.

Effect on plasma lipids. Triglyceride levels at 126 days of treatment were higher in mice fed with diets of olive oil. The mice lots fed with the sunflower, peanut and commercial diets showed no significant differences. Total cholesterol increased in all treatments. The highest value was found in animals on diets with oil GO at 126 days. HDL-C also increased with time but there were no significant differences between the four treatments. LDL-C values was the highest in mice fed with sunflower oil and the lowest were observed in peanut oil GO and olive. Significant differences in weight were not observed between mice lots.

Stability. The IP, DC and AI increased during storage being higher in the variety T. The stability increased with the O/L. These results allowed to develop an equation to calculate the stability of products knowing the O/L ratio.

Acceptability. The flavor of peanut oils in both varieties had the best scores. The preference, in decreasing order was: GO, T, sunflower and olive oils.

Conclusion: The chemical composition of peanuts produced in the province (state) of Cordoba shows that Tegua and Granoleico varieties have excellent nutritional value. The main difference is in the fatty acid composition showing that the high oleic variety presented 78% oleic acid. This component provides great advantages to the peanut oil making it extremely stable against oxidation process as it was demonstrated in the stability study and leverages on the balance of plasma lipids in *Albino Swiss* mice improving HDL/LDL ratio. Acceptability of peanut oil was higher compared to other consumed oils in Argentina.

Given the positive health effects associated with peanut consumption, oil from high oleic varieties could be recommended as a substitute for olive oil which is sometimes not well accepted by Argentinians due to its distinctive flavor and high cost. Deeper knowledge of the food components that can play an important role in the prevention of diseases will allow to develop nutrition education actions towards a more balanced diet and healthier lifestyle.

## INTRODUCCIÓN

### Acerca del maní, historia, denominación y cultivo

El maní es un alimento de origen americano y, según los historiadores, su cultivo en el actual territorio del noroeste de Argentina y sur de Bolivia data de por lo menos 4 mil años<sup>1,2</sup>.

En el siglo XVI fueron los conquistadores portugueses y españoles quienes introdujeron el maní en África y Europa. En África se difundió con rapidez, llegando a ser esta legumbre un alimento básico de la dieta en numerosos países de ese continente, razón por la cual algunos autores sitúan ahí su origen. Desde allí se extendió a Asia. En la actualidad se cultiva en todos los países tropicales y subtropicales<sup>1</sup>.

Su denominación proviene del guaraní “*manduvi*”; el nombre *cacahuete* o *cacahuate*, usado en México, se originó del nahua *cacahuatl* (pueblo indio que habitó la altiplanicie mexicana y la parte de América Central antes de la conquista de estos países por los españoles). El viejo nombre inglés “*ground-nut*” o el francés “*cacao de terre*” provienen del curioso comportamiento de esta planta, único entre las leguminosas cuyo fruto, una vaina redondeada, crece bajo la tierra y contiene de 1 a 5 semillas según la especie o la variedad<sup>2,3</sup>.

El maní es una de las principales oleaginosas del mundo. Según las estimaciones del United States Department of Agriculture (USDA), en la campaña 2008/2009 su participación se aproxima al 8% de la producción total de alimentos. Los principales productores de maní son China e India; entre ambos países asiáticos concentran el 60% del volumen de la oferta mundial<sup>4</sup>.

Argentina es un importante productor y exportador de maní. En la campaña 2009/10, la cosecha alcanzó 638.000 toneladas<sup>5</sup>, lo que ubica al país entre los primeros nueve productores del mundo, y al maní en el decimocuarto puesto dentro de los principales alimentos del país<sup>6</sup>. Es de destacar que el 94,63% del cultivo se concentra en la provincia de Córdoba. Además, existen pequeñas áreas sembradas en las provincias de Salta, Corrientes, Formosa, Santa Fe y San Luis<sup>7</sup>.

El volumen de grano que se destina a cada uno de los posibles usos varía de un año a otro, debido a que esos distintos usos dependen fuertemente de la calidad del maní. La actividad manicera tiene gran relevancia para nuestra región, y genera un flujo económico importante pues moviliza otros factores de la producción a través del agregado de valor a lo largo de la cadena productiva. Se estima que del total de grano producido en la campaña 2007/08, se exportó el 90% en forma de maní blanchado o crudo, y un porcentaje menor como producto elaborado: aceites, harinas y manteca o pasta de maní<sup>8</sup>.

Actualmente se calcula el consumo nacional promedio per cápita de maní en 270 gramos anuales, mientras que en algunos países desarrollados esta cifra asciende a los 5 Kg, es decir, casi 20 veces más. En Argentina, el maní, en su mayor parte, se consume como snack en distintas presentaciones, o como insumo de confituras, helados y golosinas. El consumo interno de manteca y pasta de maní es prácticamente nulo y algo similar ocurre con el aceite, ya que no existe el hábito de utilizarlo. Este panorama indica que las posibilidades de expansión en el mercado interno son amplias<sup>8</sup>.

El Código Alimentario Argentino en su Capítulo XI (alimentos vegetales), Artículo 897, define con los nombres de *Maní* o *Cacahuete*, a las vainas de *Arachis hypogaea* L y también a las semillas sanas crudas o tostadas del mismo, peladas o cubiertas con su tegumento. Asimismo, se lo considera como fruto seco en el artículo 879, es decir, un alimento que en su estado de maduración adecuado presenta una disminución tal de su contenido acuoso que permite la conservación<sup>9</sup>.

La principal característica de los frutos secos es su elevado contenido energético; en ellos, aproximadamente el 80% de las calorías las aportan los lípidos salvo en el caso de la castaña que es farinácea y tiene un alto contenido de hidratos de carbono. 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, cacahuetes, y las nueces de macadamia y nueces, que son las únicas que contienen cantidades considerables de ácido  $\alpha$ -linolénico (18:3)<sup>10</sup>.



## Sobre la composición nutricional del maní

El maní es un alimento excepcionalmente nutritivo, cuyos granos contienen más grasa y proteínas que otras leguminosas y poseen relativamente pocos carbohidratos; contienen además un destacable aporte de ácidos grasos, vitaminas, minerales y fibra<sup>11,12</sup>. En el apéndice (tabla A.1), se muestra el contenido de macronutrientes, fibra, cenizas, humedad y valor energético, tanto del maní crudo como del tostado<sup>13</sup>.

**Humedad:** el contenido de agua es escaso y en el maní crudo varía entre el 5 y 7%. La cocción en seco (maní tostado) o en aceite (maní frito), produce eliminación de la humedad hasta llevarla a menos del 2%, lo que previene la formación de hongos y reduce la oxidación. El hervido del grano, provoca un aumento de humedad de hasta un 36%<sup>14,15,16</sup>.

**Proteínas:** el grano de maní contiene alrededor 25 % de proteínas<sup>17</sup>, lo que lo convierte en una excelente fuente de este nutriente en comparación con otros alimentos vegetales. Contiene aminoácidos esenciales, treonina, leucina, fenilalanina y aminoácidos limitantes como metionina, triptófano y lisina (apéndice tabla A.2)<sup>18</sup>. Es fuente de arginina, que se considera un aminoácido condicionalmente esencial, ya que su capacidad de síntesis endógena en ocasiones no puede cubrir la demanda en determinadas situaciones fisiológicas<sup>19</sup>.

La cantidad de arginina presente en el maní, desempeña un papel importante en los efectos cardiovasculares beneficiosos atribuidos a este producto. La relación lisina/arginina, es inferior a 1 (0.30), por lo que constituye una proteína con efecto hipocolesterolemizante. La arginina es además precursora del óxido nítrico, potente vasodilatador endógeno, de actividad similar a la nitroglicerina que induce la relajación del músculo liso por activación de la guanilatociclasa, que a su vez eleva los niveles intracelulares de GMP cíclico<sup>20</sup>.

Por otra parte, los aminoácidos libres del grano cumplen una función relacionada con las propiedades sensoriales de los productos de maní ya que, en conjunción con las moléculas de glucosa y de fructosa (producto de la hidrólisis de la sacarosa) producen las reacciones

de pardeamiento que contribuyen a conformar el sabor, color y aroma característicos del maní tostado<sup>2,21</sup>.

La harina de maní contiene el doble de proteínas respecto a las semillas del mismo grano.

**Carbohidratos:** el contenido de azúcares solubles varía entre 8,5 g/100g y 13,4 g/100g, según el tipo, las condiciones de crecimiento y la madurez<sup>22</sup>. La sacarosa se encuentra entre 6.9 g/100g y 11.20 g/100g, la fructosa entre un 0.01 g/100g y 0.11 g/100g, y la glucosa entre 0.02 g/100g y 0.19 g/100g<sup>23</sup>.

Los carbohidratos son principalmente los solubles en agua (monosacáridos y disacáridos) y oligosacáridos<sup>24</sup>. En un estudio de granos de maní argentino, se detectó alrededor de un 10% de carbohidratos solubles<sup>25</sup>. Existen diferencias en el contenido de azúcares de distintos cultivares en diferentes países, las que podrían deberse a las diferentes temperaturas de suelo, más frías en Córdoba que en Estados Unidos<sup>23</sup>. Los niveles de carbohidratos difieren según la variedad, los cambios ambientales o los niveles de madurez. Asimismo, el tostado del grano causa un incremento en el contenido de carbohidratos, probablemente como resultado de la pérdida de volátiles y agua<sup>26</sup>.

**Fibra:** la fibra alimentaria es un agente protector, ampliamente estudiado como tal en el caso de enfermedades como diabetes, cáncer de colon, enfermedades cardiovasculares, diverticulitis e hipercolesterolemia entre otras<sup>26</sup>; en el maní está presente en cantidades superiores a las de otros vegetales y frutos secos, ya que contiene 9,9g/100g de fibra insoluble y 1g/100g de fibra soluble<sup>19</sup>.

Se encuentra tanto en el grano como en el tegumento en forma de polisacáridos: celulosa, hemicelulosa y pectina. También contiene cantidades pequeñas de mucílagos, gomas y lignina<sup>27</sup>.

Cuando se remueve el tegumento (blanqueado) para la elaboración de algunos productos de maní, se produce una pérdida de este nutriente. Por contraste, en el tostado se produce un pequeño incremento por pérdida de la humedad del grano<sup>14</sup>.

**Minerales:** una característica importante de este alimento es el contenido de nutrientes minerales, tales como magnesio, manganeso, fósforo, hierro, zinc, potasio, cobre, que desempeñan acciones fisiológicas al participar a través de distintos

mecanismos en el desarrollo y mantenimiento del esqueleto, del sistema nervioso y del sistema cardiovascular. Diversos estudios han establecido una relación directa entre el cociente Zn/Cu y la incidencia de enfermedades cardiovasculares<sup>28</sup>.

Es destacable la riqueza en selenio, mineral que presenta una acción sinérgica antioxidante con la vitamina E<sup>29</sup>. El selenio es un mineral esencial para la protección contra el daño causado por el estrés oxidativo, que actúa mediante enzimas como la glutatión peroxidasa y otras selenoproteínas; también está asociado a una mayor actividad enzimática, a una disminución de la peroxidación lipídica y a un menor riesgo de enfermedad cardiovascular (ECV)<sup>30</sup>. El selenio, el cobre, el zinc y el magnesio forman parte de la estructura molecular de algunas de las enzimas antioxidantes<sup>31</sup>.

El maní argentino presenta bajos niveles de cadmio, que según las normas australianas, deben ser inferiores al valor máximo permitido de 100 ng/g. En este aspecto, es probable que presente los niveles de cadmio más bajos del mundo, como resultado de las prácticas de cultivo, la diversidad de suelos y las variedades de maní cultivado en el país<sup>32</sup>.

El manganeso es un componente de enzimas tales como la glutamino sintetasa, la piruvato carboxilasa y el superóxido de dismutasa mitocondrial. Se relaciona con la formación de los tejidos conectivo y óseo, el crecimiento, la reproducción y el metabolismo de carbohidratos y lípidos. Su contenido en los alimentos varía ampliamente; las fuentes más abundantes son los granos enteros, las leguminosas, las nueces y el té<sup>29</sup>.

En la tabla A.3 (apéndice) se observa el contenido de minerales del grano crudo y tostado y la ingesta diaria recomendada para cada nutriente<sup>33</sup>.

**Vitaminas:** el maní crudo es una excelente fuente de vitaminas, especialmente de tiamina, folatos, colina, niacina y vitamina E. Es uno de los alimentos vegetales con mayor contenido en tiamina. Se ha demostrado que el 90% de su contenido total de tiamina se encuentra en el tegumento seminal, más específicamente en la fracción de la pared celular, aunque ésta se pierde durante el proceso de “blanqueo”, cuando se quita el tegumento de las semillas. Alrededor del 11% de la tiamina migra hacia los cotiledones durante el proceso de secado de las semillas<sup>34</sup>.

Aunque se observa una notable disminución del contenido vitamínico a causa de la tostación del grano (tabla A.4, apéndice), la riqueza en tiamina, niacina, folato y vitamina E sigue siendo importante en relación con las recomendaciones diarias para un adulto. La vitamina E es el antioxidante liposoluble más importante localizado en el medio hidrofóbico de las membranas biológicas; su principal función es actuar como antioxidante natural mediante su reacción con los radicales libres que se generan en la fase lipídica, lo que protege a los lípidos de las membranas<sup>31</sup>. Se han realizado extensos estudios sobre la oxidación de la LDL y la capacidad protectora de la vitamina E sobre los lípidos que transportan estas lipoproteínas<sup>35</sup>.

El maní es una excelente fuente de vitamina E, concretamente de  $\alpha$ -,  $\beta$ - y  $\gamma$ -tocoferoles, que actúa como un potente antioxidante capaz de proteger la función inmune, inhibir el daño oxidativo celular y reducir el riesgo cardiovascular<sup>36</sup>.

Hay otros micronutrientes con capacidad antioxidante, además de las vitaminas del complejo B, que pueden desempeñar una función moduladora del estado oxidativo e inflamatorio y de la función endotelial, la que puede variar de acuerdo a la combinación de estos nutrientes, la dosis y la forma de administración<sup>37</sup>. Entre estos micronutrientes se encuentra el ácido fólico, cuya riqueza puede constatarse en la mencionada tabla. Hay que tener en cuenta que el contenido de ácido fólico puede resultar afectado por la manipulación durante la elaboración y cocción. El lavado o el remojo excesivos, el cortado en pequeños trozos, la exposición directa a la luz solar y la cocción a temperaturas altas o durante un período muy prolongado puede reducir considerablemente su contenido. El efecto beneficioso del ácido fólico estaría asociado a su capacidad de disminuir las concentraciones de homocisteína sérica, cuyo incremento produciría una acción citotóxica sobre las células endoteliales, un aumento de la adhesión y agregación plaquetarias, diversas alteraciones en los factores de coagulación y fenómenos prooxidativos del cLDL, mecanismos asociados al desarrollo de la ECV<sup>38</sup>.

**Lípidos:** el maní es un alimento con alto contenido de grasa, de aproximadamente entre un 44% a 55 % del total del grano. El 98% del total de la composición de ácidos grasos lo conforman 8 ácidos grasos predominantes. En el maní tradicional, no alto oleico

tipo Runner, entre el 45% y el 50% corresponde al ácido oleico y entre el 30% y el 35% al ácido linoleico. Esto hace que resulte un producto muy beneficioso desde el punto de vista nutricional, pero de baja estabilidad por ser proclive al desarrollo de sabores y aromas rancios. La relación oleico/linoleico se encuentra entre 1 y 1,57<sup>15,16</sup>.

La tendencia actual es producir líneas de maní denominadas “alto oleico”, con composiciones del 75% al 80 % de ácido oleico y del 2% al 3% de ácido linoleico.

Según el tipo o variedad de maní, se pueden presentar relaciones variables entre estos ácidos grasos, como se muestra en la tabla A.5 (apéndice)

Respecto a los ácidos grasos poliinsaturados n-3, este alimento contiene trazas, aunque es una buena fuente de fitoesteroles<sup>11,15,16,39,40,41</sup>.

Una vez cosechado y almacenado el grano, la relación de ácidos oleico/linoleico (O/L) de la materia grasa, influye sobre la rancidez y el valor nutritivo, determina la duración en góndola y afecta el sabor de los productos derivados. Sin embargo, hay otros factores que contribuyen a conservar la calidad del grano, como el contenido de tocoferoles, antioxidantes naturales<sup>42</sup>, y de azúcares solubles, que darían un sabor dulce más intenso<sup>43,44</sup>.

**Otros compuestos** destacados, que se hallan en este alimento son los polifenoles, fitoesteroles y fitoestrógenos, que son potentes antioxidantes<sup>14</sup>.

Entre los fitoesteroles presentes en los frutos secos es particularmente importante el  $\beta$ -sitosterol, que debido a su similar estructura química compite con el colesterol en el intestino delgado interaccionando con la acil-CoA, colesterol acil transferasa (ACAT), favoreciendo la eliminación fecal del colesterol. Los fitoesteroles en general, tienen efecto antioxidante y efecto protector en el cáncer a través de diversos mecanismos, que incluyen la inhibición de la división celular, la apoptosis de las células tumorales y la modificación de algunas de las hormonas esenciales para el crecimiento tumoral<sup>45</sup>. Aunque se ha descrito una gran variedad de efectos fisiológicos de los fitoesteroles y fitoestanoles, tales como propiedades antiinflamatorias, antitumorales, bactericidas y fungicidas, el efecto mejor caracterizado y científicamente demostrado, es el efecto hipocolesterolémico, tanto a nivel del colesterol total como del colesterol-LDL<sup>46</sup>.

Los fitoestrógenos se dividen en tres grupos desde el punto de vista químico: las isoflavonas, los cumestanos y los lignanos, que muestran una actividad agonista estrogénica por su interacción directa con los receptores específicos. Los primeros estudios sobre isoflavonas se centraron particularmente en su capacidad para reducir el riesgo de cáncer de mama; posteriores estudios han revelado que sus efectos sobre la prevención del cáncer podrían estar mediados por mecanismos no hormonales<sup>47</sup>.

Los fitoestrógenos más abundantes y más ampliamente estudiados son la genisteína y la daidzeína, que pertenecen al grupo de las isoflavonas y tienen efectos positivos sobre el perfil lipoproteico al disminuir el colesterol total, el cLDL y los triglicéridos, tanto en ratas como en humanos<sup>48,20</sup>. Estos efectos se han demostrado mediante el empleo de altas concentraciones de dichas isoflavonas, pero se desconoce hasta la fecha si su contenido en frutos secos produciría los mismos efectos. Además, según la variedad del fruto seco empleado, las cantidades de genisteína y de daidzeína son diferentes, siendo el cacahuete el que presenta mayor cantidad<sup>49</sup>.

Existen numerosos compuestos responsables de los colores, aromas, sabores y texturas en el maní<sup>14</sup>. Los principales compuestos volátiles resultantes de reacciones de Maillard y causantes de los “flavors” del maní tostado son las alquil-pirazinas (2,6-dimethylpirazina, 2-metil pirazina, etil-5-metil o 6-metilpirazina, 2,3,5-trimetilpirazina); también se encuentran aldehídos, vainillina, aminas, sulfuro de hidrógeno y mercaptanos. Estos compuestos tienden a disminuir con el tiempo de almacenamiento, mientras que los productos de oxidación tienden a aumentar, lo que provoca la aparición de sabores rancios. Los principales productos de oxidación son los aldehídos (pentanal, hexanal, heptanal, octanal, nonanal, etc.), cetonas y alcoholes<sup>50,51,52</sup>.

Con respecto a las propiedades antioxidantes del tegumento de maní existen evidencias de la presencia de una alta proporción de sustancias fenólicas antioxidantes, del tipo proantocianidinas o también llamadas OPC (proantocianidinas oligoméricas), así como el Resveratrol (3,5,4'-trihidroxi-stilbeno) y sus derivados<sup>53,54,55</sup> que constituyen los denominados oligostilbenos, compuestos que han sido ampliamente estudiados en la uva y el vino tinto<sup>56,57</sup>.

## **Sobre la cadena agroalimentaria del maní argentino**

Esta cadena agroalimentaria ofrece distintos productos derivados, aunque sólo unos pocos se consumen en la República Argentina, tales como el maní confitería entero o partido y el maní blanchado (blanco, sin piel o tegumento) tostado; el maní frito salado; los maníes preparados o saborizados y, en menor proporción pasta ó manteca, grana, harina y pellets de maní<sup>7</sup>.

En la industrialización del grano se obtiene como desecho la cáscara de maní, que representa entre una cuarta y una quinta parte del volumen cosechado. Antiguamente se la incineraba a cielo abierto, pero en la actualidad las empresas aceiteras le han dado distintos fines útiles comerciales. La cooperativa agropecuaria (Cotagro), con la colaboración de las Universidades de Salta y Río Cuarto y el apoyo del Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR), desarrolló una planta para la producción de carbón activado a partir de la cáscara de maní. Es la única planta del mundo con estas características, y su importancia radica en que Argentina consume entre 4.000 y 4.500 toneladas anuales de este tipo de carbón, de las cuales es preciso importar el 80%. Por otra parte otra entidad privada genera energía eléctrica a partir de entre un 65% y un 70% de cáscara de maní y de entre un 30 % y un 35% de cáscara de girasol. Otros posibles usos, que aún no han tenido gran desarrollo a nivel nacional, son la fabricación de cartón prensado y la producción de bloques para la construcción<sup>4,58</sup>.

Se dice usualmente que el aceite es el producto más valioso de la industrialización del maní, tanto por su cotización en el mercado externo como por el elevado contenido de materia grasa de la semilla, de la que se puede extraer alrededor del 40% por prensado. El aceite de maní es casi desconocido por el consumidor argentino, pero tiene gran demanda en los mercados internacionales. Los principales países consumidores son China, India y Nigeria, donde se lo emplea mayormente como aceite de cocina y en frituras. También se aprecia este producto como ingrediente de platos gourmet<sup>58</sup>.

Además, en el aceite de maní se encuentran sustancias con poder antioxidante, tales como tocoferoles y algunos fosfolípidos como la lecitina<sup>59</sup>.

### **Particularidades de la composición de las variedades de maní cordobés**

El maní puede clasificarse en cuatro variedades diferentes: Runner, Virginia, Español y Valencia, cada uno con un sabor y tamaño distintivo<sup>4</sup>.

El maní argentino es reconocido mundialmente por su calidad y su sabor definido, factores que resultan de las características climáticas y edáficas de la provincia de Córdoba. La variedad predominante que se cultiva en Córdoba es la Virginia Runner, la que se estima que constituye alrededor del 95% del total de la producción<sup>4</sup>.

Existe una considerable variación en la cantidad de nutrientes de los maníes sembrados en diferentes tipos de suelos. En la Tabla A.6 (apéndice) se presenta la composición de materia grasa determinada en tres variedades de maní argentino estudiadas por Grosso y Guzmán (1995)<sup>11</sup>.

### **Sobre la variedad de maní alto oleico**

En el año 1996, en la localidad de General Cabrera de la provincia de Córdoba, en el "Criadero del Carmen" surgió el desarrollo de cultivares alto oleico, obteniéndose la primera variedad, el cultivar "Granoleico" a partir de un cruzamiento entre "Tegua" e I. J. S. 95-1 (línea alto oleico). Se procuró obtener un maní tipo "Runner", con un cociente de ácidos oleico/linoleico superior a 10 (18,95), que permite denominarlo "maní alto oleico", según los estándares de comercialización<sup>60</sup>.

Existe un creciente interés por el desarrollo de cultivos de la variedad alto oleico y por el efecto que tiene esta característica como factor de conservación de productos derivados. Su principal ventaja es la mayor relación de ácido oleico/linoleico presente en estas variedades, que han demostrado poseer una mayor estabilidad frente a los procesos de deterioro oxidativo durante el almacenamiento a distintas temperaturas en comparación con las variedades tradicionales no alto oleico, ventaja que se da incluso en productos con recubrimiento, a los que pudiera atribuirse una mayor protección<sup>61.62</sup>.



## **Sobre la estabilidad de las grasas**

Como consecuencia de la composición de los ácidos grasos con alto grado de insaturación, el maní y sus productos derivados son susceptibles de sufrir procesos de oxidación que provocan el desarrollo de rancidez<sup>63,64</sup>. Esta característica reduce su vida útil y disminuye la calidad organoléptica del alimento haciéndolo inaceptable para el consumidor<sup>54,65,66,67,68,69,70</sup>.

Por otra parte, diversos estudios han demostrado la relación existente entre los ácidos grasos oxidados y la ocurrencia de diferentes patologías<sup>71</sup>.

Durante los procesos de fabricación, preparación o almacenamiento de algunos alimentos pueden generarse ciertos productos de peroxidación lipídica que incluyen compuestos volátiles como aldehídos, cetonas, hidrocarburos, ácidos, ésteres, alcoholes y compuestos aromáticos<sup>71</sup>. La formación de estos compuestos puede alterar las propiedades nutricionales de los alimentos, al interactuar con las proteínas y vitaminas que contienen<sup>72</sup>.

Las principales reacciones de deterioro que involucran a los lípidos son: lipólisis, auto-oxidación, oxidación enzimática y descomposición térmica<sup>73</sup>. En el caso de alimentos elaborados a partir del maní, la reacción de deterioro más probable es la oxidación lipídica o auto-oxidación<sup>63</sup>. Esta reacción lleva a la aparición de sabores y olores desagradables en los aceites comestibles y en los alimentos que contienen grasas, llamada generalmente enranciamiento. Las reacciones de oxidación pueden disminuir la calidad nutricional y algunos de los compuestos formados son potencialmente tóxicos. Por ello, el evitar las oxidaciones lipídicas es de gran interés económico para la industria alimentaria<sup>64,73</sup>.

La oxidación lipídica es un fenómeno complejo inducido por el oxígeno en presencia de iniciadores tales como calor, radicales libres, luz, pigmentos fotosensibles e iones metálicos. Existen tres tipos de reacciones de oxidación de lípidos: 1) auto-oxidación en cadena no enzimática mediada por radicales libres, 2) foto-oxidación no enzimática y no radical, y 3) oxidación enzimática. La auto-oxidación parece ser el mecanismo más importante en la oxidación lipídica. Genera principalmente hidroperóxidos y compuestos

volátiles, generalmente mediante reacciones en cadena (iniciación, propagación y terminación)<sup>73,74</sup>.

La velocidad global de la reacción de auto-oxidación es independiente de la presión de oxígeno y está determinada por la estabilidad del radical alquilo. Esto explica las diferencias en la estabilidad frente a la oxidación que presentan los ácidos grasos saturados e insaturados, que se incrementa con el grado de insaturación<sup>64,75</sup>. A una temperatura de 20 °C, si la velocidad de oxidación del ácido oleico (que tiene una insaturación) es de 1, la del linoleico (2 insaturaciones) es de 12 y la del linolénico (3 insaturaciones) es de 25<sup>73</sup>.

Algunas de las modificaciones debidas a la auto-oxidación de las grasas son: pérdida de sabor y de aroma, desarrollo de sabores y olores rancios, cambios de color, pérdida de calidad nutricional (la oxidación genera radicales libres que forman hidroperóxidos, los que a su vez se descomponen formando compuestos polares de variada toxicidad) y cambios de viscosidad (que aumenta por la formación de polímeros)<sup>64,73</sup>.

Los cambios que se presentan en los alimentos y/o preparaciones dependen de factores tales como la composición, la calidad de las materias primas, la forma en que fueron procesados, la higiene, la historia térmica y el envase.

La velocidad de oxidación de una materia grasa se relaciona con:

Composición de ácidos grasos: el número, posición y geometría de los dobles enlaces influye en la velocidad de oxidación.

Ácidos grasos libres: los ácidos grasos se oxidan a una velocidad ligeramente más alta cuando están en forma libre que cuando están esterificados con el glicerol.

Oxígeno: la presión de oxígeno influye sobre la velocidad de oxidación, influenciada por otros factores, como la temperatura y el área superficial.

Temperatura: la velocidad de oxidación aumenta al aumentar la temperatura.

Superficie libre: la velocidad de oxidación aumenta proporcionalmente con el área expuesta al aire.

Humedad: la velocidad de oxidación depende en gran medida de la actividad del agua.

Pro-oxidantes: los metales Co, Cu, Fe, Mn y Ni son los principales pro-oxidantes.

Energía radiante: las radiaciones visibles, UV y  $\gamma$  son promotores eficaces de la oxidación.

Antioxidantes: los antioxidantes son compuestos capaces de evitar las reacciones de oxidación por diversos mecanismos: atrapando radicales libres y evitando la reacción en cadena; atrapando las moléculas de oxígeno singulete; o quelando los metales que catalizan las reacciones<sup>64,73,75</sup>.

La calidad de la materia prima y su composición lipídica son factores clave para la prevención del deterioro oxidativo o para disminuir su velocidad. En el caso del maní, resulta determinante para la conservación del producto, teniendo en cuenta que la estabilidad de los lípidos está relacionada fundamentalmente con la composición de sus ácidos grasos, ya que a menor grado de insaturación se espera mayor estabilidad. Por ello, las mayores concentraciones de ácido oleico brindarán mayor vida útil al alimento. Esto es un factor clave para la estabilidad final del producto de maní elaborado con las nuevas variedades alto oleico. Diversas investigaciones han demostrado una mejor estabilidad de la calidad química y sensorial en diferentes productos elaborados con maní alto oleico en comparación con la de variedades tradicionales no alto oleico, la que en algunos casos fue de hasta 10 veces mayor<sup>44,66</sup> para el maní frito-salado<sup>67</sup> y para la pasta de maní<sup>70,76</sup>.

Se ha investigado la utilización de diferentes cubiertas comestibles como alternativa para proteger del deterioro oxidativo a los productos de maní, las que tienen la función de disminuir el intercambio de gases y prolongar así la vida útil del producto. Se utilizaron, entre otras, cubiertas crocantes<sup>65,77</sup>, cubiertas azucaradas a base de miel<sup>78,79</sup> o arrope<sup>80,81</sup>.

Otras alternativas experimentadas se centraron en el uso de sustancias antioxidantes a fines de disminuir la velocidad de la oxidación lipídica. Con ese objeto, se indagaron los polifenoles obtenidos del tegumento del maní como antioxidante natural, que demostró ser muy efectivo<sup>53,54,55</sup>. Otros antioxidantes naturales utilizados fueron los aceites esenciales de orégano, que resultaron muy efectivos cuando se aplicaron sobre maní frito-salado<sup>68,69</sup>. Por otra parte el proceso de elaboración puede incidir en la estabilidad del producto: en el caso del maní frito-salado la elección del aceite de fritura influyó significativamente en la conservación del producto<sup>82</sup>.

## **Sobre los efectos benéficos para la salud y prevención de enfermedad**

La alimentación es saludable cuando favorece el buen estado de salud y disminuye el riesgo de enfermedades crónicas relacionadas con ella<sup>83</sup>.

En nuestro país hay abundancia y variedad de alimentos. No obstante, el principal problema alimentario de muchas personas es la dificultad para acceder a una adecuada alimentación. Dicho acceso depende de los precios de los alimentos, de la capacidad de compra basada en los ingresos de la población y de sus costumbres alimentarias.

Con respecto a la situación de salud, en Argentina conviven dos tipos de problemas nutricionales, unos por exceso y otros por defecto. En el primer caso se encuentran las enfermedades crónicas de alta frecuencia en nuestra población adulta (obesidad, diabetes, hipertensión, problemas cardiovasculares, etc.), asociadas estrechamente a los estilos de vida relacionados con la alimentación<sup>84</sup>.

En el segundo caso se incluyen enfermedades como la desnutrición crónica o la falta de ciertas sustancias nutritivas específicas. Ambos tipos de problemas pueden prevenirse mediante intervenciones adecuadas. Una de esas intervenciones es la educación alimentaria y nutricional, a través de la cual es posible promover estilos de vida saludables<sup>84</sup>.

En Argentina, durante el año 2000 se establecieron las Guías alimentarias para la Población. Su objetivo principal fue alentar el consumo de alimentos variados, corregir los hábitos alimentarios perjudiciales y reforzar aquellos adecuados para mantener la salud. Para enfatizar la atención en la prevención y educación durante la etapa infantil, se adaptaron las dichas Guías y se generaron las Guías alimentarias para la Población infantil. Las guías contienen 10 mensajes principales para una alimentación saludable, y un gráfico que muestra seis grupos de alimentos e ilustra las sustancias nutritivas que poseen. El caso del maní se cita brevemente en el mensaje número 5 sobre consumo de grasas alimentarias<sup>84</sup>.

La distribución de las principales causas de mortalidad y morbilidad ha cambiado profundamente en los países desarrollados y en muchos países en desarrollo se observa una tendencia similar. A nivel mundial ha aumentado rápidamente la carga de las

enfermedades no transmisibles. En 2001, éstas fueron la causa de casi el 60% de los 56 millones de defunciones anuales y del 47% de la carga mundial de morbilidad. Habida cuenta de estas cifras y del crecimiento previsto de dicha carga, la prevención de las enfermedades no transmisibles constituye un desafío muy importante para la salud pública mundial<sup>85</sup>.

En el Informe sobre la salud en el mundo 2002, la Organización Mundial de la Salud (OMS), expone las circunstancias en las cuales, en la mayor parte de los países, unos pocos factores de riesgo muy importantes son responsables de gran parte de la morbilidad y la mortalidad. En el caso de las enfermedades no transmisibles, los factores de riesgo más importantes son: hipertensión arterial, hipercolesterolemia, escasa ingesta de frutas y hortalizas, exceso de peso u obesidad, falta de actividad física y consumo de tabaco. Cinco de estos factores de riesgo están estrechamente asociados a la mala alimentación y la falta de actividad física<sup>85,86</sup>.

La alimentación poco saludable y la falta de actividad física son, pues, las principales causas de las enfermedades no transmisibles más importantes, como las cardiovasculares, la diabetes de tipo 2 y determinados tipos de cáncer, y contribuyen sustancialmente a la carga mundial de morbilidad, mortalidad y discapacidad. Otras enfermedades relacionadas con la mala alimentación y la falta de actividad física, como la caries dental y la osteoporosis, también son causas muy extendidas de morbilidad<sup>86</sup>.

Los hábitos alimentarios apropiados constituyen la base de la prevención y el control de los factores de riesgo de las enfermedades: cardiovasculares, aterosclerosis, hipertensión arterial, diabetes mellitus, hipercolesterolemia y obesidad entre otras<sup>86</sup>.

Las enfermedades del sistema circulatorio son la principal causa de muerte en la República Argentina; su incidencia es del 30,2% del total, con un porcentaje mayor para el sexo femenino (32%) que para el masculino (28,6%). Estas cifras ocupan el cuarto lugar en América<sup>87</sup>. Las dos patologías principales son la cardiopatía isquémica y la enfermedad cerebrovascular, que causa el 60% de las muertes de etiología vascular. La cardiopatía isquémica es la causa principal de muerte en varones y la enfermedad cerebrovascular lo es en las mujeres<sup>88</sup>.

El alto consumo de ácidos grasos saturados y trans es la principal causa de la hipercolesterolemia y ésta, a su vez, del aumento de la morbimortalidad cardiovascular de origen isquémico<sup>89</sup>.

Además de la utilización de grasas animales y aceites vegetales, la industria alimentaria emplea aceites hidrogenados. Estos aceites presentan un alto contenido de ácidos grasos trans, que conforman un desfavorable perfil lipoproteico, compatible con un riesgo aterogénico aumentado<sup>90,91</sup>.

Las grasas forman parte importante de la alimentación humana. En las naciones Industrializadas, con alto nivel de vida, proporcionan entre el 35 % y el 40% del valor energético total de la alimentación. En los países pobres esta cifra decae sustancialmente, ya que el aporte varía entre el 10% y el 15% del valor energético, lo que se debe a que los lípidos se encuentran contenidos en alimentos de alto costo en el mercado<sup>92</sup>.

Se estima que la media del consumo de aceite per cápita a nivel mundial es de 23 Kg/persona/año. Existen grandes diferencias entre países; el mayor consumo corresponde a EEUU, con un promedio de 55 Kg/persona/año. India presenta el consumo más bajo (12 Kg/persona/año) y China se aproxima al promedio mundial con 21 Kg/persona/año<sup>93</sup>.

Entre las importantes funciones nutritivas que desarrollan los lípidos se cuentan la de servir como fuente de energía, ya que aportan 9 Kcal/g, como aislante térmico cuando están almacenados en el tejido adiposo y como aislante eléctrico en el tejido nervioso<sup>94</sup>.

Además, aportan ácidos grasos esenciales (AGEs) que son a su vez necesarios para formar otras sustancias, como hormonas y enzimas. Transportan vitaminas liposolubles (A, D, E, K) y provitaminas como los carotenos. Tienen un alto valor de saciedad y contribuyen a dar sabor y textura a las preparaciones, haciéndolas más satisfactorias<sup>92</sup>.

Estos AGEs son del tipo poliinsaturados, de cadena larga, y deben ser aportados por la dieta porque el organismo no los sintetiza. Entre ellos se distinguen el ácido linoleico (LA, 18:2) que es precursor del ácido araquidónico (AA, 20:4) y el ácido  $\alpha$ -linolénico (ALA, 18:3), que da lugar al ácido eicosapentaenoico (EPA, 20:5) y al ácido docosahexaenoico (DHA, 22:6), pertenecientes a las familias de los n-6 y n-3, respectivamente<sup>95</sup>.

Los ácidos grasos producto de la ingesta de alimentos, son transportados por la sangre como complejos de albúmina o como lípidos esterificados en las lipoproteínas. Éstas consisten en un núcleo de triacilglicéridos y ésteres ácidos grasos de colesterol y un revestimiento formado por un estrato de fosfolípidos en el que se encuentran esparcidas moléculas de colesterol sin esterificar. Las cadenas plegadas de una o más apolipoproteínas se extienden por encima de la superficie y, con los fosfolípidos anfipáticos, permiten que los lípidos del núcleo sean transportados por la sangre. También regulan la reacción del conjunto lipídico con enzimas específicas o unen las partículas a los receptores superficiales de las células<sup>96</sup>.

Las lipoproteínas de baja densidad (LDL) son los productos finales del metabolismo de las VLDL. Su núcleo está formado principalmente por ésteres de colesterol y su superficie sólo presenta un tipo de apolipoproteína, la apoB. Entre el 60% y el 80% del colesterol plasmático es transportado por las LDL. Los valores medios de LDL varían para distintas poblaciones debido a factores genéticos y ambientales, aunque la alimentación es el principal factor determinante de estos valores<sup>96</sup>.

Las lipoproteínas de alta densidad (HDL) transportan entre el 15% y el 40% del colesterol del plasma. Probablemente se forman en el torrente circulatorio a partir de precursores generados en el hígado y en el intestino. La principal apolipoproteína de las HDL es la apoA-1. En los seres humanos, las LDL conducen el colesterol al hígado, y las HDL pueden transferirlo a otras partículas LDL lipoproteicas. Existen pruebas de que las HDL protegen activamente las paredes de los vasos sanguíneos (Consenso del NIH, 1993). No se sabe si la manipulación de los niveles de HDL a través de la alimentación afecta al desarrollo de la aterosclerosis<sup>96</sup>.

El tejido adiposo es un órgano endocrino y paracrino que libera una gran cantidad de citocinas y biomarcadores involucrados en el desarrollo de enfermedades crónicas, debido a su efecto directo o indirecto en la resistencia insulínica, la inflamación y la disfunción endotelial. Por otro lado, la dieta puede influir en la expresión y la secreción de éstos biomarcadores en diferentes tejidos, lo que a su vez afecta al estado inflamatorio. Una dieta normocalórica, moderada en hidratos de carbono, abundante en ácidos grasos

oleico y  $\alpha$ -linolénico (n-3) y pobre en ácidos grasos saturados y trans, así como un consumo abundante de frutas y legumbres, parece tener un efecto beneficioso en el estado inflamatorio relacionado con la obesidad y el síndrome metabólico<sup>37</sup>.

Por otra parte, hay diversos factores de riesgo se han asociado con el desarrollo de las enfermedades cardiovasculares, entre ellos el estrés oxidativo que conduce a elevadas concentraciones de productos de peroxidación lipídica<sup>31</sup>.

Los efectos globales de un patrón de dieta saludable se asocian con una reducción sustancial de los factores de riesgo vasculares, de las enfermedades cardiovasculares y de otras enfermedades no cardiovasculares<sup>97,98</sup>.

Existen estudios sobre aspectos evolutivos de la dieta que indican que uno de los principales cambios producidos en la alimentación tiene que ver con el tipo y la cantidad de los ácidos grasos de los alimentos<sup>99</sup>.

En la mayor parte de los países industrializados de Occidente se consume una dieta muy desequilibrada a favor de los ácidos grasos linoleico n-6, en la que la relación n-6/n-3 puede llegar a 20:1; éste es el caso de nuestro país, con un elevado consumo de aceite de girasol<sup>100</sup>. También se observa que todos los ácidos grasos saturados, a excepción del ácido esteárico (18:0), promueven en mayor o menor medida un aumento del colesterol total y del cLDL y, en menor proporción, del cHDL<sup>100</sup>.

La sustitución de los ácidos grasos saturados (SFA) por los ácidos grasos monoinsaturados (MUFA) tiene un efecto beneficioso sobre el perfil lipídico, ya que produce una reducción de las concentraciones de cLDL y triglicéridos, mantiene altas las concentraciones de cHDL, y tiene un importante papel en la prevención de la arteriosclerosis<sup>101,102,103</sup>.

El consumo de ácidos grasos saturados y trans aumenta la colesterolemia, pero la ingesta de ácidos grasos insaturados produce el efecto contrario, por lo que deberán ser la opción racional a la hora de promover cambios alimentarios en la población<sup>89</sup>.

Tanto el ácido graso oleico, principal ácido graso de la familia n-9, como el linoleico n-6 tienen un efecto benéfico sobre los niveles plasmáticos de las distintas fracciones de colesterol; es decir, disminuyen el colesterol total y aumentan el cHDL. Este último efecto



sólo se produce si el ácido graso linoleico se utiliza en una relación no mayor a 1,5 con los ácidos grasos saturados (P/S). Este efecto no se observa en las dietas ricas en ácidos grasos monoinsaturados.<sup>104</sup>

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y la Organización Mundial de la Salud (FAO/WHO) en su informe sobre grasas, Ginebra 2008, recomiendan, para una alimentación equilibrada, una ingesta máxima de grasa total de entre el 30% y el 35% del total de la energía diaria para adultos y una ingesta mínima del 15% para la mayoría de los individuos, a fin de suplir las necesidades de ácidos grasos esenciales y de vitaminas liposolubles; y para mujeres en edad reproductiva o adultos con Índice de masa corporal (IMC) <18,5, una ingesta del 20% del total de la energía diaria<sup>105</sup>.

Para los ácidos grasos saturados (SFA), la recomendación es no exceder el 10% del total de la energía diaria. En cuanto a los ácidos grasos poliinsaturados (PUFA, de la serie n-3 y n-6), se recomienda entre el 6% y el 11% del total de la energía diaria. La recomendación para los ácidos grasos de la serie n-6 es del 2,5% al 9% del total de la energía diaria de ácido linoleico (LA) en adultos. Para niños de 6 a 24 meses, la recomendación es del 3% al 4,5% del total de la energía de LA. Los niños de 0 a 6 meses deben además ingerir entre el 0,2% y el 0,3% de ácido araquidónico, de acuerdo con la composición de la leche materna<sup>105</sup>.

La recomendación para los ácidos grasos de la serie n-3 es del 2% del total de la energía diaria del ALA más 0,25-2g de los PUFA de cadena larga como el eicosapentaenoico (20:5 n3), EPA y docosahexaenoico (22:6 n3), DHA. Por último, se recomienda una ingesta de AG trans menor al 1% del total de la energía diaria<sup>105</sup>.

A los fines de promover hábitos saludables se plantea orientar la alimentación hacia una dieta variada, con un aumento en el consumo de alimentos de origen vegetal, frutas, verduras, frutos secos, legumbres y cereales integrales y disminución de azúcares simples, alcohol, cloruro de sodio y ciertos lípidos<sup>85,86</sup>.

Aunque los frutos secos han formado parte de la alimentación del hombre desde tiempo inmemorial, el interés por estos alimentos se ha incrementado en las últimas décadas. Estudios epidemiológicos han demostrado los efectos protectores de su

consumo, que disminuye el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares y cáncer en distintos grupos poblacionales. Hasta el momento se han realizado ensayos clínicos con almendras, avellanas, nueces, pistachos, nueces de macadamia, piñones y cacahuets que han producido efectos positivos en el perfil lipoproteico, ocasionando la disminución del colesterol total y las lipoproteínas de baja densidad (LDL) en plasma. No obstante, aún no se ha dilucidado si estos efectos se deben únicamente a su contenido y composición de ácidos grasos o a otros componentes minoritarios de los frutos secos como tocoferoles, fitosteroles y fitoestrógenos<sup>88,106</sup>.

Es fundamental la selección y el equilibrio de los distintos ácidos grasos que contienen los alimentos, para lo cual se deberá fomentar el consumo de alimentos y aceites vegetales ricos en ácidos grasos insaturados y monoinsaturados. En este contexto, los productos de maní y el aceite alto oleico podrían ser una alternativa viable, que conduciría a una revalorización de alimentos regionales y a su utilización integral, con la consiguiente disminución de costos y la mejora del perfil de lípidos en forma natural, con la posibilidad de prevenir enfermedades.

## El porqué del tema abordado

Mejorar la calidad de la alimentación constituye a la vez en un reto y un objetivo prioritario debido a que el exceso de calorías, grasas saturadas, proteínas, azúcares añadidos y sal, combinados con el bajo consumo de algunos otros nutrientes e ingredientes, pueden contribuir a una disminución de la calidad de vida.

Hace algunos años comencé el estudio del maní, interesada en su composición nutricional. Debido a sus características botánicas, agronómicas, comerciales y nutricionales puede ser considerado una leguminosa, un fruto seco y una oleaginosa. Mi intención es la de promover el consumo de un alimento regional, característico de nuestra provincia, económico y de fácil acceso, pero que se incluye en pocas cantidades en la dieta media del argentino.

Una de las preocupaciones constantes del licenciado en nutrición es la de contribuir a la correcta alimentación de la población mediante el uso racional de nuestros recursos productivos, a fin de reducir la dependencia agroalimentaria del exterior, que en la actualidad muestra una fuerte incidencia sobre la seguridad alimentaria de nuestras comunidades.

Las legumbres y frutos secos para consumo humano son en la actualidad una apreciable fuente de proteínas y grasas que asegura, en combinación con otros alimentos, una variada dieta en perfecto equilibrio con las necesidades humanas, como lo ha sido a lo largo de los tiempos, desde los inicios de la alimentación del hombre cuando se alimentaba de la recolección de especies silvestres y a través de las diferentes civilizaciones, hasta llegar a la actualidad.

Junto con los cereales, han constituido la base de la dieta de todos los pueblos por su capacidad de conservación, favorecida por la desecación natural, por la presencia de un tegumento bastante impermeable que los aísla del exterior, por su alto valor nutricional y energético y por su adaptación a diversos preparados culinarios<sup>107</sup>.

Por otro lado, dado que el maní es poco exigente en materia de clima y de suelo, puede ser una alternativa de cultivo, que ayude a mejorar la fertilidad del terreno, y reduzca las necesidades de fertilizantes nitrogenados.

En base a lo expuesto, este trabajo de tesis propone estudiar el maní, desde el punto de vista que lo considera un fruto seco oleoso, observando el perfil lipídico de su aceite con miras a la posible promoción e incorporación de este valioso alimento al plan alimentario diario.

Dada la importancia de los efectos negativos para la salud que tiene la peroxidación lipídica de los alimentos, se estudió la estabilidad de los productos obtenidos para estimar su vida útil.

Por otra parte, con el objeto de observar el impacto del consumo de los diferentes ácidos grasos sobre los triglicéridos, el colesterol total, el cHDL y el cLDL en sangre, se realizó una experimentación en ratones alimentados con dietas modificadas con el agregado de distintos aceites vegetales.

Por último a los fines de promocionar su posible consumo se indagó sobre la aceptabilidad y preferencia con respecto al aceite de girasol, que es el de mayor consumo en Argentina, y con respecto al de oliva, por ser este aceite el de mayor semejanza en cuanto al perfil de ácidos grasos.

Si se valoraran los efectos positivos de este alimento para la salud, podría recomendarse su consumo en forma diaria en distintas preparaciones culinarias así como la utilización de su aceite variedad alto oleico en reemplazo del aceite de oliva, que en muchos casos tiene poca aceptación en nuestra población por su sabor característico y por su elevado costo.

Profundizar el conocimiento acerca de qué componentes de la dieta pueden desempeñar un papel importante en la prevención de enfermedades permitirá desarrollar acciones de educación nutricional encaminadas a modificar el patrón alimentario de la población hacia dietas más equilibradas y saludables.

Los objetivos planteados en ésta investigación fueron

### **Objetivo general**

Valorar la calidad nutricional de maní de variedades Tegua y Granoleico, cultivados en la provincia de Córdoba, analizando su composición química, la estabilidad y aceptabilidad de sus aceites, e indagar el efecto de su ingesta sobre los lípidos plasmáticos, triglicéridos, colesterol, cLDL, cHDL, en ratones *Albino swiss*.

### **Objetivos específicos**

- Determinar la composición química (composición centesimal, minerales, tocoferoles y perfil de ácidos grasos) del maní tipo Runner de cultivares Tegua y Granoleico, cultivados en la provincia de Córdoba y de sus productos derivados: el maní tostado y el maní frito.
- Analizar la composición de ácidos grasos del aceite de maní obtenido mediante prensado en frío a partir de granos crudos y tostados de cultivares Tegua y Granoleico, y comparar el perfil lipídico con el de otros aceites vegetales: los de girasol, canola, soja, maíz y oliva.
- Comparar el efecto de la ingesta del aceite de maní alto oleico con el de otros aceites vegetales (de girasol y de oliva) sobre el peso y los niveles de colesterol total, cHDL, cLDL y triglicéridos sanguíneos en ratones *Albino swiss*.
- Estudiar la estabilidad de los aceites de maní con distintas relaciones de ácidos grasos oleico/linoleico y analizar los cambios químicos con el objeto de estimar la vida útil de los productos de maní.
- Evaluar las propiedades sensoriales y aceptabilidad de los aceites de maní de cultivares Tegua (tradicional) y Granoleico (alto oleico) producidos en Argentina con respecto a las de los aceites de consumo habitual, que son los de oliva y de girasol.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Considerando la complejidad de este estudio y para su mejor comprensión se aborda este capítulo respondiendo a las metodologías de las particularidades de cada uno de los objetivos planteados.

**Objetivo 1**, estuvo orientado a determinar la composición química (composición centesimal de macronutrientes, minerales, tocoferoles y perfil de ácidos grasos) del maní tipo Runner de cultivares Tegua y Granoleico cultivado en la provincia de Córdoba y de sus productos derivados: tostado, frito.

### Materiales

Se utilizaron semillas sanas y maduras de maní (*Arachis hypogaea* L.) tipo Runner de las variedades Tegua (tradicional) y Granoleico (alto contenido en ácido oleico), tamaño de grano 38/42 granos por onza. Provistos por la empresa Criadero del Carmen SA, General Cabrera, Córdoba, Argentina.

Las semillas fueron inspeccionadas antes de su procesamiento y las que se encontraron dañadas fueron removidas manualmente.

### Metodología

#### Proceso de elaboración del maní tostado y frito

**Tostado:** se sometieron los granos crudos, limpios y pelados a una temperatura de 170°C durante 30 minutos en horno de circulación forzada Memmert modelo 600 Schwabach, Alemania.

**Fritura:** se sometieron los granos limpios y pelados, a una temperatura de 170°C durante 4 minutos en aceite de girasol refinado, el procedimiento fue realizado en una freidora doméstica comercial marca Moulinex, tambor de acero inoxidable, con capacidad de 3 litros.

## Composición química general de los granos

**Porcentaje de humedad:** se secaron 5 g aproximadamente de cada muestra 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)<sup>108</sup>. n=3

**Porcentaje de materia grasa:** se realizó la extracción de los lípidos de las muestras utilizando equipos Soxhlet con n-hexano, por un período de 12 horas. La materia grasa se calculó por diferencia de peso de las muestras antes y después de la extracción (Grosso y cols 2000)<sup>109</sup>, según la fórmula: % de aceite = peso aceite x 100 / peso muestra. n=3

**Porcentaje de Proteínas:** se determinó el porcentaje de nitrógeno por el método de Kjeldhal. A tal fin se utilizó un equipo semiautomático formado por digestor (Velp Scientifica, modelo UDK 126 A) y destilador (RAYPA, modelo RTTD). Para convertir el porcentaje de nitrógeno en porcentaje de proteínas se utilizó el factor 5,46 (Young 1973<sup>110</sup>; AOAC, 1994<sup>111</sup>).n=3

**Porcentaje de cenizas:** se incineró una muestra en horno mufla a 600°C durante 6 horas (AOAC, 1994<sup>111</sup>). 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.n=3

**Porcentaje de carbohidratos totales:** se determinó en forma teórica por diferencia utilizando la siguiente fórmula: % de carbohidratos totales = 100% - % proteínas - % aceite - % cenizas - % humedad (Grosso 2000<sup>109</sup>).

**Minerales:** las cenizas obtenidas fueron disueltas con 1mL de HNO<sub>3</sub> y llevadas a 50mL con agua grado reactivo Tipo I. A partir de esta solución se determinó el contenido de Potasio, Magnesio, Calcio, Cobre y Hierro. Se utilizó un equipo de Espectrofotometría de Absorción Atómica con Atomización en Llama (Aire/Acetileno) (FAAS). Se realizaron las diluciones apropiadas según el ámbito de trabajo de cada elemento. Los resultados de los minerales obtenidos fueron corregidos por humedad y volumen (Beccaglia 2001)<sup>32</sup>.

**Composición de ácidos grasos:** el aceite obtenido, por prensado en frío, a partir de las semillas de maní fue almacenado en tubos de ensayos tapados con film plástico (Parafilm, Pechiney, Menasha, Wisconsin, USA) en freezer a  $-18^{\circ}\text{C}$  hasta su posterior análisis. Los ésteres metílicos de los ácidos grasos fueron preparados por transesterificación del aceite con una solución 3,2% de cloruro de amonio en metanol previa saponificación con KOH 1N en metanol (Grosso 2000)<sup>109</sup>. Dichos ésteres metílicos fueron analizados en un cromatógrafo de gas-líquido Perkin Elmer Clarus 500 equipado con un detector de ionización de llama (FID) (Waltham, Massachusetts, USA). Se utilizó una columna capilar Varian, CP-Wax 52 CB (Lake Forest, CA, USA). La temperatura de la columna fue programada de  $180^{\circ}\text{C}$  (1 min) a  $230^{\circ}\text{C}$  con un incremento de  $4^{\circ}\text{C}/\text{min}$ .

La temperatura del inyector y del detector fue  $250^{\circ}\text{C}$ . Como gas transportador se usó nitrógeno con una velocidad de flujo de 1 mL/min. El volumen de la muestra inyectada fue 1 mL. Los ésteres metílicos de los ácidos grasos se identificaron por comparación de sus tiempos de retención con aquellos de una mezcla conteniendo estándares de ésteres metílicos de ácidos grasos provista por Sigma Chemical Co. La concentración de cada ácido graso fue determinada en porcentaje usando el éster metílico del ácido heptadecanoico (Sigma Chemical Co.) como estándar interno Grosso 2000<sup>109</sup>. (n=3).

**Contenido de Tocoferoles:** se determinó de acuerdo a las prácticas recomendadas por las metodologías AOCS 1998<sup>112</sup>. La concentración de Alfa, Beta, Gama y Delta Tocoferol se midió por Cromatografía Líquida de Alta Presión (HPLC) utilizando un cromatógrafo líquido Hewlett Packard 1110 equipado con un detector DAD. Los Tocoferoles fueron detectados por absorbencia a 292 nm tras su separación por una columna Zorbax RX-SiL de 4.6 x 250 mm con una fase móvil de 2-propanol en Hexano (99.5/0.5% v/v). Los resultados se expresaron en ppm. (n=3).

Los tocoferoles fueron identificados por medio de la comparación de los tiempos de retención y la de estándares conocidos Sigma-Aldrich. Las concentraciones de los Tocoferoles se determinaron mediante curva de calibración realizadas con estándares.



**Objetivo 2,** se analizó la composición de ácidos grasos del aceite de maní obtenido mediante prensado en frío a partir de granos crudos y tostados de cultivares Tegua y Granoleico, comparando el perfil lipídico con otros aceites vegetales: girasol, canola, soja, maíz, oliva.

**Obtención de Aceite de Maní:** se utilizaron semillas sanas y maduras de maní tipo Runner de las variedades Granoleico (GO) y Tegua (T).

El aceite de maní se obtuvo a partir del prensado en frío de granos crudo y tostado. A tal fin se utilizó una cámara extractora y una prensa hidráulica de 20 toneladas (He-Du, Hermes I. Dupraz S.R.L, Industria Argentina).

**Composición ácidos grasos de los aceites de maní y otros aceites vegetales:** los ácidos grasos fueron determinados por cromatografía gaseosa de acuerdo a lo descrito en la metodología del “Objetivo 1”.

Así mismo se determinó y comparó la composición de ácidos grasos de los siguientes aceites refinados comerciales: girasol (marca Natura, AGD, General Cabrera, provincia de Córdoba), soja (Sojola, AGD, General Cabrera, provincia de Córdoba), oliva (Olivita, Departamento 25 de Mayo, provincia de San Juan) y aceite de canola prensado en frío a partir de semillas variedad eclipse, producida en Facultad de Ciencias Agropecuarias, UNC.

**El índice de yodo (IY):** se calculó a partir de los porcentajes de ácidos grasos insaturados obtenidos por cromatografía gaseosa usando la siguiente fórmula (Hashim 1993<sup>113</sup>, Grosso 2000<sup>109</sup>)

$IY = IV = (\% C16:1 \times 0,9983) + (\% C18:1 \times 0,8601) + (\% C18:2 \times 1,7321) + (\% C18:3 \times 2,7410) + (\% C20:1 \times 0,7854) + (\% 22:1 \times 0,751).$

**La relación de los ácidos grasos oleico / linoleico (O/L):**

$O/L = \% \text{ácido oleico} / \% \text{ácido linoléico (Grosso, 2000)}^{109}.$

**Porcentaje de saturados (S), monoinsaturados (MI) y polinsaturados (PI):**

S = % 16:0 + % 18:0 + % 20:0 + % 22:0 + % 24:0.

MI = % 16:1 + % 18:1 + % 20:1 + % 22:1.

PI = % 18:2 + % 18:3.

**Objetivo 3**, se analizó el efecto del consumo de aceite de maní alto oleico en comparación con otros aceites vegetales (girasol y oliva) sobre el peso y los niveles de colesterol total, cHDL, cLDL y triglicéridos sanguíneos en ratones *Albino swiss*.

### **Materiales**

Se utilizaron tres aceites vegetales:

- Aceite de maní crudo variedad Granoleico prensado en frío de acuerdo a lo descrito en el Objetivo 2.
- Aceite de oliva extra virgen variedad Frantoio (Olivita, Departamento 25 de Mayo, provincia de San Juan, Argentina).
- Aceite de girasol refinado (Natura, AGD, General Deheza, provincia de Córdoba, Argentina).

### **Metodología**

Para esta experiencia se trabajó con ratones *Albino swiss*; se estableció un modelo de alimentación en el cual se suministraron dietas semisintéticas de acuerdo al “Internacional Council for Laboratory Animal Science” (ICLAS)<sup>114</sup>, donde varió el tipo de aceite vegetal que contenían (maní alto oleico, oliva o girasol). La ingesta de las correspondientes dietas se mantuvo durante 77 o 126 días, luego de lo cual los animales fueron sacrificados para realizar el análisis de los lípidos sanguíneos. A continuación se describe en detalle estos procedimientos.

### **De los animales experimentales y los grupos**

Para este estudio se utilizaron 81 ratones machos *Albino swiss* a partir del destete (21 días de vida). Se conformaron 9 lotes de 9 animales cada uno y se asignaron aleatoriamente las dietas.

Lote 1: correspondió a ratones que sin haber recibido dieta alguna, fueron sacrificados al momento del destete.

Lote 2 y 3: animales alimentados con dieta semisintética con agregado de aceite de maní variedad “Granoleico”.

Lote 4 y 5: dieta semisintética con agregado de aceite de oliva extra virgen.

Lote 6 y 7: dieta semisintética con agregado de aceite de girasol.

Lote 8 y 9: animales alimentados con alimento balanceado comercial.

Los animales correspondientes a los lotes 2, 4, 6, 8, se sacrificaron a los 77 días mientras que los lotes 3, 5, 7, 9, a los 124 días.

**Condiciones y control:** los animales se alojaron en jaulas plásticas no translúcidas con reja en la parte superior. Cada jaula disponía de 4 comederos (capacidad de 100cm<sup>3</sup> c/u), 1 bebedero (botella de vidrio de 350cc con pico vertedor) y aserrín en la base. Se mantuvieron en condiciones controladas de temperatura (20° ± 2°C) y períodos de luz oscuridad (14:10 horas), con alimento y bebida *ad libitum*. El control de comida y bebida se realizó diariamente.

**Alimento:** se elaboraron los tres tipos de dietas semisintéticas, en la tabla 2.1 se puede apreciar los ingredientes de base a la cual se incorporó cada uno los diferentes aceites: maní alto oleico variedad Granoleico, oliva extra virgen o aceite de girasol al 5%, para alimentar a los distintos lotes.

**Tabla 2.1.** Composición de la dieta semisintética con el agregado de aceites vegetales de maní alto oleico, girasol y oliva.

NUTRIENTE	Cantidad g/100g
Almidón de Maíz	62
Caseína	14
Fibra (salvado de trigo)	5
Sacarosa	10
Mezcla mineral	3,5
Mezcla vitamínica	1
Bitartrato de Colina	0,25
L-Cistina	0,18
Ter-butil-hidroquinona	0,0008
Aceite de maní alto oleico, oliva o girasol	5

**Tabla 2.2.** Composición química del alimento balanceado comercial según el rotulado del producto

<i>COMPOSICIÓN CENTESIMAL</i>	
Proteína (mínimo): 18%	Fósforo (mínimo): 0,85%
Extracto etéreo (mínimo): 3,9%	Fósforo (máximo): 0,95%
Fibra (máximo): 5,5%	Minerales totales (máximo): 10%
Calcio (mínimo): 1,15%	Humedad (máximo): 13%
Calcio (máximo): 1,25%	Valor Energía (mínimo): 2780Kcal/Kg.

Fuente: Gepsa Feeds. Grupo Pilar S.A. Animales de laboratorio Ratón/Rata, Buenos Aires, Argentina<sup>115</sup>.

### **Análisis realizados sobre los tratamientos**

**Determinación del peso:** se registró semanalmente en forma cuantitativa el peso por animal medido en gramos, con balanza Mettler PN 1210 (Germany) con peso máximo de 1200 g y d= 10 mg.

**Determinación de lípidos plasmáticos:** los animales fueron sacrificados por decapitación luego de 14 horas de ayuno, recolectándose la sangre en cápsulas heparinizadas y posteriormente en tubos de Kahn mantenidos sobre hielo hasta la centrifugación, la que se realizó a 500 G (centrífuga, International Centrifuge, USA), durante 30 min. El plasma obtenido se colocó en tubo eppendorf plástico con tapa y se mantuvo a -20°C hasta su procesamiento. El volumen de plasma obtenido fue variable entre 150-250µl.

Sobre dicho plasma se realizaron los siguientes análisis:

a) Triglicéridos totales: se determinaron con un kit TG Color GPO/PAP AA de la empresa Wiener. Se utilizó un método colorimétrico donde los triglicéridos se midieron en un espectrofotómetro Perkin Elmer Lambda 25 a una longitud de onda de 505 nm (Mc Gowan, 1983)<sup>116</sup>.

b) Colesterol total: se determinó con un kit Colestat Enzimático de la empresa Wiener. Se utilizó un método colorimétrico donde el colesterol total se midió en el espectrofotómetro citado. (Trinder, 1983)<sup>117</sup>.

c) Colesterol-HDL: se determinó con un kit Colestat Enzimático de la empresa Wiener. En una primera etapa se utilizó un reactivo precipitante (HDL colesterol reactivo precipitante), en el cual el cHDL quedó en el sobrenadante y las demás formas de colesterol fueron precipitadas. Se utilizó un método colorimétrico donde el cHDL se midió en un espectrofotómetro citado. (Henry, 1974)<sup>118</sup>.

d) Colesterol-LDL: se determinó con un kit Colestat Enzimático de la empresa Wiener. En una primera etapa se le agregó un reactivo precipitante (LDL reactivo precipitante), en donde el cLDL precipitó y quedaron en suspensión todas las demás formas de colesterol. Sobre el sobrenadante, se determinó el colesterol midiendo en el espectrofotómetro citado y por diferencia con el colesterol total de la muestra se obtiene el cLDL (Cooper, 1974)<sup>119</sup>.

Todos los resultados se expresaron en mg/dL.

**Objetivo 4**, planteó estudiar la estabilidad de aceites de maní con distintas relaciones de ácidos grasos oleico/linoleico, analizando cambios químicos a los fines de estimar la vida útil de productos de maní.

## Materiales

### Preparación de las muestras de aceite

A partir de los aceites de maní obtenidos de las variedades Granoleico (GO) y Tegua (T) de acuerdo a lo descrito en el Objetivo 2, se prepararon mezclas de diferentes proporciones (tabla 2.3):

**Tabla 2.3.** Composición de las muestras con distintas proporciones de aceite Tegua (T) y Granoleico (GO)

Muestra	Composición
100-0	100% aceite T
75-25	75% aceite T y 25% aceite GO
50-50	50% aceite T y 50% aceite GO
25-75	25% aceite T y 75% aceite GO
0-100	100% aceite GO

**Composición de ácidos grasos:** se determinó la composición de ácidos grasos de las muestras de aceite de maní de acuerdo a lo descrito en el “Objetivo 1”.

**Almacenaje y muestreo:** se colocaron en tubos de ensayo 7g de cada muestra de aceite y se almacenaron en estufa a 60°C durante 28 días, con el fin de reproducir condiciones de oxidación acelerada<sup>120,69,121</sup>. Las muestras de aceite se extrajeron a 0, 7, 14, 21 y 28 días de almacenaje para el análisis de indicadores de deterioro químico de lípidos.

**Análisis químicos**

**Índice de Peróxidos (IP):** éste indicador fue evaluado de acuerdo al método 28.022 de la AOAC (1994)<sup>111</sup> usando 5g de aceite de cada muestra. El IP se expresó como miliequivalentes de oxígeno activo por kilogramo de aceite (meqO<sub>2</sub>/kg). El valor final se calculó con la formula:  $IP \text{ (meqO}_2\text{/kg)} = (\text{volumen en mL de Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \times (0.1\text{N}) \times (1000) / (\text{g aceite})$ .

**Índice de Anisidina (IA):** éste método es comúnmente utilizado como una medición de los productos de oxidación más avanzada de lípidos. El procedimiento descrito por IUPAC (1987)<sup>122</sup>, consistió en pesar 0.5-0.4 ± 0.001g de muestra de aceite de maní el cual fue disuelto en 25 mL de n-hexano en un matraz volumétrico. La absorbencia (Ab) de la solución fue medida a 350 nm en un espectrofotómetro (UV-V Espectrofotómetro con arreglo de diodos Hewlett Packard HP 8452 A, USA), usando n-hexano como blanco. 5 mL de la solución aceitosa, se mezcló con 1 mL del reactivo p-anisidina. Este último reactivo se preparó con 0.25g de p-anisidina (Carlo Erba Reagenti, Rodano, Italy) cada 100 mL solución en ácido acético glacial. Se midió la absorbencia de esta solución (As) a 350 después de exactamente 10 minutos usando como blanco una mezcla de 5 mL de n-hexano y 1 mL de reactivo de p-anisidina. El valor de p-anisidina se calculó por la formula:  $IA = 25 \times (1.2As - Ab) / m$ , en donde "As" es la absorbencia de la solución aceitosa después de la reacción con el reactivo p-anisidina, "Ab" es la absorbencia de la solución aceitosa y "m" es la masa en gramos del aceite.

**Dienos conjugados (DC):** se disolvieron las muestras de aceite de maní en 6mL de n-hexano. A partir de estas soluciones se midieron los dienos conjugados por absorción a 232 nm en un espectrofotómetro (UV-V Diode Array Spectrophotometer, Hewlett Packard HP 8452 A, USA), utilizando n-hexano como blanco según COI (2001)<sup>123</sup>. Los resultados se informaron como coeficientes de extinción de la muestra E (1%, 1cm).



**Objetivo 5,** A fin de evaluar la aceptabilidad de los aceites de maní tostado prensados en frío de las variedades Tegua y Granoleico, se efectuó una prueba sensorial en consumidores no entrenados<sup>124,125</sup>. En la misma se presentaron cuatro aceites vegetales para su degustación, es decir que además de los aceites de maní se testeó aceite refinado de girasol y aceite extra virgen de oliva. Esta elección se realizó a los fines de comparar los aceites de maní con el de mayor consumo en nuestro país (girasol) y con el de perfil de ácidos grasos similar (oliva).

La evaluación sensorial es una técnica de medición y análisis tan importante como los métodos físicos, químicos, microbiológicos, etc. Este tipo de análisis tiene la ventaja de que la persona que efectúa las mediciones lleva consigo sus propios instrumentos de análisis, o sea: sus cinco sentidos<sup>126</sup>.

La selección de las personas y el lugar donde se realizan las pruebas de evaluación sensorial son factores de los que dependen en gran parte el éxito y la validez de las mismas.

#### **Criterios para la selección de evaluadores**

Los evaluadores (jueces no entrenados) fueron 58 alumnos universitarios de sexo femenino y masculino de la Carrera de Nutrición de la Universidad Nacional de Córdoba, no relacionados con la investigación.

Se escogieron jueces no entrenados, consumidores habituales de aceites y potenciales usuarios de aceite de maní<sup>126</sup>.

Se evitó al menos 30 minutos antes de realizar la prueba:

El consumo de alimentos fuertemente condimentados.

La ingestión de infusiones como té o café.

El consumo de caramelos blandos o goma de mascar.

El uso de cosméticos fuertemente odorizados (loción facial, cremas para manos, perfumes, labiales, spray para el cabello, loción para después de afeitarse, etc).

Concurrir agitado o malhumorado antes de realizar la prueba (éstos factores pueden influir negativamente en los resultados). Asimismo se les solicitó lavarse las manos con jabón neutro, disponibilidad de tiempo, interés, buena predisposición y concentración.

### **Realización de las pruebas.**

Material para la degustación: se entregó a cada panelista cuatro muestras codificadas aleatoriamente de Aceite de Maní tostado Tegua, Alto Oleico, Oliva Extra Virgen y Girasol.

Las muestras se presentaron en bandejas donde se colocó 1 mL de cada aceite en un cuadrado de 2 cm x 2 cm de pan lactal- liviano del mismo lote (marca Fargo, Córdoba, Argentina), desecado al aire libre durante 12 horas, dentro de un pirotín N°9, para evitar la contaminación cruzada entre las muestras. Además, a cada juez se le entregó un vaso con agua y manzana cortada en cubos para consumir entre cada muestra.

Se tuvieron en cuenta buenas prácticas de manufactura (BPM)<sup>127</sup>, procedimientos que son necesarios cumplir para lograr alimentos inocuos y seguros.

Encuesta: se les adjuntaron dos planillas; una, para evaluar los atributos sabor, olor, color de los cuatro aceites donde el juez no entrenado debió puntuar el producto mediante una escala hedónica de 9 puntos<sup>128</sup> y en la otra una tabla de preferencia, donde cada participante debió ordenar de menor a mayor las muestras, registrando su opinión.

El laboratorio de evaluación sensorial donde se realizó la investigación 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 apropiadas.

Las condiciones de la prueba son importantes y se minimizaron los errores de:

- Expectación (los jueces no recibieron información que pudiera crear expectativas: se cuidó la codificación de las muestras).
- Estímulo (las muestras fueron prácticamente homogéneas, para evitar subjetividades).
- Lógica (se evitó la posibilidad de asociaciones lógicas, debido a aspectos o explicaciones de las muestras).

La codificación no proporcionó al catador ninguna información sobre la identidad de las muestras<sup>129,130</sup>.

-Los análisis químicos de composición de ácidos grasos fueron realizados en la planta piloto del Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (ICTA), Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba.

-La composición de tocoferoles fue realizada en el Laboratorio de Calidad de Granos del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, INTA, de Manfredi.

-La composición de minerales fue realizada en el Centro de Excelencia y Productos y Procesos, CEPROCOR, de la Provincia de Córdoba.

-La obtención del aceite fue realizada en la Cátedra de Química Biológica, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.

-El alimento semisintético fue preparado según directrices ICLAS en la planta piloto del Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (ICTA), perteneciente a la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.

-La experimentación en ratones se realizó en el bioterio de la Cátedra de Fisiología de la Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.

-Las determinaciones bioquímicas se realizaron en el Laboratorio de Química Biológica, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.

-La prueba de aceptabilidad se realizó en la sala de evaluación sensorial, del Laboratorio de Evaluación Sensorial del Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (ICTA), Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Los resultados obtenidos de las distintas etapas de las investigaciones se analizaron estadísticamente utilizando el programa de Infostat Año 2008p<sup>131</sup>, desarrollado en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.

Se determinaron: medias, errores estándar y se realizaron Análisis de varianza y test LSD Fisher ( $\alpha=0,05$ ) para establecer diferencias significativas entre muestras.

En las variables de lípidos plasmáticos (colesterol total, colesterol HDL, colesterol LDL y triglicéridos) que no mostraron distribución normal, se seleccionaron aquellas muestras comprendidas dentro de un coeficiente de variación  $\leq$  a 20.

Para todos los casos se consideró un valor máximo admisible del error tipo I a un nivel de confianza de  $p < 0,05$ .

En el caso del objetivo sobre estabilidad, se realizó regresión lineal de primer orden para obtener ecuaciones de predicción ( $Y = \beta_0 + \beta_1X$ ) entre la variable independiente (X: tiempo de almacenaje) y dependientes (Y: indicadores químicos IP, IA y DC) y se realizó un análisis de regresión polinómica de segundo orden para obtener una ecuación de predicción entre las variables “relación oleico/linoleico O/L” (X) y “vida útil” (Y).

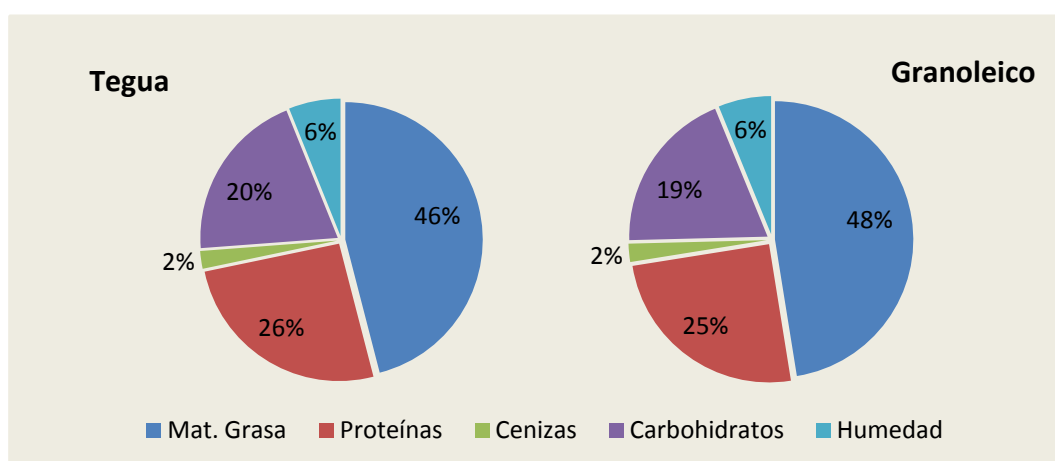
## RESULTADOS

### Composición general del grano

La composición de macronutrientes, agua y cenizas de los granos de maní crudo, tostado y frito fueron investigados en dos cultivares ambos provenientes de la provincia de Córdoba. Los resultados mostraron que de la variedad Runner, tanto el cultivar Tegua como el Granoleico, mostraron elevado contenido de materia grasa, importante cantidad de proteínas, carbohidratos, escaso contenido de agua y cenizas.

### Maní crudo

En el grano crudo, los carbohidratos, proteínas y grasas presentaron cantidades similares entre variedades y no mostraron diferencias significativas (figura 3.1). El valor energético por cada 100 g fue de 598 Kcal (Tegua) y 608 Kcal (Granoleico).

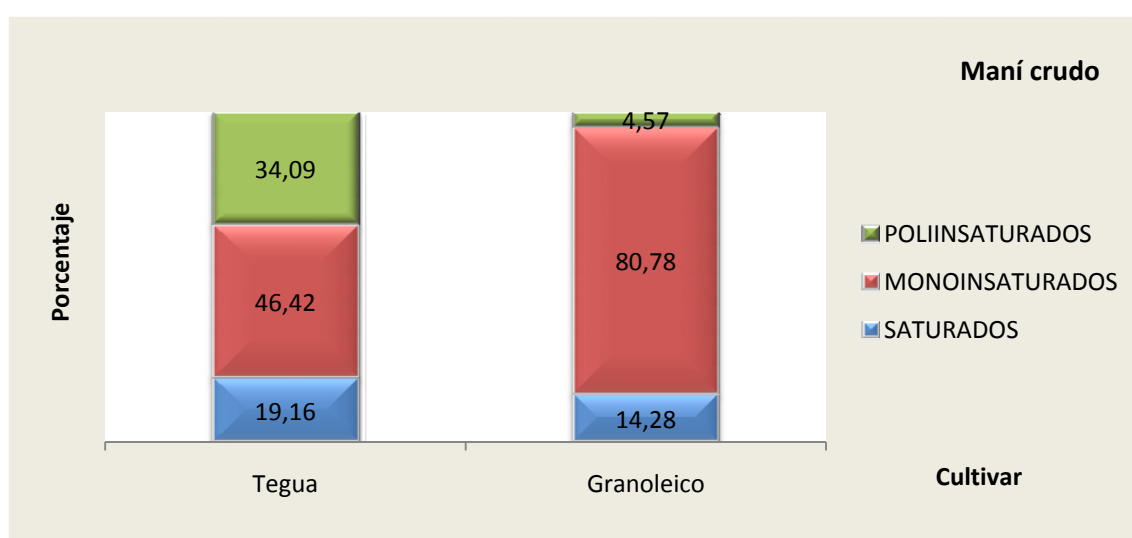


**Figura 3.1.** Contenido de carbohidratos, proteínas, grasas, cenizas y humedad de granos de **Maní crudo** (n=3), de los cultivares Tegua y Granoleico provenientes de la Provincia de Córdoba, Argentina expresados en porcentajes (g/100g de maní) sobre base húmeda.

En el apéndice (Tabla A.7) se encuentran los resultados de grano de maní crudo expresados sobre base seca

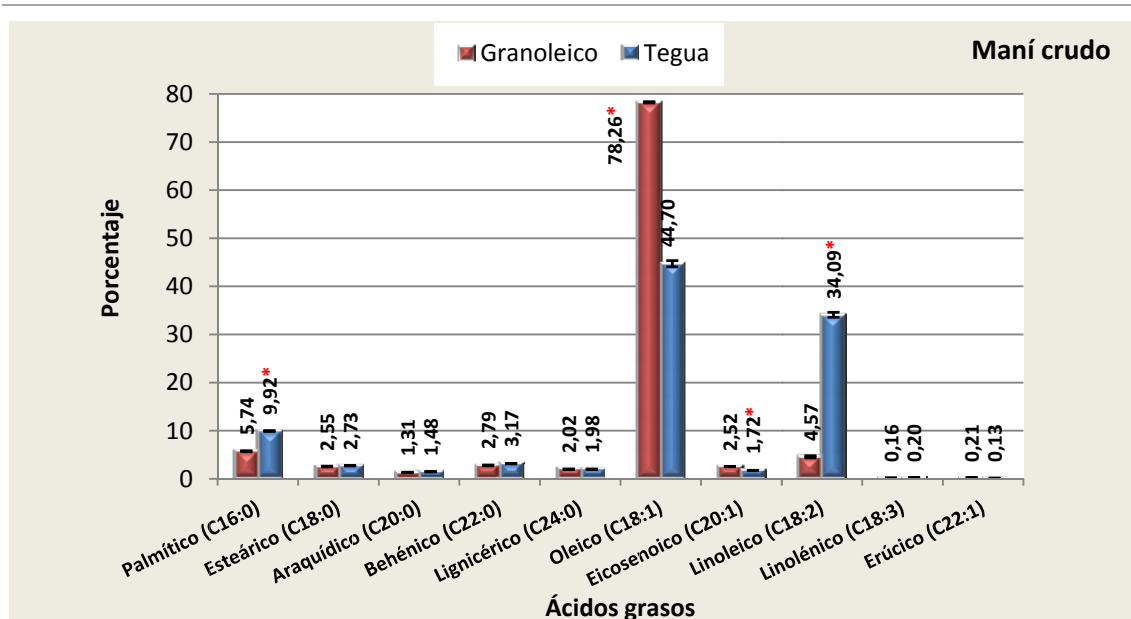
### Composición de ácidos grasos de maní crudo

Los ácidos grasos predominantes en el grano crudo, fueron los monoinsaturados (MUFA), sin embargo, la proporción de éstos difiere entre cultivares observándose un elevado contenido en la variedad Granoleico. Si bien existieron diferencias significativas en la agrupación de los ácidos grasos tanto en saturados, monoinsaturados y poliinsaturados, la brecha fue menor en los saturados representados por valores de 19,16% en Tegua y 14,28% en Granoleico (figura 3.2).



**Figura 3.2.** Proporción de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados de los aceites de **maní crudo** (n=3), de los cultivares Tegua y Granoleico cultivados en la Provincia de Córdoba, Argentina expresados en porcentajes (g/100g de materia grasa).

Se observó que, dentro de la composición de ácidos grasos, de los aceites de maní crudo, los que determinaron la diferencia fueron para el caso de los ácidos grasos saturados el ácido palmítico (16:0), 9,92% en Tegua y 5,74% en Granoleico. Respecto a los poliinsaturados, el ácido linoleico (18:2) se encontró en cantidades superiores en la variedad Tegua (34,09%). Mientras que en la variedad Granoleico, se destacó por tener 78,26% de ácido oleico de un de 80,78% de ácidos grasos monoinsaturados (figura 3.3). Otro ácido graso que mostró diferencias significativas fue el eicosenoico (20:1) siendo mayor su porcentaje en la variedad Granoleico con un 2,52%.



**Figura 3.3.** Composición de ácidos grasos de los aceites de granos de **maní crudo** (n=3), cultivares Tegua y Granoleico, cultivados en la Provincia de Córdoba, Argentina. Expresado en g/100 g de materia grasa. (\*) indica diferencias significativas entre variedades (p< 0,05).

### Tocoferoles

Se detectaron los siguientes tocoferoles en los aceites de los granos de maní de las variedades Tegua y Granoleico: Alfa-tocoferol, Beta-tocoferol, Gama-tocoferol y Delta-tocoferol siendo los más abundantes el Gama y Alfa Tocoferol, en ambos cultivares, con valores totales que oscilaron entre  $39,91 \pm 0,84$  y  $36,53 \pm 0,79$  mg/100g de aceite (tabla 3.1).

**Tabla 3.1.** Composición de tocoferoles del aceite de granos de maní crudo de los cultivares Tegua y Granoleico expresado en mg/100g de aceite.

Variedad	Total Tocoferoles	Alfa Tocoferol	Beta Tocoferol	Gama Tocoferol	*	Delta Tocoferol	*
Tegua	$39,91 \pm 0,84$	$19,24 \pm 0,38$	$0,45 \pm 0,01$	$19,76 \pm 0,37$	a	$0,47 \pm 0,06$	a
Granoleico	$36,53 \pm 0,79$	$17,91 \pm 0,53$	$0,63 \pm 0,05$	$17,23 \pm 0,19$	b	$0,76 \pm 0,01$	b

Fuente: Análisis realizado en Laboratorio de Calidad de Granos del INTA de Manfredi, Córdoba, Argentina. Los valores se expresan como  $TM \pm EEM$ . (n=3)

\* Medias con una letra distinta son significativamente diferentes (p<0,05)

### Minerales

En la tabla 3.2 se muestra la composición de minerales de los granos de maní de las variedades Tegua y Granoleico. En la variedad Tegua se observaron valores levemente superiores respecto al fósforo, magnesio, potasio, cobre y calcio en relación a lo detectado en la variedad Granoleico.

**Tabla 3.2.** Composición de los principales minerales presentes en el grano de maní crudo de cultivares Tegua y Granoleico expresados como mg/100g de maní.

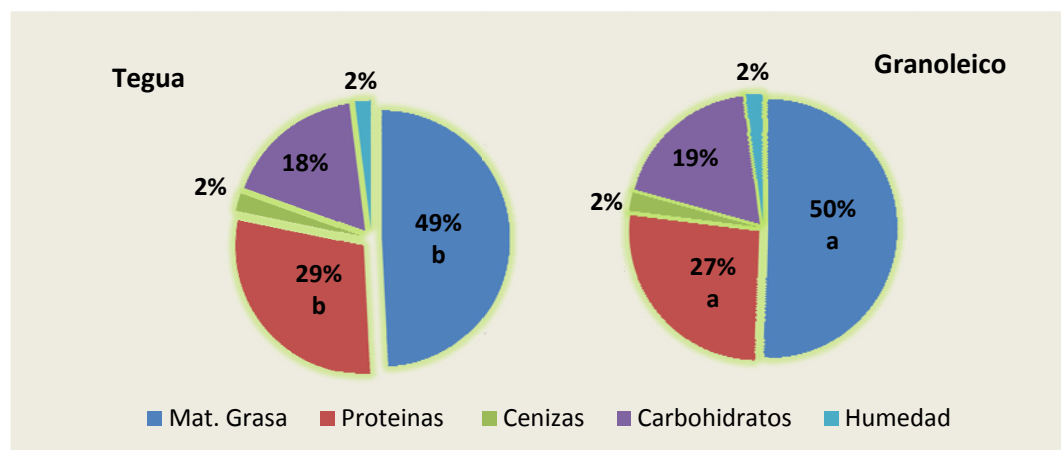
Variedad	Calcio (mg)	Hierro (mg)	Cobre (mg)	Zinc (mg)	Sodio (mg)	Potasio (mg)	Magnesio (mg)	Fósforo (mg)
Tegua	48,75	1,79	0,93	2,86	6,04	643,21	181,25	381,21
Granoleico	44,62	1,84	0,87	2,91	6,27	637,45	179,35	376,34

Fuente: Análisis realizado en el Centro de Excelencia de Productos y Procesos de la Provincia de Córdoba (CEPROCOR), Córdoba, Argentina.

### Maní tostado

La composición del grano una vez realizado el proceso de tostado se muestra en la figura 3.4. A causa de dicho proceso, se produjo una disminución del porcentaje de humedad, la cual llevó al grano a un contenido menor de un 60 % respecto al grano crudo en ambos cultivares y como consecuencia aumentaron levemente los macronutrientes especialmente la materia grasa (1 a 2 g por ciento). Tanto el contenido de materia grasa como el de proteínas presentó diferencias ( $p < 0,05$ ); mientras que las cantidades de carbohidratos totales fueron similares en ambas variedades. La variedad Granoleico presentó mayor porcentaje de materia grasa y menor valor de proteína respecto a la variedad Tegua. El valor energético por cada 100 g de producto fue de 629 Kcal en Tegua y 634 Kcal en Granoleico.



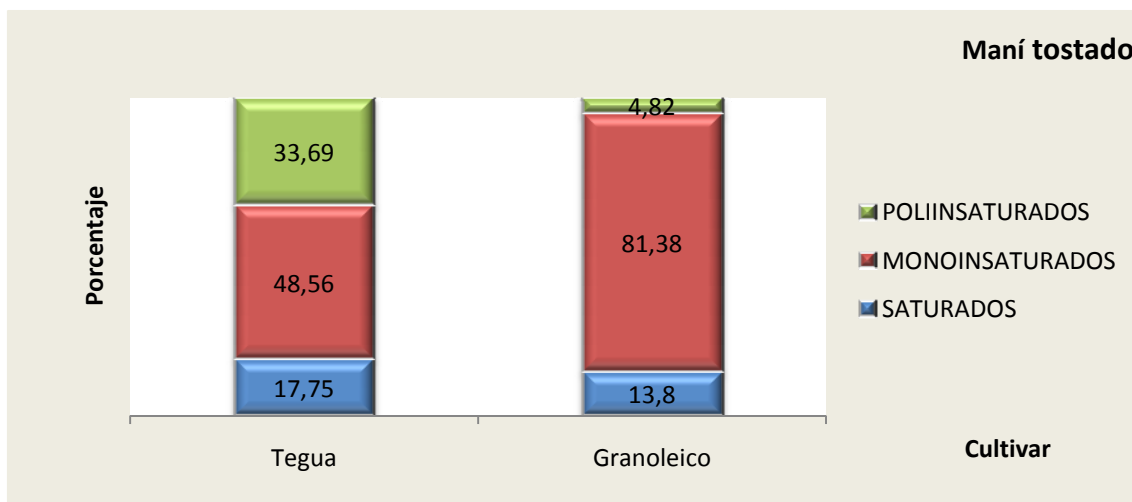


**Figura 3.4.** Contenido de carbohidratos, proteínas, grasas, cenizas y humedad de granos de **maní tostado** (n=3), de los cultivares Tegua y Granoleico provenientes de la Provincia de Córdoba, Argentina expresados en porcentajes (g/100g de maní) sobre base húmeda. Letras distintas en nutrientes indican diferencias significativas entre cultivares ( $p < 0,05$ ).

En el apéndice (Tabla A.7) se expresa la composición química del grano tostado sobre 100 g de materia seca.

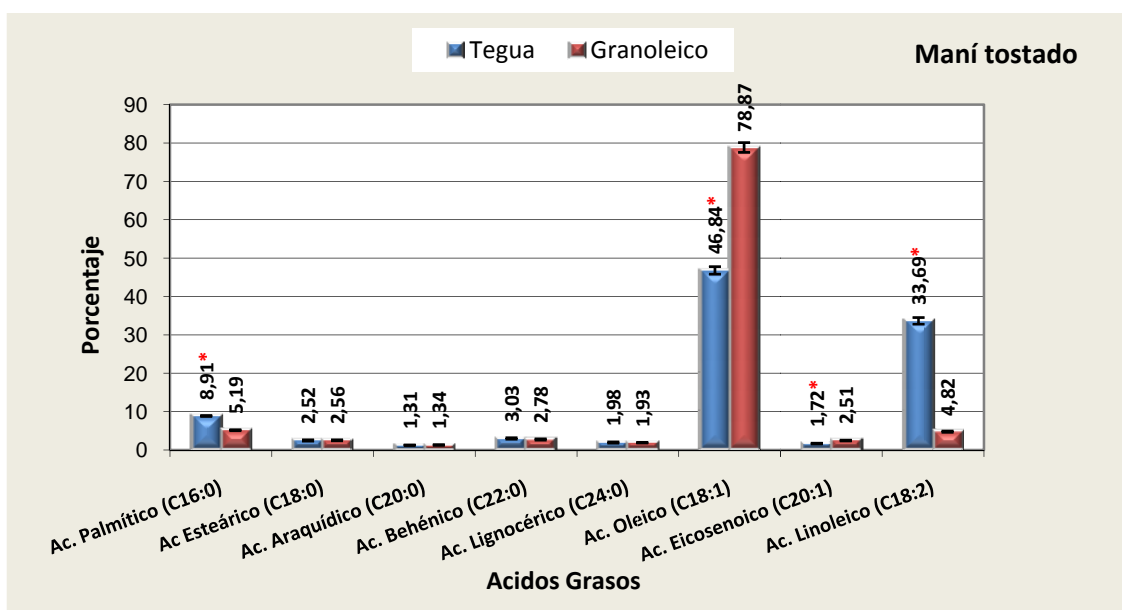
#### Composición de ácidos grasos de maní tostado

Los resultados mostraron que en el caso del grano tostado, la composición de ácidos grasos tuvo pequeñas diferencias respecto a la del grano crudo. Los valores de ácidos grasos monoinsaturados (MUFA) fueron mayores en el orden de un 2 % (figura 3.5) respecto a los granos crudos. Comparando ambas variedades nuevamente se evidenció que en los granos tostados de la variedad Granoleico tuvo mayor porcentaje de monoinsaturados y menores valores en poliinsaturados y saturados respecto a la variedad Tegua.



**Figura 3.5.** Proporción de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados de los aceites de **maní tostado** (n=3), de los cultivares Tegua y Granoleico, cultivados en la Provincia de Córdoba, Argentina expresados en porcentajes (g/100g de materia grasa).

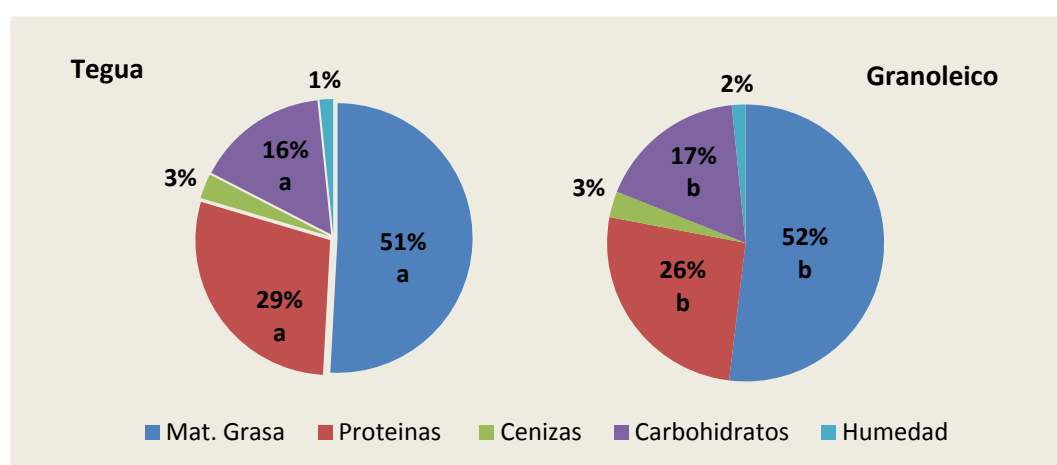
La figura 3.6 muestra el perfil de ácidos grasos de los aceites de maní tostado de las variedades Tegua y Granoleico. Los ácidos grasos que presentaron diferencias entre cultivares fueron el ácido palmítico, oleico, linoleico y eicosenoico ( $p < 0,05$ ). Se observó que la variedad Granoleico presentó mayor porcentaje en los ácidos oleico y eicosenoico y menores valores en linoleico y palmítico respecto a la variedad Tegua.



**Figura 3.6.** Composición de ácidos grasos de los aceites de granos de **maní tostado** (n=3), cultivares Tegua y Granoleico, cultivados en la Provincia de Córdoba, Argentina. Expresado en g/100 g de materia grasa. (\*) indica diferencias significativas entre variedades ( $p < 0,05$ ).

### Maní frito

El maní frito se obtuvo a partir de la fritura de los granos crudo en aceite refinado de girasol. La composición del grano varió en su contenido lipídico aumentando en un 2 % respecto al tostado como consecuencia de la absorción del aceite de fritura. Todos los macronutrientes presentaron diferencias entre los cultivares ( $p < 0,05$ ). La variedad Granoleico mostró mayor contenido en materia grasa y menores porcentajes en proteínas y carbohidratos respecto a los granos fritos de la variedad Tegua (figura 3.7). El valor energético presentó su máximo valor como consecuencia del procedimiento culinario resultando en 639 Kcal (Tegua) y 640 Kcal (Granoleico).



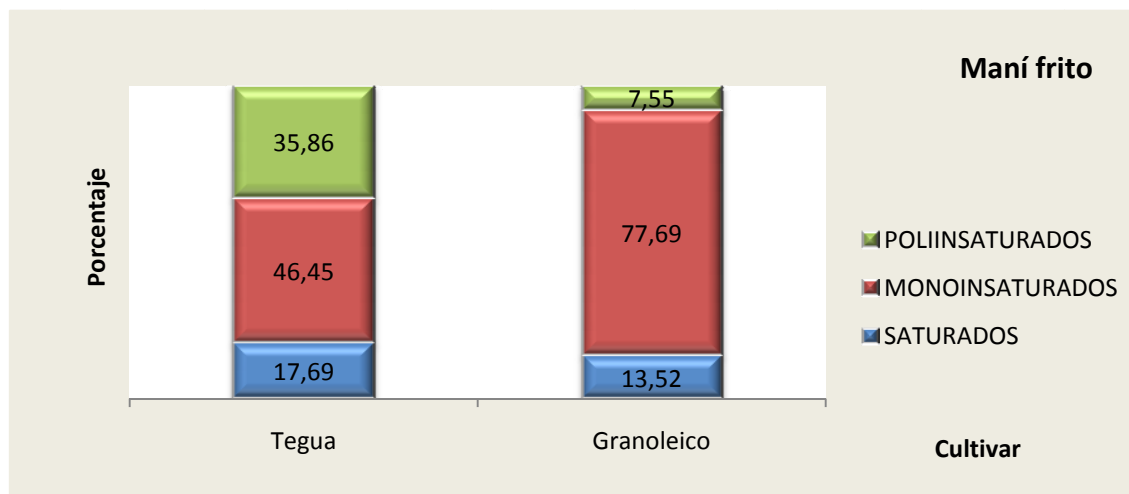
**Figura 3.7.** Contenido de carbohidratos, proteínas, grasas, cenizas y humedad de granos de maní frito ( $n=3$ ) de los cultivares Tegua y Granoleico provenientes de la Provincia de Córdoba, Argentina expresados en porcentajes (g/100g de maní) sobre base húmeda. Letras distintas entre nutrientes indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

En el apéndice, Tabla A.7, se expresa la composición química del grano de maní frito sobre 100 g de materia seca.

### Composición de ácidos grasos de maní frito

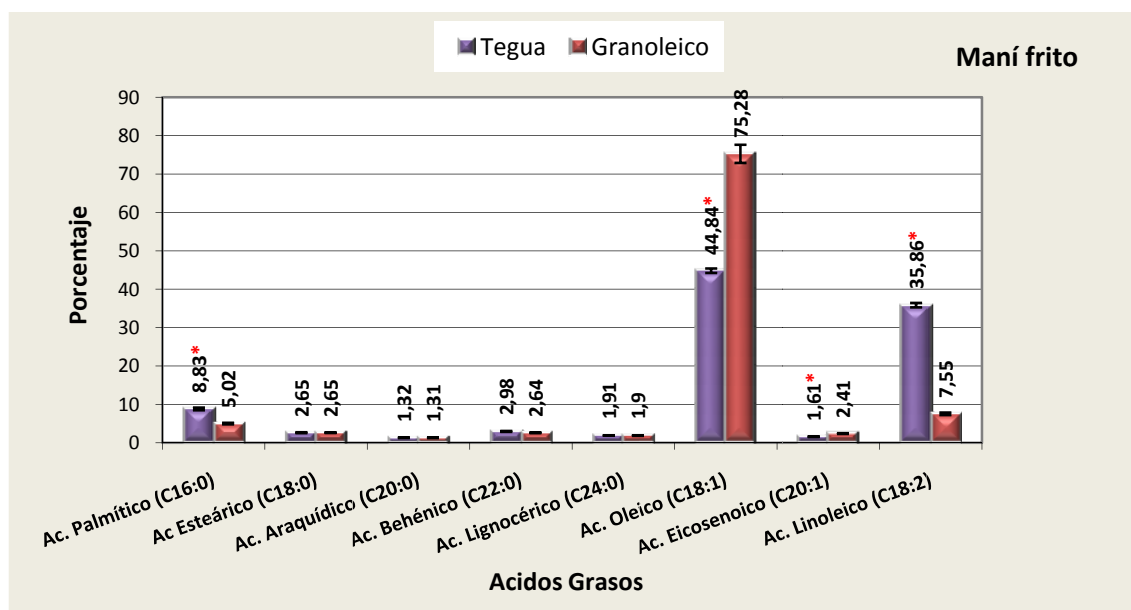
En el caso del maní frito la proporción de ácidos grasos se modificó como consecuencia de la absorción de la materia grasa proveniente del aceite refinado de girasol usado en el procedimiento de fritura. En comparación con los granos crudos y tostados de maní, en el maní frito, los MUFA disminuyeron en ambos cultivares con un aumento de los PUFA dado por el elevado contenido de ácido linoleico característico del aceite de girasol (figura 3.8). Los SFA no sufrieron cambios significativos. Nuevamente cuando se

comparan ambas variedades de maní, se observó que en la variedad Granoleico se encontró mayor porcentaje de ácidos grasos monoinsaturados y menores en poliinsaturados y saturados respecto a los granos fritos de la variedad Tegua.



**Figura 3.8.** Proporción de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados de los aceites de **maní frito** (n=3), de los cultivares Tegua y Granoleico cultivados en la Provincia de Córdoba, Argentina expresados en porcentajes (g/100g de materia grasa).

Al analizar la composición de ácidos grasos del aceite de los granos fritos (figura 3.9), también se evidencia el aumento de ácido linoleico (18:2) que es el principal ácido graso poliinsaturado presente en ambos cultivares, con una disminución del ácido oleico respecto al grano tostado y crudo. Nuevamente este efecto se debe a la absorción de aceite de girasol en el producto maní frito. Cuando se compararon ambas variedades, se detectaron las mismas diferencias en su composición de ácidos grasos que las observadas en granos crudos y tostados. Estas fueron, mayor porcentaje de los ácidos oleico y eicosenoico y menores en los ácidos linoleico y palmítico en la variedad Tegua.



**Figura 3.9.** Composición de ácidos grasos de los aceites de granos de **maní frito** (n=3), cultivares Tegua y Granoleico, cultivados en la Provincia de Córdoba, Argentina. Expresado en g/100 g de materia grasa. (\*) indica diferencias significativas entre variedades (p < 0,05).

### Obtención de Aceite de maní

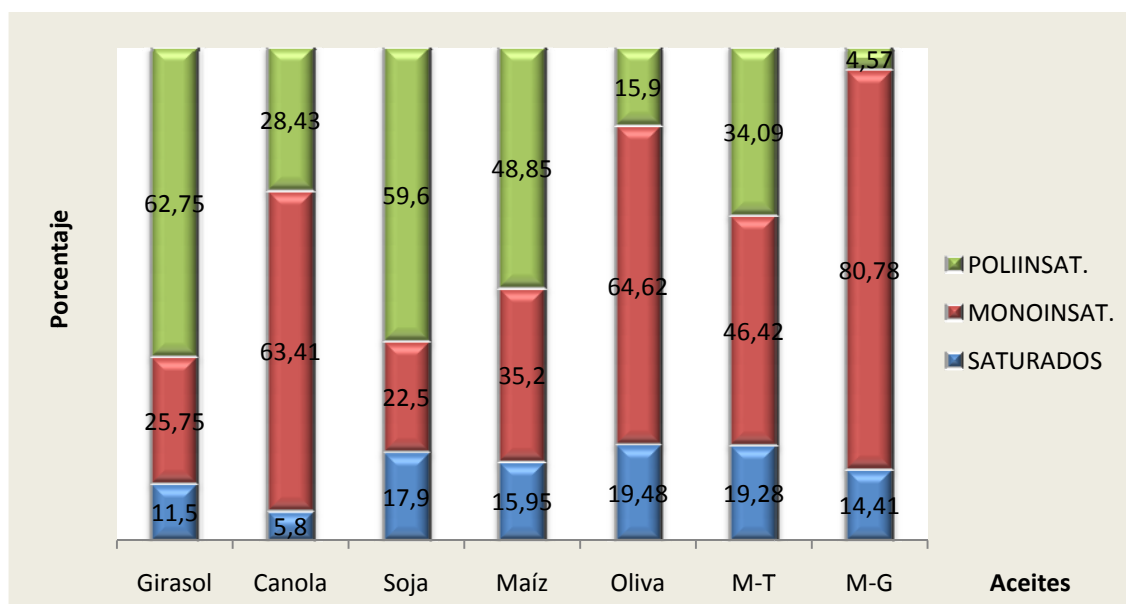
Los aceites de las dos variedades de maní estudiadas, se obtuvieron por prensado en frío. En el caso del aceite de maní crudo, se prensaron muestras de 263g de granos de maní de las cuales se obtuvieron 60 mL de aceite en cada extracción, con un rendimiento del 23% y con una torta remanente de 189g. Este aceite se utilizó para la elaboración de las dietas semisintéticas destinadas al trabajo experimental en ratones correspondiente al siguiente objetivo de este estudio y para las determinaciones de la composición de ácidos grasos de los granos crudos.

La obtención del aceite de maní tostado, se decidió a fin de otorgar mayor “flavor” al aceite destinado para la evaluación sensorial. Por muestra prensado, se partió de 241g de granos tostados, con un rendimiento de 45 mL de aceite (19%) quedando una torta residual de 205g.

Se consideró conveniente comparar los aceites obtenidos con diferentes aceites vegetales de consumo habitual a fin de valorar el perfil lipídico de cada uno.

La proporción de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados de los distintos aceites vegetales se presentan en la figura 3.10. Del análisis surge que, el de

mayor contenido en ácidos grasos poliinsaturados fue el aceite de girasol, seguido por el de soja y maíz. Respecto a los ácidos grasos saturados, presentaron mayor concentración el de oliva y maní Tegua, seguido por soja y maíz. Los aceites en los cuales predominaron los ácidos grasos monoinsaturados fueron en el aceite de maní alto oleico (80,78%), en el de oliva (64,62%) y canola (63,41%).



**Figura 3.10.** Proporción de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados en los aceites de girasol, canola, soja, maíz, oliva, maní Tegua (M-T), maní Granoleico (M-G), (n=3), provenientes de Argentina expresados en porcentajes (g/100g de materia grasa).

En la tabla 3.3 se exponen los valores de la composición de ácidos grasos de los diferentes aceites vegetales estudiados.

El aceite de oliva y maní alto oleico presentaron una mayor proporción de ácido oleico n-9, mientras que en los aceites de girasol, soja y maíz predominó un mayor contenido de ácido linoleico n-6. El ácido linolénico n-3 fue superior en los aceites de canola y de soja que en el resto de los aceites vegetales.

Entre los ácidos grasos saturados, el de mayor presencia en los aceites fue el palmítico el cual se presentó mayoritariamente en el aceite de oliva, seguido por maíz y soja mientras que los que presentaron menores contenido de este ácido graso fueron los de canola y maní Granoleico seguido por el de girasol.

**Tabla 3.3.** Composición de ácidos grasos de los aceites de girasol, canola, soja, maíz, oliva, maní Tegua (M-T) y maní Granoleico (M-G). Expresado en g/100 g de materia grasa.

<i>Aceite</i> Ác. Graso	Girasol <sup>a</sup>	Canola <sup>b</sup>	Soja <sup>c</sup>	Maíz <sup>d</sup>	Oliva <sup>e</sup>	M-T <sup>f</sup>	M-G <sup>g</sup>
<b>Saturados</b>							
<b>Palmítico (C16:0)</b>	5,9±0,35	4,79±0,28	11,9±0,75	12,3±0,75	16,7±0,92	9,92±0,10	5,74±0,09
<b>Esteárico (C18:0)</b>	3,9±0,17	2,09±0,09	4,6±0,29	2,3±0,12	2±0,06	2,61±0,05	2,42±0,09
<b>Araquídico (C20:0)</b>	0,4±0,01	0,52±0,03	0,5±0,03	0,7±0,02	0,5±0,04	1,48±0,06	1,31±0,05
<b>Behénico (C22:0)</b>	0,9±0,02	0,49±0,02	0,6±0,03	0,3±0,02	0,2±0,01	3,17±0,05	2,79±0,07
<b>Lignocérico (C24:0)</b>	0,4±0,01	--	0,3±0,02	0,35±0,02	0,08±0,00	1,98±0,06	2,02±0,03
<b>Total SFA</b>	<b>11,5±0,46</b>	<b>7,89±0,38</b>	<b>17,9±0,99</b>	<b>15,95±0,8</b>	<b>19,48±1,1</b>	<b>19,16±1,1</b>	<b>14,28±0,81</b>
<b>Monoinsaturados</b>							
<b>Oleico (C18:1)</b>	25,4±1,33	61,97±3,7	22±1,39	34,8±2,19	64,22±3,8	44,7±0,65	78,26±0,12
<b>Eicosenoico (C20:1)</b>	0,35±0,01	1,44±0,01	0,5±0,06	0,4±0,06	0,4±0,01	1,72±0,04	2,52±0,02
<b>Erúcico (C22:1)</b>	--	--	--	--	--	0,13±0,01	0,21±0,01
<b>Total MUFA</b>	<b>25,75±1,3</b>	<b>63,41±3,6</b>	<b>22,5±1,28</b>	<b>35,2±1,97</b>	<b>64,62±3,7</b>	<b>46,55±2,6</b>	<b>80,99±4,92</b>
<b>Poliinsaturados</b>							
<b>Linoleico (C18:2)</b>	62,5±3,53	20,55±1,21	52,5±3,18	47,95±2,6	15±0,87	34,09±0,5	4,57±0,23
<b>Linolénico (C18:3)</b>	0,25±0,02	7,88±0,46	7,1±0,40	0,9±0,06	0,9±0,05	0,20±0,02	0,16±0,01
<b>Total PUFA</b>	<b>62,75±3,6</b>	<b>28,43±1,6</b>	<b>59,6±3,12</b>	<b>48,85±2,8</b>	<b>15,9±0,87</b>	<b>34,29±1,9</b>	<b>4,73±0,27</b>

(a) aceite de girasol (marca Natura, AGD, General Cabrera, Córdoba), (b) aceite de canola (prensado a partir de semillas variedad eclipse, producida en Facultad de Ciencias Agropecuarias, UNC), (c) aceite de soja (marca Sojola, AGD, General Cabrera, Córdoba), (d) aceite de maíz (marca Arcor, Arroyito, Córdoba, Argentina), (e) aceite de oliva (marca Olivita, Departamento 25 de Mayo, San Juan, Argentina), (f) y (g) Aceites obtenidos de granos de maní Tegua y alto oleico del cultivar "Granoleico" provistos por el criadero del Carmen de Gral. Cabrera, Córdoba, Argentina.

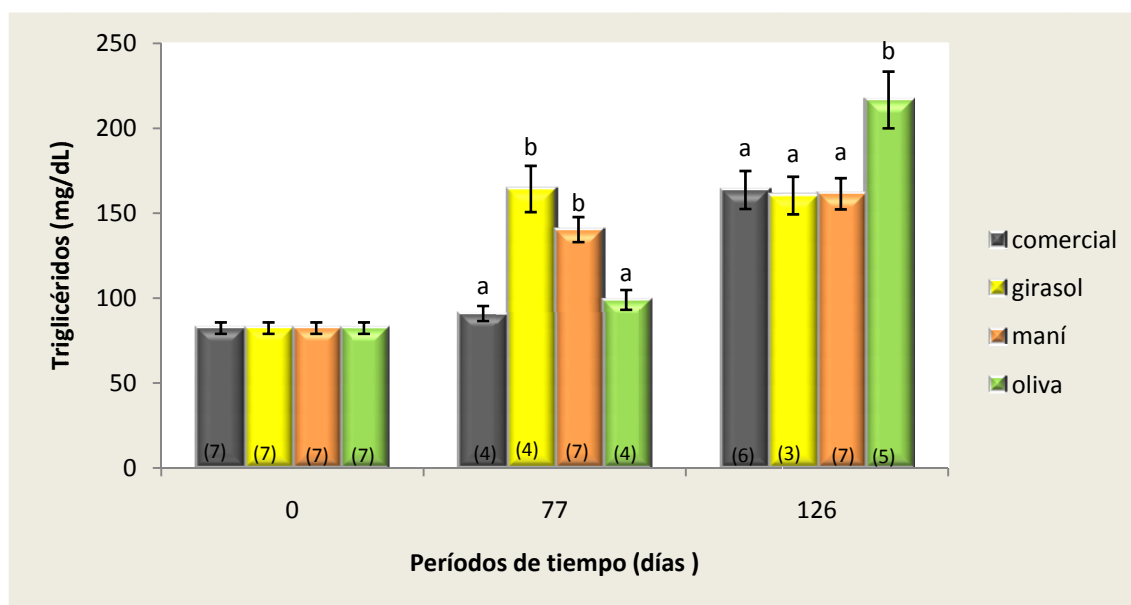
Los valores se expresan como TM ± EEM. (n=3)

### Efecto de los aceites de maní alto oleico, oliva y girasol sobre los niveles de colesterol, cHDL, cLDL y triglicéridos sanguíneos en ratones *Albino swiss*.

Las determinaciones bioquímicas de lípidos plasmáticos en ratones *Albino swiss* sobre las diferentes fracciones lipídicas, fueron realizadas con el fin de observar posibles efectos del consumo de los distintos aceites, los cuales mostraron los siguientes resultados:

#### Triglicéridos

Las concentraciones de triglicéridos en los ratones cuya ingesta fue de alimento balanceado comercial o dieta semisintética adicionadas con aceite de maní alto oleico, girasol u oliva, mostraron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) a los 77 días de alimentación (figura 3.11). El lote de ratones cuya dieta incluyó aceite de girasol presentó los valores más elevados de triglicéridos. Los que ingirieron alimento comercial y dieta adicionada con aceite de oliva no mostraron diferencias entre sí. Sin embargo a los 126 días, los animales con dietas con aceite de oliva mostraron los niveles más altos, en relación a aquellos que recibieron dietas que contenían aceites de girasol, maní o alimento balanceado comercial. Estas tres últimas no presentaron diferencias significativas.



**Figura 3.11.** Concentraciones de **triglicéridos** en ratones *Albino swiss*, alimentados con dietas semisintéticas incluyendo diferentes aceites vegetales (girasol, maní alto oleico, oliva) y alimento comercial (balanceado) analizados en períodos de tiempo de 0, 77 y 126 días. Los valores se expresan como  $TM \pm EEM$ . Entre paréntesis número de casos.

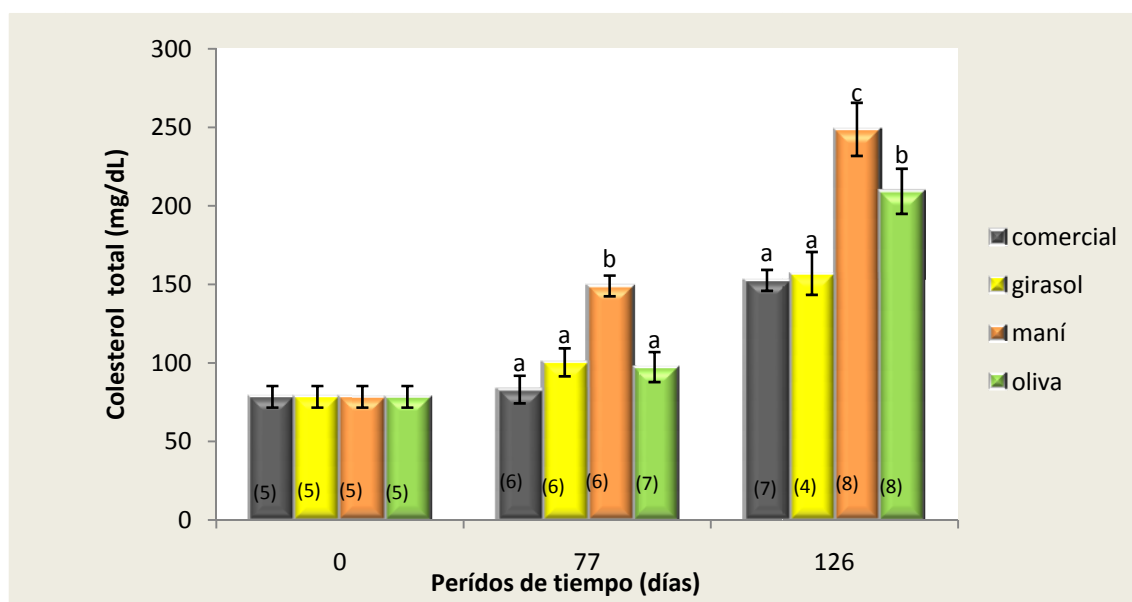
Letras distintas indican diferencias significativas dentro de cada período de tiempo ( $p < 0,05$ )



## Colesterol total

Los valores de colesterol total fueron incrementándose con el tiempo, a los 77 días, los animales alimentados con dieta semisintética con aceite de maní mostraron diferencias significativas en las concentraciones de colesterol total con respecto a aquellos alimentados con dieta semisintética con aceite de oliva, girasol y dieta balanceada comercial. No existieron diferencias significativas entre los lotes girasol, oliva y comercial.

Si bien las concentraciones de colesterol total entre los distintos lotes, a los 126 días de tratamiento, fueron heterogéneas, sólo existieron diferencias significativas entre el lote con suministro de alimento comercial balanceado y las dietas con agregado de aceite de maní y oliva. La media más elevada,  $248,80 \pm 16,9$  mg/dL correspondió a los animales alimentados con dieta con aceite de maní alto oleico y la más baja,  $152,65 \pm 6,7$  mg/dL a la dieta comercial. Los animales alimentados con dieta con agregado de aceite girasol y alimento comercial no presentaron diferencias estadísticas entre sí. (figura 3.12 )



**Figura 3.12.** Concentraciones de **colesterol total** en ratones *Albino swiss*, alimentados con dietas semisintéticas incluyendo diferentes aceites vegetales (girasol, maní alto oleico, oliva) y alimento comercial (balanceado) analizados en períodos de 0, 77 y 126 días.

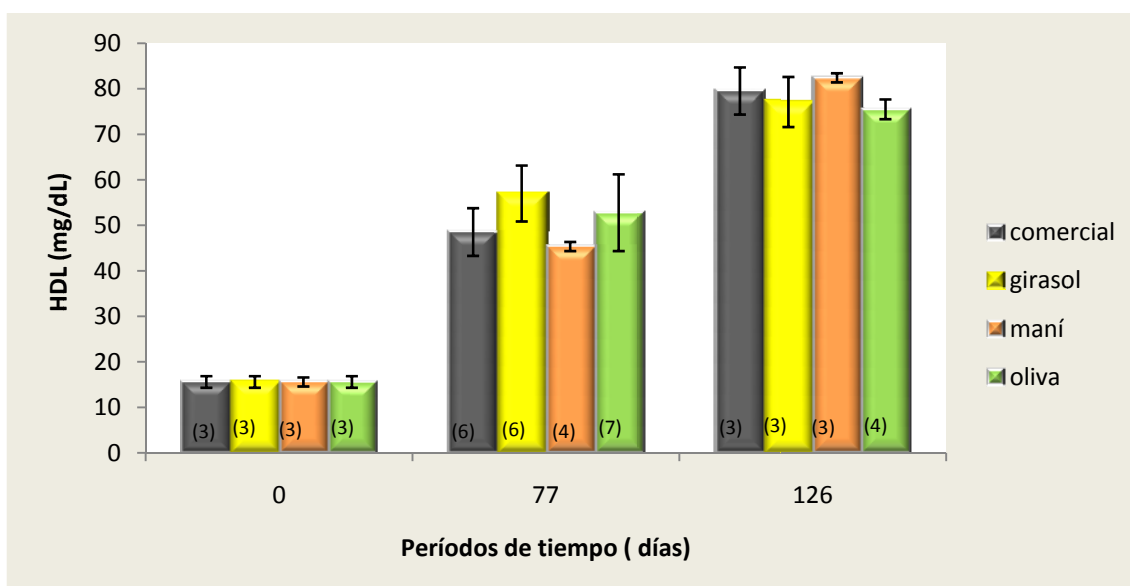
Los valores se expresan como TM  $\pm$  EEM. Entre paréntesis número de casos.

Letras distintas indican diferencias significativas dentro de cada período de tiempo ( $p < 0,05$ )

## Colesterol HDL

Los valores del cHDL, fueron incrementándose en los distintos períodos de tiempo, a los 77 días de alimentación, se encontraron diferencias significativas entre tratamientos.

Sin embargo a los 126 días, los ratones alimentados con aceite de maní alto oleico presentaron los valores de colesterol HDL más elevados con una media de  $82,42 \pm 2,57$  mg/dL, aunque no se encontraron diferencias significativas entre ninguno de los cuatro tratamientos (figura 3.13 ).



**Figura 3.13.** Concentraciones de **colesterol HDL** en ratones *Albino swiss*, alimentados con dietas semisintéticas incluyendo diferentes aceites vegetales (girasol, maní alto oleico, oliva) y alimento comercial (balanceado) analizados en períodos de 0, 77 y 126 días.

Los valores se expresan como  $TM \pm EEM$

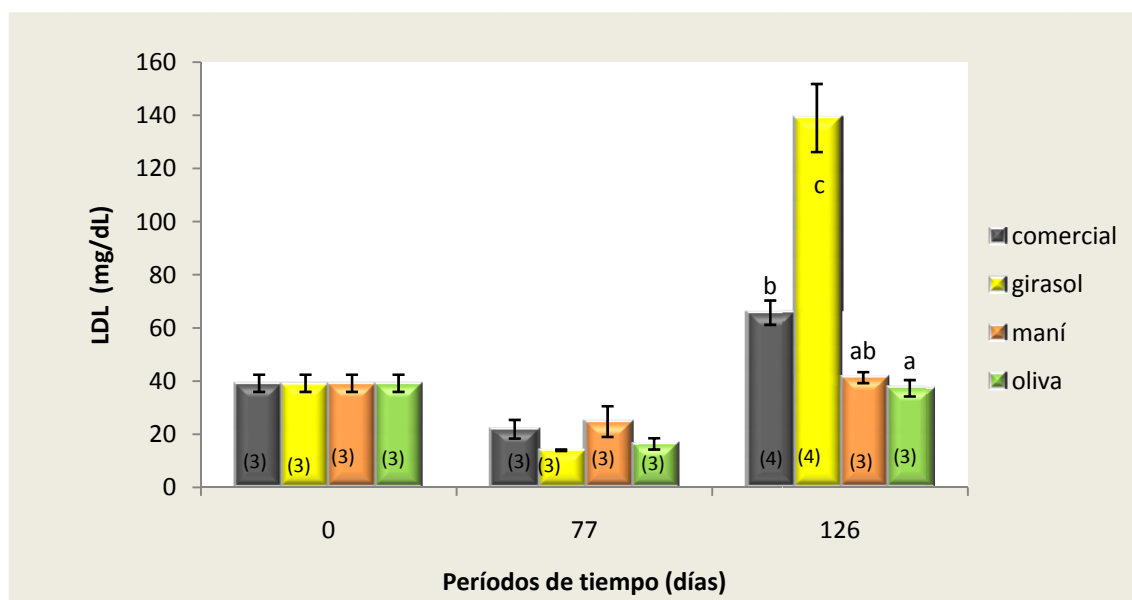
Entre paréntesis número de casos.

## Colesterol LDL

Los valores de cLDL (figura 3.14), se mantuvieron sin mayores variaciones durante los tratamientos en animales que fueron alimentados con dietas con agregado de aceite de maní y oliva. En los lotes que ingirieron alimento con la inclusión de aceite de girasol los niveles de cLDL se incrementaron significativamente y registraron las concentraciones más elevadas.

A los 77 días de alimentación los animales mostraron valores más bajos que los sacrificados en tiempo 0 (posterior al destete). No se encontraron diferencias significativas entre los cuatro lotes.

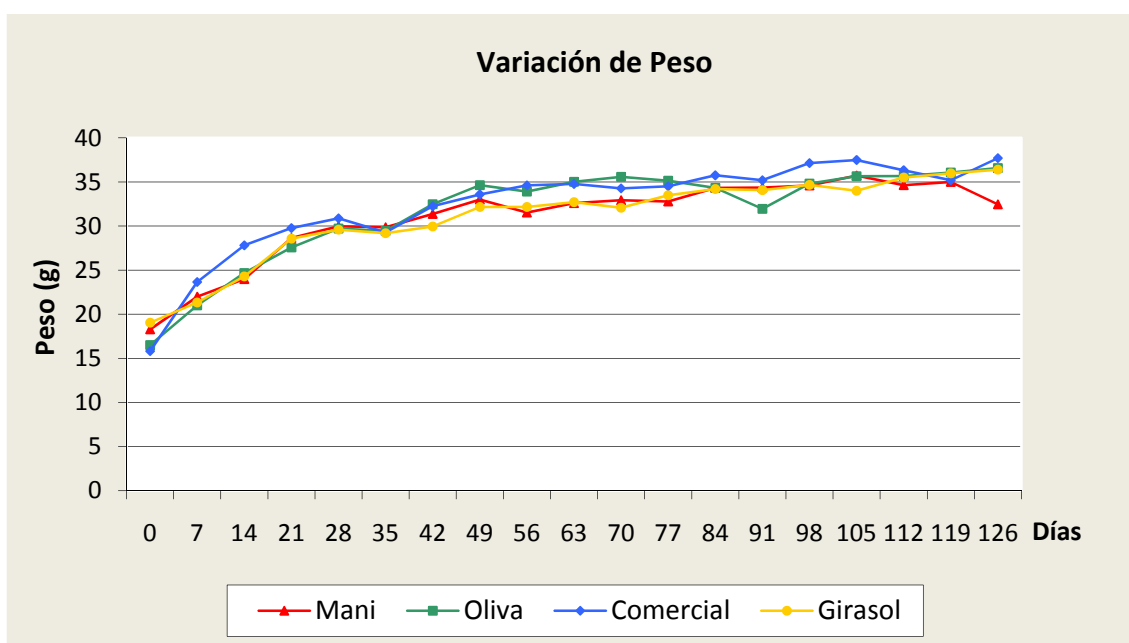
A los 126 días, el lote girasol presentó la media más elevada  $139 \pm 12,81$  mg/dL, mostrando diferencias significativas con respecto a los demás lotes. Las concentraciones más bajas se observaron en ratones alimentados con dietas semisintéticas con aceite de maní alto oleico y aceite de oliva, no hubo diferencia estadística entre ambos.



**Figura 3.14.** Concentraciones de **colesterol LDL** en ratones *Albino swiss*, alimentados con dietas semisintéticas incluyendo diferentes aceites vegetales (girasol, maní alto oleico, oliva) y alimento comercial (balanceado) analizados en períodos de 0, 77 y 126 días. Los valores se expresan como TM  $\pm$  EEM. Entre paréntesis número de casos. Letras distintas indican diferencias significativas dentro de cada período de tiempo ( $p < 0,05$ ).

## Variación de peso

Los ratones comenzaron la ingesta de las diferentes dietas luego del destete (21 días de vida) con un peso aproximado entre 17g y 19g. A lo largo de los 126 días de tratamientos mostraron algunas variaciones en el peso según las distintas alimentaciones recibidas. A partir de la quinta semana comenzaron a mantener su peso estable, alrededor de los 30g. Luego de estabilizarse el peso, los que menos peso ganaron fueron los alimentados con dietas con el agregado de aceite de maní. En las últimas semanas del ensayo, sin embargo, no había habido diferencia significativa entre los tratamientos realizados (figura 3.15).



**Figura 3.15.** Peso de los ratones *Albino swiss* alimentados con diferentes dietas conteniendo diferentes aceites vegetales (maní alto oleico, oliva, girasol) y alimento comercial (balanceado) analizados semanalmente durante 126 días.

Los valores se expresan como  $TM \pm EEM$

## Estabilidad de los aceites

### Composición de ácidos grasos de las muestras de maní

En la tabla 3.4 se presentan las composiciones de ácidos grasos de las muestras con distintas proporciones de maní Tegua (T) y Granoleico (GO). Las mismas presentaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en los ácidos palmítico, oleico, linoleico y en las relaciones oleico/linoleico (O/L) y saturados/insaturados (S/I).

El aceite GO presentó menor relación saturados/insaturados (0,12) en comparación con T (0,18) debido a que la variedad GO contuvo casi la mitad de ácido palmítico que la variedad T. El contenido de ácido palmítico y relación S/I se incrementó en las muestras de aceite de maní con mayores proporciones de T. En el índice de yodo se observó un cambio significativo disminuyendo a medida que se incrementaba la cantidad de aceite de la variedad GO.

**Tabla 3.4.** Composición de ácidos grasos de aceites de maní Tegua (T), Granoleico (GO) y mezclas T-GO

Ácidos grasos	Muestras de aceite Tegua-Granoleico <sup>a</sup>									
	100-0		75-25		50-50		25-75		0-100	
Palmítico	8,79±0,46	d	7,78±0,45	cd	6,77±0,38	bc	5,77±0,31	ab	4,76±0,24	a
Esteárico	1,66±0,10		1,69±0,10		1,72±0,10		1,75±0,10		1,78±0,12	
Oleico	44,63±2,57	a	53,58±3,09	ab	62,53±3,61	bc	71,48±4,13	cd	80,44±4,64	d
Linoleico	36,2±2,09	e	28,29±1,63	d	20,38±1,18	c	12,46±0,72	b	4,55±0,26	a
Araquídico	1,42±0,09		1,31±0,08		1,20±0,08		1,08±0,08		0,97±0,08	
Eicosenoico	2,09±0,14		2,29±0,14		2,48±0,16		2,67±0,16		2,86±0,16	
Behénico	3,31±0,20		3,16±0,20		3,00±0,18		2,85±0,17		2,69±0,17	
Lignocérico	1,89±0,11		1,90±0,12		1,92±0,11		1,94±0,11		1,95±0,12	
Oleico/Linoleico	1,23±0,07	a	1,89±0,11	b	3,07±0,18	c	5,74±0,33	d	17,70±1,02	e
Sats/Insaturados	0,18±0,01	d	0,17±0,01	cd	0,15±0,01	bc	0,13±0,01	ab	0,12±0,01	a
Índice de Yodo	97,72±5,88	b	96,87±5,72	b	91,02±5,37	ab	85,14±5,14	ab	79,30±5,37	a

<sup>a</sup> Muestras T-GO: 100-0: 100% aceite T, 75-25: 75% T y 25% GO, 50-50: 50% T y GO, 25-75: 25% T 75% GO, 0-100: 100% aceite GO.

Los valores se expresan como TM ± EEM

Letras distintas en las filas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

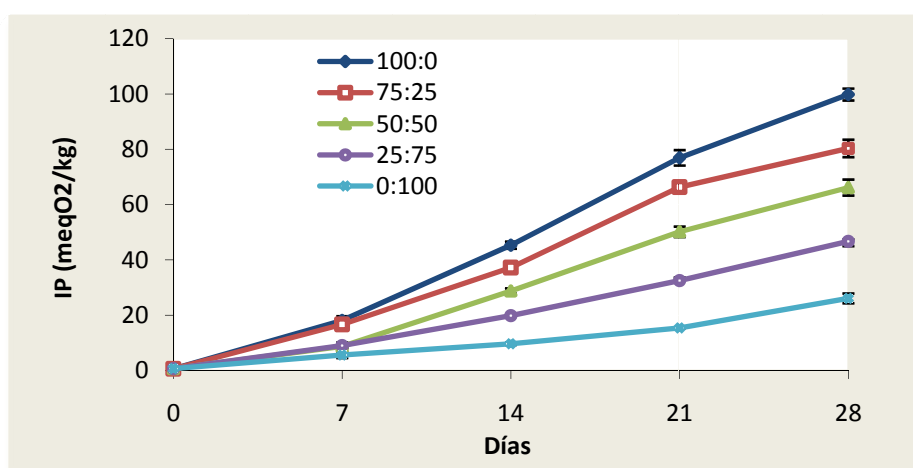
### Análisis químicos de oxidación lipídica

Los indicadores: índice de peróxido (IP), índice de p-anisidina (IA) y dienos conjugados (DC) fueron analizados sobre muestras almacenadas a 60 °C a lo largo de 28 días.

El IP y DC mostraron un aumento durante el almacenaje en todas las muestras. Estos incrementos fueron más marcados en las muestras con mayores proporciones de aceite Tegua.

El indicador IA se incrementó con el tiempo en las muestras T-GO 100-0, 75-25 y 50-50; sin embargo no presentó variación en T-GO 25-75 y 0-100.

Todas las muestras tuvieron valores de IP iniciales entre 0,6-0,7 meqO<sub>2</sub>/kg, después de los 28 días de almacenamiento fueron: 99,8; 80,3; 66,1; 46,7 y 26,1, para las muestras T-GO 100-0, 75-25, 50-50, 25-75 y 0-100, respectivamente, con diferencias significativas entre las mismas (figura 3.16).

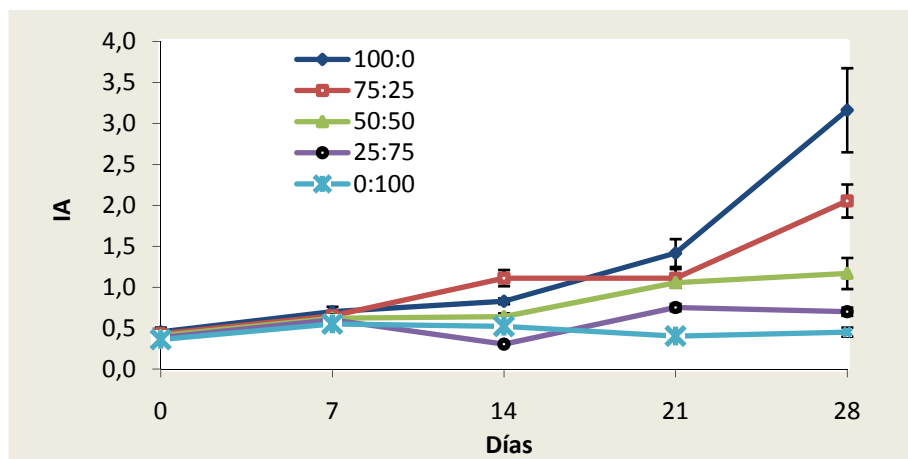


**Figura 3.16. Índice de Peróxido (IP) en muestras de aceite de maní T-GO mezclado en diferentes proporciones durante el almacenaje a 60°C durante 28 días.**

Muestras T-GO: 100-0: 100% aceite T, 75-25: 75% T y 25% GO, 50-50: 50% T y GO, 25-75: 25% T 75% GO, 0-100: 100% aceite GO.

Los valores se expresan como TM ± EEM

El indicador IA, presentó diferencias significativas a partir del día 21 de almacenaje, con tendencia similar a los otros indicadores. Los valores finales (28 días) de IA fueron desde 3,16 (T-GO 100-0) hasta 0,45 (T-GO 0-100), con diferencias significativas entre todas las muestras (figura 3.17).

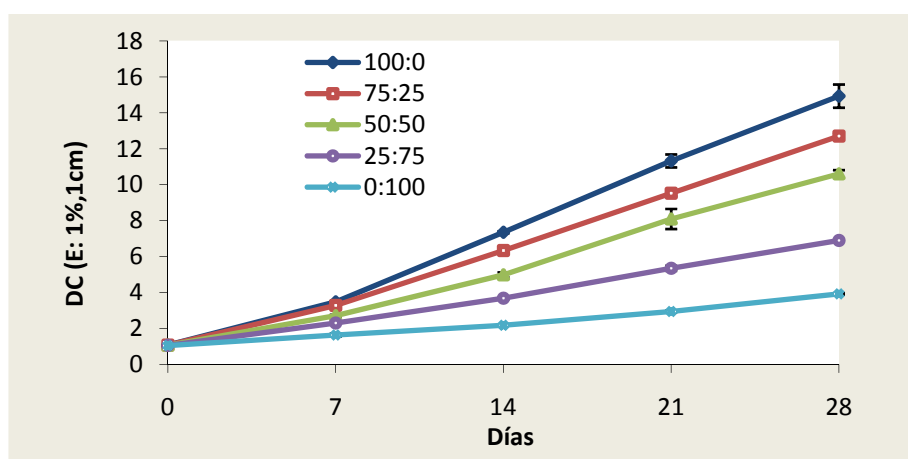


**Figura 3.17. Índice de *p*-Anisidina (IA)** en muestras (n=3) de aceite de maní T-GO mezclado en diferentes proporciones durante el almacenaje a 60°C durante 28 días.

Muestras T-GO: 100-0: 100% aceite T, 75-25: 75% T y 25% GO, 50-50: 50% T y GO, 25-75: 25% T 75% GO, 0-100: 100% aceite GO.

Los valores se expresan como TM ± EEM

Los valores finales de DC (28 días) fueron: 14,9; 12,7; 10,6; 6,9 y 3,92, para las muestras T-GO 100-0, 75-25, 50-50, 25-75 y 0-100, respectivamente, con diferencias significativas (figura 3.18).



**Figura 3.18. Dienos conjugados (DC)** en muestras (n=3) de aceite de maní T-GO mezclado en diferentes proporciones durante el almacenaje a 60°C durante 28 días.

Muestras T-GO: 100-0: 100% aceite T, 75-25: 75% T y 25% GO, 50-50: 50% T y GO, 25-75: 25% T 75% GO, 0-100: 100% aceite GO.

Los valores se expresan como TM ± EEM

### Análisis de regresión

En la tabla 3.5 se presentan las ecuaciones de regresión lineal entre las variables químicas (IP, IA y DC) en función del tiempo de almacenaje a 60°C para cada muestra de aceite de maní. Las mismas presentaron  $R^2 > 0.78$  en todos los casos, excepto en el índice de p-anisidina para las muestras 25-75 y 0-100, lo cual indica que éstas variables fueron buenas predictores.

**Tabla 3.5.** Coeficientes de regresión y  $R^2$  del análisis de regresión lineal simple para índice de peróxido (IP), índice de p-anisidina (IA) y dienos conjugados (DC) durante el tiempo de almacenaje a 60°C de las muestras de aceite de maní mezclado a diferentes proporciones de T-GO.

Variable dependiente	Aceite T-GO <sup>a</sup>	O/L <sup>b</sup>	Coeficientes de regresión <sup>c</sup>		
			$\beta_0$	$\beta_1$	$R^2$
IP	100-0	1,23	0,6015	3,5167	0,9962
	75-25	1,89	0,6211	2,9098	0,9956
	50-50	3,07	0,6407	2,2913	0,9906
	25-75	5,74	0,6604	1,5856	0,9956
	0-100	17,70	0,6800	0,8343	0,9841
IA	100-0	1,23	0,0858	0,0876	0,7866
	75-25	1,89	0,3300	0,0529	0,8827
	50-50	3,07	0,3868	0,0279	0,9323
	25-75	5,74	0,3909	0,0112	0,3993
	0-100	17,70	0,4501	0,0004	0,0035
DC	100-0	1,23	0,5179	0,5081	0,9937
	75-25	1,89	0,6779	0,4218	0,9956
	50-50	3,07	0,5955	0,3497	0,9892
	25-75	5,74	0,9046	0,2107	0,9968
	0-100	17,70	0,9298	0,1010	0,9844

<sup>a</sup> Muestras de aceite Tegua-Granoleico: 100-0: 100% T, 75-25: 75% T y 25% GO, 50-50: 50% T y GO, 25-75: 25% T y 75% GO, 0-100: 100% GO.

<sup>b</sup> O/L: relación oleico/linoleico de cada muestra de aceite T-GO.

<sup>c</sup> Coeficiente de regresión lineal simple: ecuación de predicción  $Y = \beta_0 + \beta_1 X$ , donde Y = variable dependiente (IP, IA, DC), X = variable independiente (días de almacenaje).



De acuerdo al Código Alimentario Argentino (CAA, 1996), el máximo nivel de IP permitido para aceite comestible es de  $10 \text{ meqO}_2 \text{ kg}^{-1}$ . Por esta razón, se estimó el tiempo de vida útil de las muestras de aceite como el tiempo de almacenaje en estas condiciones ( $60^\circ\text{C}$ ) que se requiere para alcanzar dicho valor, utilizando las ecuaciones de regresión de la Tabla 3.5. La vida útil en éstas condiciones experimentales fue, 2,7; 3,2; 4,1; 5,9 y 11,2 días para las muestras T-GO 100-0, 75-25, 50-50, 25-75 y 0-100, respectivamente. Se puede observar que la vida útil de las muestras de aceite se incrementó con el aumento de la relación O/L determinada por una mayor proporción de aceite de la variedad GO. La muestra de aceite de maní GO pura tuvo una vida útil 4 veces superior a la muestra T 100-0.

### **Factor de Estabilidad (FE)**

A fin de encontrar una manera de estimar cuantas veces más estable es un aceite de maní a medida que aumenta la relación O/L, se tomaron las pendientes de las regresiones de la tabla 3.5, que son indicadores directos de cuan rápido se oxidan los aceites de maní con diferentes proporciones de mezcla Tegua y Granoleico.

Si consideramos que la variedad Tegua es el maní normal con menor relación O/L, se puede decir que éste va a ser la composición de ácidos grasos que se va a oxidar más rápidamente en maní. Si se hace referencia a la estabilidad, se le puede asignar a esta variedad un factor "1". A medida que se aumente la relación O/L dadas por mezclas de variedad Tegua y Granoleico, se aumentará la estabilidad y le corresponderá un factor de estabilidad de mayor valor.

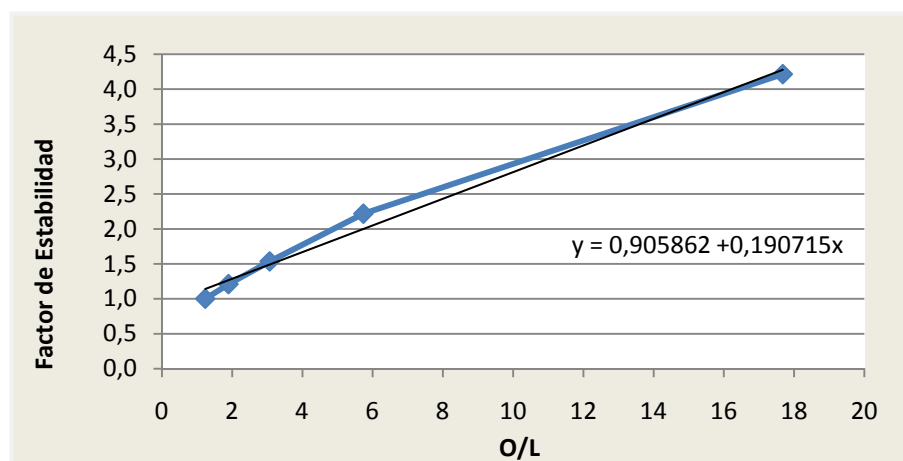
Por lo arriba expuesto, se dividió la pendiente de regresión del aceite Tegua puro por la de distintas mezclas. En este estudio se indagaron 5 diferentes mezclas T-GO: 100-0, 75-25, 50-50, 25-75 y 0-100. De ésta manera se calcularon 5 factores de estabilidad obtenidos experimentalmente que se relacionaron directamente a una relación O/L conocida (Tabla 3.6). Para encontrar todos los puntos intermedios de factor de estabilidad a las diferentes relaciones O/L, se trazó una regresión de la relación O/L en función de los factores de estabilidad (Figura 3.19).

**Tabla 3.6.** Factor de Estabilidad (F) para las distintas mezclas de aceites Tegua-Granoleico (T-GO)

Mezcla T-GO <sup>a</sup>	O/L	Pendiente IP vs tiempo	Factor de Estabilidad *
100-0	1,23	3,52	1,00
75-25	1,89	2,91	1,21
50-50	3,07	2,29	1,53
25-75	5,74	1,59	2,22
0-100	17,68	0,83	4,22

<sup>a</sup>Muestras de aceite Tegua-Granoleico: 100-0: 100% T, 75-25: 75% T y 25% GO, 50-50: 50% T y GO, 25-75: 25% T y 75% GO, 0-100: 100% GO.

\* Factor de estabilidad = (Pendiente de IP de T 100%) / (Pendiente de IP de mezcla T-GO)



**Figura 3.19.** Factor de estabilidad en función de relación O/L de aceites de maní, según fórmula,  $FE = 0,905862 + 0,190715x$

Esta ecuación de regresión permite calcular los factores de estabilidad a las diferentes relaciones O/L. Así se puede usar el factor para estimar la vida útil de un producto de maní que contenga aceites a diferentes relaciones O/L, tal como se observa en la tabla 3.7.

**Tabla 3.7:** Vida útil de productos de maní estimada con el factor de estabilidad a diferentes relaciones oleico/linoleico (O/L).

Relación O/L	Factor de estabilidad*	Productos de maní (vida útil en días)			
		Maní tostado	Maní frito-salado	Maní tostado con miel	Maní tostado con arropo
<b>1,23 (Tegua)</b>	1	9	19	36	21
<b>2</b>	1.29	11.6	24.5	46.3	27.0
<b>4</b>	1.67	15.0	31.7	60.1	35.0
<b>6</b>	2.05	18.5	39.0	73.8	43.1
<b>8</b>	2.43	21.9	46.2	87.5	51.1
<b>10</b>	2.81	25.3	53.4	101.3	59.1
<b>12</b>	3.19	28.7	60.7	115.0	67.1
<b>14</b>	3.58	32.2	67.9	128.7	75.1
<b>16</b>	3.96	35.6	75.2	142.5	83.1

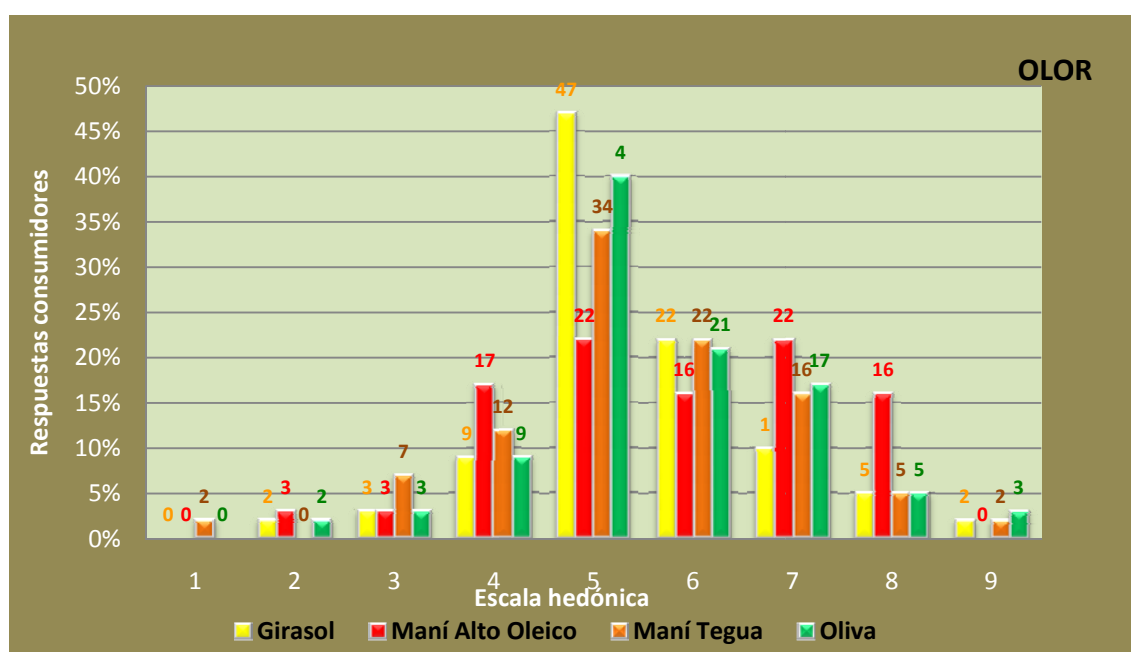
\* Factor de estabilidad:  $FE = 0.905862 + 0.190715x$ , donde  $x =$  relación O/L

Si se considera la vida útil de productos elaborados con granos de la variedad Tegua y utilizando el factor de estabilidad se puede estimar la vida útil de dichos productos con diferentes relaciones O/L.

Este factor de estabilidad podría ser de utilidad dado que actualmente en la provincia de Córdoba el maní que se produce es una mezcla en proporciones variables de ambas variedades. Por lo tanto conociendo exactamente la relación O/L del maní cosechado y aplicando este factor se puede estimar en forma teórica el lapso de aptitud que tendrán diferentes productos de maní que se elaboren con estos granos.

### Aceptabilidad de los aceites de maní alto oleico y Tegua comparados con aceite de oliva y girasol.

Los atributos olor, color y sabor fueron evaluados usando una encuesta en la cual los jueces debían seleccionar un valor de la escala hedónica de 1 a 9 correspondiendo el 1 a la valoración más baja. Cabe aclarar que el puntaje 5 correspondió a un valor indiferente que separa un resultado afectivo de aceptabilidad negativo de positivo. La figura 3.20 muestra los resultados obtenidos del atributo olor de los aceites evaluados. Si bien hubo un porcentaje elevado en el punto 5 (considerado indiferente), en las categorías superiores (puntos 6, 7, 8, 9) donde la aceptabilidad es positiva, sumando las mismas, se encontró que el aceite de maní sumó un 54% de respuestas, seguido por el aceite de oliva extra virgen con 46% y Tegua con 45 %.



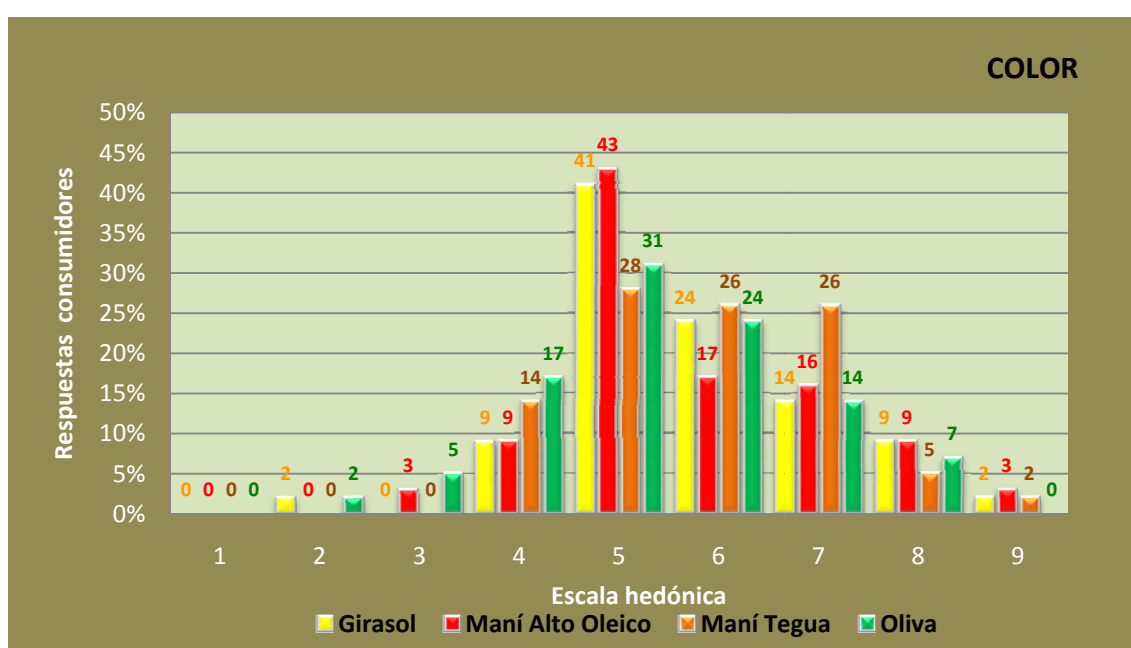
**Figura 3.20.** Aceptabilidad del atributo olor de aceites vegetales de girasol, oliva, maní común (Tegua) y maní alto oleico (Granoleico), con la participación de jueces no entrenados (n=58) correspondientes a estudiantes universitarios, Córdoba, Argentina.

La valoración de la aceptabilidad del atributo color de los aceites de maní Tegua y Granoleico en comparación con aceite refinado de girasol y extra virgen de oliva se indica en la figura 3.21. Los resultados evidenciaron una marcada tendencia positiva

para los aceites de maní respecto a aceites de girasol y oliva siendo la variedad Tegu la que obtuvo las mejores puntuaciones en las categorías superiores correspondientes a los puntos 6, 7, 8 y 9 de la escala hedónica de nueve puntos.

Se destaca ausencia de respuestas en la categoría inferior el punto 1 de la escala, en el atributo color para los cuatro aceites estudiados.

El aceite de oliva fue el que registró mayores porcentajes de respuestas en los puntos más bajos. Sumando los porcentajes de los puntos 2, 3, y 4 de la escala hedónica alcanzó un porcentaje del 24%.

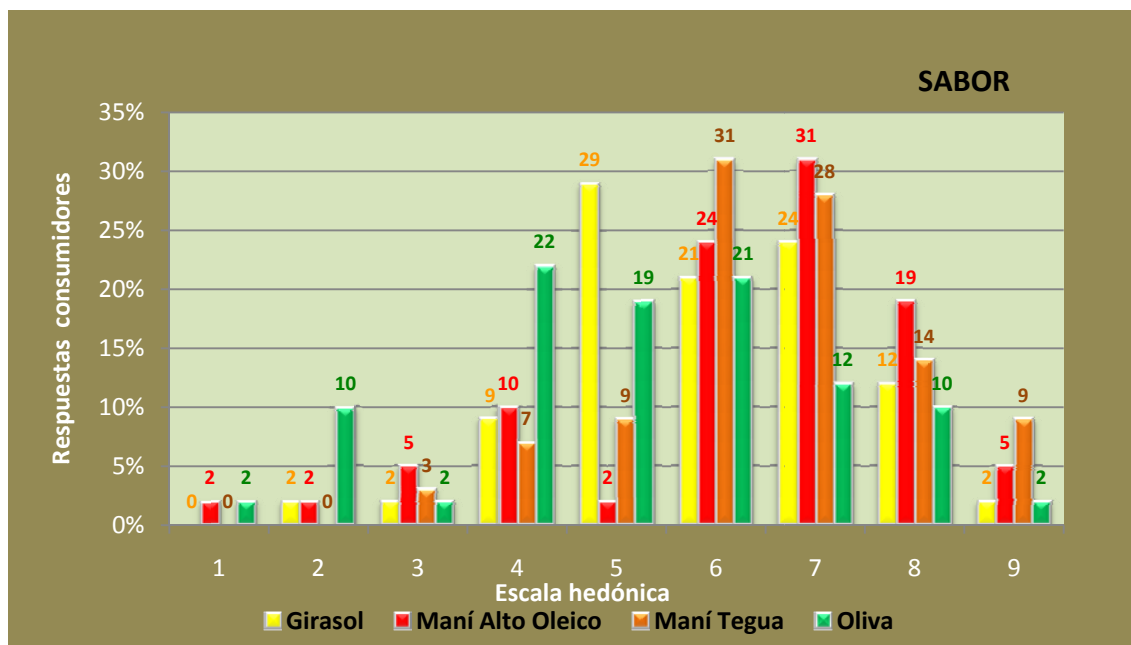


**Figura 3.21.** Aceptabilidad del atributo color de aceites vegetales de girasol, oliva, maní común (Tegu) y maní alto oleico (Granoleico), con la participación de jueces no entrenados (n=58) correspondientes a estudiantes universitarios, Córdoba, Argentina.

La evaluación de la aceptabilidad del atributo sabor de los aceites de maní T y GO en comparación con aceite refinado de girasol y extra virgen de oliva se indica en la figura 3.22. En cuanto al sabor de los aceites investigados, los consumidores asignaron los porcentajes más altos de las categorías superiores (6,7, 8, 9) a los aceites de maní alto oleico y Tegu que en todos los casos superaron al aceite de girasol y oliva, mostrando por lo tanto preferencia por los aceites de maní tostado.

Se destaca que el sabor del aceite de oliva no tuvo gran aceptación por parte de los jueces consumidores, ya que sumando los porcentajes de los puntos 1, 2, 3 y 4 de la

escala hedónica alcanzó un valor del 36%, el cual fue muy superior respecto al de los otros aceites estudiados.



**Figura 3.22.** Aceptabilidad del atributo **sabor** de aceites vegetales de girasol, oliva, maní común (Tegua) y maní alto oleico (Granoleico), con la participación de jueces no entrenados (n=58) correspondientes a estudiantes universitarios, Córdoba, Argentina.

Para asignar un valor a aceptabilidad de los distintos aceites evaluados, se calcularon los promedios de los distintos atributos considerando la apreciación de la totalidad de los jueces consumidores participantes del estudio, los cuales se muestran en la tabla 3.8.

Todos los atributos estudiados presentaron promedios entre 5 y 6 de la escala hedónica de 9 puntos, esto indica que todos los aceites tuvieron aceptabilidad promedio positiva.

El atributo **olor** presentó el promedio más alto en el aceite alto oleico pero no presentó diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) con los otros aceites.

El **color** mostró el valor más bajo de aceptabilidad en el aceite de oliva con diferencias significativas con los otros aceites estudiados ( $p < 0,05$ ).

En relación al **sabor**, los aceites de maní en sus dos variedades presentaron las mejores puntuaciones promedios de aceptabilidad exhibiendo diferencias estadísticas con los otros aceites investigados.

**Tabla 3.8.** Aceptabilidad promedio de los atributos **olor**, **color** y **sabor** de los aceites de girasol, oliva, maní Tegua y Granoleico evaluados por jueces no entrenados correspondientes a estudiantes de Nutrición, UNC.

<b>Aceites</b>	<b>Olor</b>	<b>*</b>	<b>Color</b>	<b>*</b>	<b>Sabor</b>	<b>*</b>
<b>Girasol</b>	5,45 ± 0,17	<b>a</b>	5,71 ± 0,17	<b>b</b>	5,95 ± 0,18	<b>b</b>
<b>Maní alto oleico</b>	5,72 ± 0,21	<b>a</b>	5,72 ± 0,18	<b>b</b>	6,31 ± 0,23	<b>bc</b>
<b>Maní Tegua</b>	5,43 ± 0,19	<b>a</b>	5,86 ± 0,16	<b>b</b>	6,48 ± 0,19	<b>c</b>
<b>Oliva</b>	5,64 ± 0,18	<b>a</b>	5,40 ± 0,18	<b>a</b>	5,19 ± 0,24	<b>a</b>

Los valores se expresan como TM ± EEM.

\*Letras distintas en las columnas indican diferencias significativas entre las muestras (p < 0,05)

### Preferencia

En la encuesta realizada se consultó asimismo acerca de la preferencia de los distintos aceites, al analizar el orden de la misma, de mayor a menor, de los cuatro aceites estudiados, los alumnos manifestaron en primer lugar el aceite de maní alto oleico, seguido por el aceite de maní Tegua, aceite de girasol y en última instancia el de oliva.

## DISCUSIÓN

La presente investigación estuvo orientada a obtener información acerca del valor nutricional de los granos de maní crudo, tostado y frito, aptos para consumo humano, de la composición de ácidos grasos de sus aceites, obtenidos a partir de dos cultivares producidos en la provincia de Córdoba, de la variedad Runner denominados Tegua y Granoleico y su estabilidad química frente a procesos de oxidación lipídica.

Con el propósito de investigar los beneficios para la salud que podría traer aparejado su consumo, se evaluaron los efectos de la ingesta del aceite alto oleico de maní sobre los lípidos plasmáticos: triglicéridos, colesterol total, cHDL y cLDL, en análisis realizados en ratones.

Se consideró importante valorar la aceptabilidad del aceite de maní debido a que no es una grasa de uso frecuente en los hábitos de la población argentina.

En la actualidad, la promoción de cultivos regionales es de gran importancia por su impacto económico y social; en ese aspecto, la provincia de Córdoba es la principal productora de maní de la Argentina, ya que aporta el 95,67% de la producción nacional<sup>132</sup>. Este cultivo se concentra en la región centro-sur de la provincia. Sin embargo, es un alimento poco consumido por la población, a diferencia de otros países que destinan casi la totalidad de su producción local al consumo interno<sup>133</sup>.

Las Naciones Unidas proclamaron el 2010 como Año Internacional de la Biodiversidad y en varios países se está trabajando para proteger las riquezas naturales insustituibles y reducir la pérdida de la diversidad biológica<sup>134</sup>. El presente estudio procura demostrar el valor de este alimento para la nutrición humana y fomentar su producción para evitar que otros cultivos se conviertan en monopolísticos y lo desplacen.

La diversidad biológica para la alimentación y la agricultura incluye componentes que son esenciales para la alimentación de las poblaciones humanas y la mejora de la calidad de vida. Abarca la variedad y variabilidad de los ecosistemas, animales, plantas y microorganismos que son necesarios para sostener la vida humana. El elevado y creciente



número de personas malnutridas en el mundo, la perspectiva de aumento de la desigualdad, la dificultad de acceso a los alimentos para las poblaciones más vulnerables, la menor disponibilidad de recursos naturales y la incertidumbre debida al cambio climático son algunos de los principales retos que enfrenta la humanidad<sup>105</sup>. La conservación y la utilización sostenible de la biodiversidad juegan un papel fundamental en la lucha contra el hambre, al asegurar la sustentabilidad del medio ambiente y aumentar la producción alimentaria. En este contexto el maní es un cultivo alternativo para hacer frente a todos estos desafíos e integrarlo en la diversidad de la producción agrícola nacional que puede utilizarse de manera sostenible a fin de contribuir al abastecimiento de futuras generaciones<sup>105</sup>.

### **Composición química y valor nutricional de los productos de maní**

El Código Alimentario Argentino (CAA)<sup>9</sup>, considerado el texto legal de referencia a nivel alimentario, define en el artículo 879, a la Fruta seca: *“es la que en su estado de maduración adecuado presenta una disminución tal de su contenido acuoso que permite la conservación. Se presentan con endocarpio más o menos lignificados, siendo la semilla la parte comestible (nuez, avellana, almendras, castañas, etc.)”*. Se destaca que en esta definición no cita al maní dentro de este grupo. Sin embargo, debido al valor nutricional y por las características respecto de su composición en agua, macronutrientes y fibra, este alimento puede considerarse ya sea como fruto seco o como legumbre oleaginosa.

Si lo comparamos con otros frutos secos, aunque pertenecientes a diferentes familias y géneros botánicos, se encuentra un valor energético total similar, (aproximadamente 650 Kcal por cada 100 g)<sup>20</sup>. En el caso del maní argentino investigado, el contenido energético fue levemente menor: según los productos estudiados varió desde 598 Kcal en el grano crudo hasta 640 Kcal en el maní frito.

El valor energético de los granos por cada 100 g fue similar para las distintas variedades. Los máximos valores se observaron en el maní frito, como consecuencia del procedimiento culinario, con un incremento de alrededor del 5% del valor energético en comparación con el grano crudo.

Estos valores se aproximan a los publicados en las Tablas de composición de alimentos Argenfood, compilación realizada por la Universidad de Luján, Argentina<sup>135</sup>, en las que el maní se encuentra incluido en el rubro vegetales y derivados y el valor energético por cada 100 g de porción comestible se estima en 576 Kcal para la semilla cruda y 592 Kcal para la tostada. Si lo comparamos con los valores energéticos presentados en las tablas nutricionales de Estados Unidos<sup>13</sup> se observa que el maní crudo presenta 567 Kcal y el tostado 585 Kcal, resultados que son inferiores a los determinados en el presente estudio.

La Composición general de los granos de maní analizados - crudo, tostado y frito - de los cultivares Tegua (T) y Granoleico (GO) se caracterizó por contener alrededor de un 50% de grasas, un 25% de proteínas, un 20% de carbohidratos y escaso contenido de agua. Estos nutrientes presentaron variaciones para los diferentes tratamientos y distintos cultivares. Los valores hallados resultaron similares a los que caracterizan a los frutos secos. Sin embargo, estos valores difieren de los publicados en la Tabla Argentina<sup>135</sup> que da entre un 44,3 y 45,5 por ciento de materia grasa, entre 33,2 y 34,8 por ciento de proteínas y entre 11,1 y 10,8 por ciento de carbohidratos totales para las semillas crudas y tostadas respectivamente. Otros autores<sup>11</sup> describieron la composición de tres cultivares producidos en Argentina. Los valores informados para el cultivar Florman correspondiente al tipo Runner, fueron similares a los encontrados en nuestro estudio, aunque difirieron de los hallados para el cultivar Colorado, cuyos valores de proteínas fueron muy superiores y cuyos contenidos de aceites fueron más bajos<sup>11</sup>.

Sin embargo, las estimaciones de nutrientes de las tablas de alimentos de Estados Unidos<sup>13</sup> coinciden con los obtenidos en esta investigación (en gramos por 100 g de alimento): entre 25,80 y 23,68 por ciento de proteínas; entre 49,24 y 49,66 por ciento de lípidos; entre 16,13 y 21,51 de carbohidratos, para los granos crudos y tostados respectivamente.

En estudios sobre cultivares autóctonos de maní provenientes de Perú<sup>16</sup>, Ecuador<sup>39</sup>, Bolivia<sup>12</sup> y Uruguay<sup>41</sup> se encontraron resultados en general coincidentes, aunque algunas plantas mostraron tenores grasos superiores al 55% y otras, valores proteicos superiores

al 33%. Esto refuerza lo que expresamos en referencia a la necesidad de mantener la variabilidad genética y la producción agrícola.

De las dos variedades estudiadas, la denominada Tegua presentó tendencia a mostrar valores superiores de proteínas, mientras que la variedad Granoleico presentó valores mayores en los lípidos; los valores de carbohidratos fueron superiores en los granos tostados y fritos de esta última variedad, a excepción del maní crudo.

Aunque la cantidad de lípidos totales en grano crudo fue similar para estas variedades, su composición de ácidos grasos presentó marcadas diferencias. La variedad T se caracterizó por contener alrededor del 18% de ácidos grasos saturados (SFA), un 47% de monoinsaturados (MUFA) y un 35% de poliinsaturados (PUFA) mientras que la variedad GO presentó alrededor de un 14% SFA, un 80% de MUFA y un 6% de PUFA, con alguna variación que se comentará más adelante para los productos.

Entre los productos analizados - crudo, tostado y frito - se observó que el contenido de ácido oleico en maní frito disminuyó un 3,7% respecto al crudo, pero en contraposición aumentó la cantidad total de ácidos grasos poliinsaturados, diferencia que se explica debido a que el maní frito se obtuvo a partir de la fritura de los granos en aceite de girasol, como se procede habitualmente en la industria, y este aceite es fuente de ácidos grasos poliinsaturados, particularmente ácido linoleico. A partir de esta manipulación, la composición de su contenido lipídico varió como consecuencia de la absorción del aceite de girasol.

El ácido graso oleico fue el que predominó en el grupo de los MUFA hallados en la materia grasa, aunque la proporción difirió para los diferentes cultivares. Del total de éstos ácidos grasos del maní crudo de la variedad GO (80,78 g%), el 78,26% correspondió al ácido oleico; en cambio la variedad Tegua mostró valores cercanos a la mitad de éstos. El resto lo constituyeron el ácido eicosenoico y se detectaron trazas de ácido graso erúxico, características que son coincidentes con los estudios de cultivares autóctonos de maní de Bolivia<sup>12</sup>, Perú<sup>16</sup>, Ecuador<sup>39</sup> y Uruguay<sup>41</sup>. Los resultados encontrados para la composición de monoinsaturados y poliinsaturados del cultivar Tegua son muy similares a

los descriptos para el cultivar Florman<sup>1</sup>, que también corresponden a un tipo Runner no alto oleico.

Los ácidos grasos PUFA, de gran importancia en la nutrición humana por su esencialidad, mostraron fluctuaciones entre variedades y representaron el 34,09% en la T y el 4,57% en GO. Prácticamente la totalidad correspondió al ácido linoleico. Cabe destacar que sólo se detectaron trazas de ácido linolénico (18:3), por lo que se concluye que el maní no aporta éste ácido graso esencial, tal como se informa para maní estadounidense<sup>13, 136</sup>, maní argentino<sup>11</sup> y maní de otros países como Bolivia<sup>12</sup>, Perú<sup>16</sup>, Ecuador<sup>39</sup> y Uruguay<sup>41</sup>.

Los SFA representados por un 19,16% en T y un 14,28% en GO de granos crudos, contienen principalmente ácido palmítico en T, aunque el cultivar GO presentó prácticamente la mitad de este ácido graso. El total de saturados se completó, en orden de importancia, con los ácidos behénico, esteárico, lignocérico y araquídico. Es de destacar que los ácidos araquídico y behénico son característicos del maní, que contiene entre un 2 y un 3 % en cada caso. Particularmente, se detectaron diferencias entre cultivares en los contenidos de ácido palmítico, oleico, linoleico y eicosenoico. Los valores detectados de ácidos grasos saturados son similares a los tipos Runner no alto oleico descriptos para Estados Unidos<sup>137,13</sup> y Argentina<sup>11</sup>.

Del análisis del grano se destaca la riqueza de este alimento en su contenido proteico, lo que lo posiciona como alimento fuente de proteína vegetal. Se presentaron valores superiores de proteínas en la variedad T, con porcentajes similares a los del maní estadounidense<sup>13,137,138</sup>, y del maní argentino<sup>11</sup>. En cultivares autóctonos de Bolivia<sup>12</sup>, Perú<sup>16</sup>, Ecuador<sup>39</sup> y Uruguay<sup>41</sup>, en general se encontraron valores cercanos, aunque algunos de estos cultivares registraron cifras superiores al 30%, lo que indica que éstos se pueden utilizar como recurso genético si se quiere mejorar este aspecto nutricional del grano.

Respecto al valor proteico encontrado en los granos estudiados, se destaca que pocos alimentos contienen cantidades de proteína de alrededor de 25g por 100 g de alimento, con excepción de algunas carnes, quesos y soja; estos valores son superiores para el caso

de los huevos, la leche, los cereales, otras legumbres y frutas que integran la dieta habitual<sup>135,13,139</sup>.

Si bien la totalidad de proteínas en ambos cultivares es elevada, al ser de origen vegetal, se caracterizan por ser limitadas en aminoácidos esenciales. En este estudio no se investigó el contenido aminoacídico. La bibliografía<sup>13</sup> indica la riqueza de los granos de maní en algunos aminoácidos esenciales tales como treonina, leucina, fenilalanina. Se reconoce que la calidad proteica puede ser determinada por parámetros químicos y biológicos; según Mataix (2009)<sup>19</sup>, el índice químico del maní es de 65. No obstante, cabe destacar que los frutos secos son ricos en arginina (con un promedio de 2g por 100 g de fruto seco) y pobres en lisina. Para el caso del maní, las tablas estadounidenses<sup>13</sup> indican un contenido de éste aminoácido de 3,08g/100g (grano crudo) y 2,83g/100g (grano tostado), con un contenido de lisina de 0,92g/100g y 0,85g/100g respectivamente. Por lo tanto, la relación lisina/arginina, es inferior a 1, valor que según varios autores es indicador de efecto hipocolesterolemiante<sup>140,141</sup>.

El porcentaje de hidratos de carbono encontrado en los cultivares argentinos fue mayor para el grano crudo que los publicados en la Tabla de composición general de alimentos de los Estados Unidos<sup>13</sup>, que dan 16,13% y 21,51% para los granos de maní estadounidense crudo y tostado, respectivamente.

Se destaca la contribución de hidratos de carbono complejos frente a los hidratos de carbono simples. Esta característica es importante desde el punto de vista de la nutrición humana, principalmente el contenido de fibra insoluble<sup>142</sup>, mientras la cantidad de fibra soluble es relativamente poco importante en relación con la fibra total<sup>143</sup>.

El total de fibra informada por USDA (2009)<sup>13</sup> es de 8,5g/100g (maní crudo) y 8g/100g (tostado). Según Lintas y Capelloni<sup>144</sup>, del contenido total (10,9g/100g), 9,9g corresponden a fibra insoluble y 1g a fibra soluble, mientras que las tablas Argenfood 2010<sup>135</sup> aún no han incluido éste nutriente.

El maní es una excelente fuente de vitamina E, concretamente  $\alpha$ -,  $\beta$ - y  $\gamma$ -tocoferoles, que según numerosos autores poseen un efecto antioxidante relacionado con la inmunidad e inhibición del daño oxidativo celular<sup>145</sup> y de reducción del riesgo

cardiovascular<sup>36</sup>. Por lo dicho, se estudiaron los tocoferoles debido a su importancia dietética como así también por su reconocida capacidad antioxidante dentro del grano mismo, donde actúa como un factor importante que contribuye a conservar su calidad. Por tal motivo el grano de maní es un alimento fuente de antioxidantes naturales<sup>42</sup>.

El total de tocoferoles por cada 100g de aceite en maní para el grano crudo del maní cordobés resultó ser elevado, en su mayor parte representado parte por  $\gamma$  tocoferol y  $\alpha$  tocoferol.

Silva y cols.(2010)<sup>146</sup> encontraron contenidos de tocoferoles cercanos a 44,41 mg/100g de aceite para el grano crudo; aunque durante el tostado del maní confitería, los niveles promedio disminuyeron a 40,26mg/100g de aceite, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas. Los valores encontrados en el cultivar Florman de Argentina fueron similares a los informados en este estudio. En este sentido, el cultivar Runner presentó mayor concentración de  $\gamma$  y  $\alpha$  tocoferoles en comparación con los cultivares Tegua y Granoleico, aunque mostró bajos valores de  $\beta$  tocoferol, no coincidentes con alguna bibliografía<sup>136</sup>.

Los contenidos de tocoferol en frutos secos varían según los alimentos y su origen. En lo que hace al contenido de  $\alpha$ -tocoferol como la forma dominante, las almendras contienen 26,22 mg/100 g, seguidas de las avellanas, los maníes o cacahuetes, las nueces de Brasil, los pistachos y las pacanas con 15,03; 8,33; 5,73; 2,30; y 1,40 mg/100g de alimento, respectivamente. El resto de frutos secos presentan cantidades que oscilan entre 0,90mg/100g (castañas de Cajú) y 0,54mg/100g (macadamias). No se ha detectado  $\alpha$ -tocoferol en los piñones. Cabe aclarar que los resultados de la presente investigación están expresados en 100g de materia grasa mientras que los citados corresponden a 100g de alimento, en los cuales se debería estimar el total de grasa para cada caso. Los frutos secos en los que se ha detectado  $\beta$ -tocoferol son las pacanas, las avellanas, las almendras y las nueces con 0,39; 0,33; 0,29 y 0,15 mg/100g, respectivamente<sup>13</sup>.

De la bibliografía surge que otras vitaminas de relevancia que provee el maní son la Tiamina, la Niacina, los Folatos y el ácido pantoténico; por sus valores elevados, el maní puede considerarse alimento fuente de éstos nutrientes<sup>13,139</sup>.

En el presente estudio, al analizar el contenido mineral, en el maní crudo se encontraron alrededor de 180mg de magnesio y 380mg de fósforo por cada 100g, con cantidades semejantes para las distintas variedades. Estos valores son elevados en relación con las recomendaciones dietéticas de referencia (DRIs)<sup>33</sup>, si se considera que para un adulto de rango etario de 19 a 50 años de sexo femenino o masculino corresponden entre 320 y 420mg de magnesio y 700mg de fósforo por día.

El hierro, si bien es de origen vegetal no hemínico, se presentó en cantidades considerables: 1,79mg en la variedad T y 1,84mg en la variedad GO por cada 100g, cantidades que son relevantes al igual que las de otros frutos secos como avellana (1,7 mg/100g) y nueces (2,1 mg/100g)<sup>139</sup>, valores similares fueron publicados por Musa (2006)<sup>147</sup>. En el caso de este mineral otras tablas consultadas indican valores superiores a los hallados. Las tablas de Estados Unidos<sup>13</sup>, dan 4,58mg/100g y 2,26mg/100g para maní crudo y tostado estadounidense y las Argenfood<sup>135</sup> dan 4,06 y 2,68 mg/100g para el caso del maní de origen Argentino. Se puede observar que si bien en los datos propios no hubo diferencias entre cultivares, en las tablas consultadas existe una brecha mayor entre productos.

Es importante considerar que las DRIs<sup>33</sup> de éste nutriente asignan de 8 a 18 mg/día, para un adulto de las características antes mencionadas, por lo que 100g de granos de maní cubren aproximadamente el 20% de las recomendaciones de un varón y 10% de las de una mujer.

En cuanto al contenido de calcio, se obtuvieron valores inferiores a lo informado para el maní estadounidense<sup>13</sup> y a lo descrito para diferentes cultivares de maní que los hallados en este estudio<sup>147</sup>.

En función de los valores encontrados de zinc y cobre se puede afirmar que el maní es una importante fuente de estos elementos minerales<sup>13,139,147</sup>.

El contenido de sodio fue bajo, con valores cercanos a 6mg/100g, resultados similares a los informados para el maní estadounidense<sup>13</sup>. La recomendación para un adulto es de 1500mg/día<sup>33</sup>, aunque cabe aclarar que el maní frito consumido en Argentina como aperitivo suele tener sal agregada, aproximadamente un 2% de cloruro de sodio, por lo

que se debiera observar su consumo y aconsejar su substitución por maní tostado, preferentemente con cáscara, para el aprovechamiento integral de todos los nutrientes.

Es importante recordar, en cuanto a los resultados de los distintos nutrientes de los alimentos, que generalmente es de esperar que existan diferencias significativas entre países, regiones climáticas y/o variedades, debido al efecto de las interacciones de genotipo y ambiente. Tales fluctuaciones se deben al suelo, al clima del área de cultivo y a la carga genética que caracteriza a los cultivares<sup>137,14</sup>.

En el presente trabajo uno de los objetivos fue obtener aceite de maní en dos variedades: una de ellas tradicional y la otra con alto contenido de ácido graso oleico, analizar su perfil de ácidos grasos y compararlo con otros aceites vegetales presentes en el mercado.

Los aceites extraídos por prensado en frío, a partir de semillas de maní crudo y tostado, tuvieron rendimiento similares, aunque este sistema de prensado demostró ser menos eficiente para el grano tostado que para el grano crudo. Esto es coincidente con lo observado a mayor escala en el nivel industrial, en el que se obtiene el aceite a partir del grano crudo porque presenta menor dureza frente al tostado.

A fin de comparar las calidades nutricionales de los aceites vegetales consumidos en nuestro medio con los aceites de maní investigados, se realizaron determinaciones de los principales ácidos grasos contenidos en aceites refinados de girasol, soja, maíz y oliva de marcas reconocidas del mercado y aceite de canola obtenido a través del método de prensado en frío en investigaciones anteriores por el grupo de trabajo. La proporción de los distintos ácidos grasos fue distintiva para cada uno de los aceites. Los de mayor contenido en poliinsaturados (PUFA) correspondieron al girasol, seguido por soja y maíz. El aceite con menor contenido de PUFA fue el de maní GO. En la composición de poliinsaturados, el ácido graso predominante fue el linoleico en todos los aceites, que constituyó la casi totalidad de PUFA en los aceites de girasol y maíz, mientras que los aceites de soja y canola presentaron además cantidades de ácido linolénico de 7,1% y 7,88%, respectivamente. Este es un dato relevante, si se considera que el informe sobre grasas y aceites para la nutrición humana de la Organización Mundial de la Salud



recomienda una relación n-6/n-3 en la dieta de 5-10/1 como aconsejable para prevenir cuadros de aterosclerosis y riesgo cardiovascular<sup>96</sup>. En el resto de los aceites vegetales, se observaron valores inferiores al 1 % de ácido graso n-3. Este es un aspecto muy importante para la selección de grasas tendientes a suministrar en forma equilibrada los distintos ácidos grasos y que demuestra que se debiera incorporar variedad de aceites en la alimentación habitual<sup>96</sup>.

Los valores de composición de ácidos grasos de soja, maíz, girasol y oliva son similares a los informados en la bibliografía<sup>13,139</sup>. En el maní estadounidense se reportaron cantidades similares de poliinsaturados que los encontrados en este estudio<sup>136</sup>. Los ácidos grasos PUFA linoleico y linolénico y el ácido araquidónico se reconocen como esenciales en la nutrición humana. Por ese motivo, es importante el consumo de aceites vegetales que los contengan<sup>19,29</sup>.

De los aceites vegetales indagados, las cantidades de ácidos grasos saturados fueron mayores en el de oliva y el de maní T. En menor medida, en los de soja, maíz y maní GO. El aceite con menor presencia de saturados fue el de canola.

De los análisis de los distintos ácidos grasos surge que el contenido de ácido palmítico (16:0) fue mayor en el aceite de oliva y el de ácido esteárico en los de soja y de girasol. Estos resultados son similares a los informados en diversas tablas de composición de alimentos<sup>13</sup>. Otros ácidos grasos saturados como el araquídico (20:0), behénico (22:0) y lignocérico (24:0) fueron característicos del aceite de maní tanto en las variedades T como GO, lo que concuerda con lo descrito para el maní estadounidense<sup>136</sup> y el argentino<sup>11</sup>.

Los MUFA mostraron mayores porcentajes en los aceites de canola y en el de oliva, pero sin duda el aceite de maní Granoleico los superó, con un 80,99%. En todos los casos, predominó el ácido graso oleico (18:1) dentro de los moninsaturados. El cultivar GO presentó porcentajes del orden del 78%, es decir, casi el doble de la concentración de este ácido graso en comparación con la variedad T. Los cultivares de maní alto oleico norteamericanos presentaron porcentajes similares de ácido oleico<sup>136</sup>. En cuanto al ácido erúrico, sólo se encontraron trazas (menos de 0,3%) en los aceites de canola y maní.

### Efecto del consumo de aceite de maní sobre los lípidos plasmáticos

Los hábitos alimentarios apropiados representan la base para la prevención y el control de varios factores de riesgo de enfermedad cardiovascular como hipertensión arterial, diabetes mellitus, hipercolesterolemia y obesidad. El alto consumo de ácidos grasos saturados y de colesterol es el principal responsable de la hipercolesterolemia y ésta, del aumento de la morbimortalidad cardiovascular de origen isquémico<sup>148</sup>.

Un gran número de estudios, realizados tanto en animales de experimentación, como en seres humanos, ha demostrado inequívocamente que la presencia en la alimentación de ácidos grasos saturados aumenta los niveles de colesterol sanguíneo<sup>149,150,151,152</sup>. Este efecto hipercolesterolemiante varía según la longitud de la cadena del ácido y la cantidad de colesterol que aporta la alimentación, así como también según los niveles previos de colesterolemia. Por ejemplo, el ácido esteárico posee efecto mínimo o nulo sobre la colesterolemia<sup>153</sup>, mientras que los ácidos láurico, mirístico y palmítico la aumentan notablemente. Es importante destacar que su efecto hipercolesterolemiante es mucho más constante y predecible que el provocado por el mismo colesterol de la alimentación<sup>154</sup>. Este hecho demuestra la necesidad de resaltar el papel de los diferentes ácidos grasos y la importancia de diferenciarlos claramente del colesterol cuando se habla de las grasas alimentarias, debido que en los últimos años se ha orientado al consumidor a observar sólo la presencia del colesterol en el plan alimentario diario. La información disponible derivada de trabajos de investigación experimental, clínica y epidemiológica, permite confirmar con razonable evidencia que cuando el ácido esteárico se consume en cantidades que no superan el 7 % de la energía, no produce modificaciones en el perfil lipídico, en los factores tromboticos, en la hemodinamia ni en los marcadores moleculares de riesgo cardiovascular<sup>155</sup>.

Por otra parte los ácidos grasos *trans* poseen efecto hipercolesterolemiante con marcada disminución del cHDL. Se ha sugerido también que el desarrollo fetal y el crecimiento postnatal pueden ser retardados debido al pasaje de ácidos *trans* a través de la placenta<sup>89,156</sup>. El Código Alimentario Argentino obliga a incorporar, en la información nutricional de los productos alimentarios, el contenido de ácidos grasos *trans*<sup>157</sup>, en todos

los productos disponibles en el mercado, contengan o no este AG, y a declarar en su etiquetado nutricional las cantidades contenidas. Este aspecto marca una notable diferencia con lo que ocurre con los AG n-6 y los n-3, para los que aún no existe una legislación que los contemple.

En el presente trabajo se evaluaron los efectos de dietas semisintéticas con agregado de distintos aceites vegetales de diferentes perfiles de ácidos grasos y se utilizó este modelo de experimentación en ratones *Albino swiss*, en los que se observó la ingesta, el peso corporal de los ratones y los niveles de lípidos plasmáticos; se halló que la administración oral de las distintas dietas no produjo cambios en el total de alimentación ingerida. El aumento de peso fue gradual en todos los lotes desde el primer día en el que se registraron pesos iniciales en los diferentes grupos hasta el día 60, a partir del cual éstos tendieron a estabilizarse. Puede atribuirse este comportamiento al hecho de que estos animales alcanzan la adultez alrededor de los 60 días.

La modificación en la composición lipídica de las dietas no incidió sobre este parámetro. A propósito de esta observación, debe considerarse que Kessey y Hirvonen (1997)<sup>158</sup> han propuesto en roedores y humanos la existencia de un “*set point*” para el peso corporal, por el cual su reducción o aumento se corrigen alterando la ingesta y/o el gasto energético a fin de mantener relativamente constante este parámetro. Esto concuerda también con los resultados obtenidos por Su (1993)<sup>159</sup>, en un estudio realizado en ratas alimentadas con dietas semisintéticas elaboradas con aceite de pescado, grasa vacuna, aceite de girasol y de oliva, en el cual se evaluó el efecto de las distintas grasas sobre balance energético y composición corporal.

Los tipos y las cantidades de grasas que los humanos obtienen habitualmente de la dieta, tienen un efecto directo tanto en la concentración de los lípidos plasmáticos como en la de las distintas lipoproteínas. Así, elevados niveles de ciertas lipoproteínas como VLDL, IDL, LDL, Apo B incrementarán significativamente el riesgo coronario, mientras que altas concentraciones de HDL y Apo AE serán responsables de disminuir dicho riesgo<sup>160</sup>.

Existen estudios que han demostrado que el reemplazo de ácidos grasos saturados por insaturados produce una favorable disminución del cLDL y de la relación colesterol

total/cHDL, ambos considerados importantes factores predictivos de las enfermedades coronarias. Así como el consumo de ácidos grasos saturados y *trans* aumenta la colesterolemia, los ácidos grasos insaturados producen el efecto contrario y deberán ser la opción racional a la hora de promover cambios alimentarios en la población<sup>161</sup>.

El ácido linoleico, mediante reacciones de desaturación y elongación da lugar al ácido araquidónico que es el precursor más abundante en la síntesis de eicosanoides, prostaglandinas (PG), tromboxanos (TX) y leucotrienos (LT)<sup>95,162</sup>. Esta conversión desprende radicales libres que, si no son neutralizados por antioxidantes (naturales o agregados), causan daños importantes a las membranas celulares. Se reconoce que las PG, TX, y LT que provienen de los PUFA n-6 tienen acciones antagónicas a los que provienen de los n-3<sup>163</sup>. En el caso de los primeros son potentes agregantes plaquetarios y vasoconstrictores, inductores de la inflamación y potentes inductores de la adherencia y quimiotaxis leucocitaria. En cambio, se considera que los n-3 tienen propiedades anti-inflamatorias (base de varias enfermedades crónicas), antiarrítmicas y antitrombóticas. Además, se describen efectos anti-arteroscleróticos, mejora de la función endotelial, disminución de los triglicéridos y cierto efecto hipotensor<sup>164</sup>. Es por eso que una menor relación n-6/n-3 es necesaria para la prevención y manejo de dichas patologías<sup>165,99</sup>. Los ácidos grasos de la familia de los n-3 provenientes de los peces (principalmente ácidos eicosapentaenoico (EPA) y docosahexaenoico (DHA) y de aceites de plantas (ácido  $\alpha$ -linolénico), proveen una protección adicional, en particular sobre la enfermedad coronaria<sup>166</sup>. El ácido  $\alpha$ -linolénico sufre, dentro del organismo animal, transformaciones similares a las del ácido linoleico, sintetizándose el EPA, precursor de la síntesis de moléculas activas en distintos tejidos, como las plaquetas, donde inhiben su adhesividad, lo que disminuye la probabilidad de formación de coágulos y por ende el riesgo cardíaco. El DHA se considera fundamental en la formación del tejido nervioso, por lo que su requerimiento se asocia principalmente con las primeras etapas del desarrollo tanto intrauterino como extrauterino<sup>167,168,169</sup>.

En el caso del maní, el contenido de n-6 de la variedad T estudiada fue del 34,09% y ese contenido fue menor en el aceite de grano alto oleico, Estos valores son inferiores a los de los aceites de consumo habitual como los de girasol, de soja y de maíz.

El contenido de ácido graso  $\alpha$ -linolénico es prácticamente nulo tanto en el aceite tradicional T (0,20 mg/100g) como en el alto oleico GO (0,16/100g), lo que se considera como traza dentro de los nutrientes.

The *American Heart Association* recomienda, para personas sanas, consumir al menos 2 porciones de pescado por semana (particularmente pescados grasos), además de incluir aceites vegetales como el de lino, canola, nuez o soja y fuentes alimentarias, como nueces y semillas de lino, que poseen un elevado contenido de ácido  $\alpha$ -linolénico. En pacientes con enfermedad cardiovascular documentada se recomienda consumir en promedio 1 g de EPA y DHA por día<sup>169,170,171</sup>. Este dato debe tenerse en cuenta, ya que los aceites vegetales fuente de n-3 no son generalmente aceptados por la población argentina, por lo que se deberá promocionar fuertemente el consumo de pescados y derivados.

En el caso del ácido oleico, principal ácido graso de la familia n- 9, aunque no se considera ácido graso esencial tiene, junto con el linoleico, un efecto benéfico sobre los niveles plasmáticos de las distintas fracciones de colesterol; es decir, disminuyen el colesterol total y aumentan el cHDL. Este último efecto sólo se produce si el ácido graso linoleico se utiliza en una relación no mayor a 1,5 con los ácidos grasos saturados (P/S)<sup>172,173,174</sup>.

Las evidencias epidemiológicas denotan una asociación inversa entre el consumo de frutos secos como almendras, nueces, pecanas, pistacho y maní<sup>175,176,177,178,179,180,181,182,183,184</sup> y el desarrollo de enfermedades cardiovasculares.

En la actualidad se presta mucha más atención a las dietas con elevadas concentraciones de ácidos grasos monoinsaturados (MUFA), que pueden disminuir el colesterol total y aportar energía a partir ácidos monoinsaturados en reemplazo de los ácidos grasos poliinsaturados n-6, lo que da como resultados alimentaciones más equilibradas. En este sentido se recomiendan el aceite de oliva, el de canola y el consumo de aceite o de productos de maní. Evidentemente este efecto beneficioso se puede

aumentar si consideramos las variedades de maní alto oleico, evaluadas en esta investigación.

En este modelo experimental los animales presentaron diferencias en los niveles de triglicéridos plasmáticos, según el tipo de alimento suministrado. A los 77 días el lote alimentado con aceite de girasol presentó los valores más elevados de triglicéridos seguido en orden decreciente por los lotes de maní, oliva y dieta comercial. Sin embargo a los 126 días, si bien las concentraciones aumentaron en todos los lotes, los niveles mayores de triglicéridos se constataron en los animales cuya ingesta incluyó el aceite de oliva a diferencia de aquellos alimentados con dietas adicionadas con alimento balanceado comercial, maní y girasol. Marín(2005)<sup>185</sup> analizó, en una población de varones jóvenes, el efecto de la alimentación mediterránea en la respuesta lipémica posprandial, encontrando que el aceite de oliva presentó una respuesta diferente en los triglicéridos plasmáticos posprandiales en comparación con dietas ricas en ácidos saturados; así la dieta rica en aceite de oliva tiene un pico mas temprano y un metabolismo mas rápido, de éste modo los triglicéridos permanecerán menos tiempo circulando y por consiguiente una menor interacción con el endotelio vascular, con menor riesgo aterogénico.

Estas variaciones concuerdan con el trabajo publicado por Poveda(2005)<sup>186</sup> quien tras evaluar dietas suplementadas con distintos aceites vegetales de soja, de maíz y de girasol (fuentes de ácidos grasos poliinsaturados) y canola (fuente de ácidos grasos monoinsaturados) sobre el perfil lipídico de ratas, mostraron aumentos y descensos en las concentraciones de triglicéridos de manera alternada para los distintos momentos analizados.

Alper y Mattes(2003)<sup>187</sup> realizaron un estudio en individuos adultos, a los que analizaron durante un período de tiempo de 30 semanas, suministrándoles granos de maní. En este estudio se observó que los triglicéridos del plasma bajaron en un 24% y se concluyó que el consumo de maní es altamente beneficioso para reducir este parámetro, lo que sin embargo podría deberse no sólo a su composición rica en monoinsaturados sino también a la presencia de otros nutrientes asociados que son beneficiosos para reducir el riesgo de

enfermedades cardiovasculares, tales como magnesio, folato, fibras, alfa-tocoferol, cobre y arginina.

En cuanto a las concentraciones plasmáticas de colesterol total en los ratones sometidos a las diferentes dietas, se observó que a los 77 días del ensayo, los animales alimentados con dieta semisintética con aceite de maní alto oleico mostraron los valores más elevados en relación con los demás lotes. A lo largo del tiempo, las concentraciones de colesterol total fueron aumentando en todos los grupos estudiados, y se obtuvieron los valores más elevados a los lotes alimentados con aceite de oliva y aceite de maní alto oleico. Esto podría explicarse ya que las dietas ricas en grasas saturadas tienden a aumentar los niveles de colesterol total en sangre en comparación con aquellas ricas en grasas insaturadas; dentro de aquellas dietas ricas en grasas insaturadas, las que tienen predominancia de grasas monoinsaturados tienden a aumentar la concentración de colesterol total en comparación con aquellas dietas ricas en ácidos grasos poliinsaturados. De los aceites vegetales estudiados, el aceite de oliva con el que se preparó el alimento semisintético presentó la mayor proporción de ácidos grasos saturados en comparación con los aceites de girasol y alto oleico.

Estos resultados son coincidentes con los obtenidos en el estudio realizado por Cintra y cols.(2005)<sup>188</sup> en Brasil quienes evaluaron el efecto de dietas suplementadas con diferentes aceites fuente de ácidos grasos poliinsaturados, monoinsaturados y saturados sobre perfil lipídico en ratas. Los animales alimentados con dietas que incluían aceite de maní (monoinsaturado) presentaron valores más elevados de colesterol total que los alimentados con aceite de soja (poliinsaturados).

Los valores del cHDL, considerado antiaterogénico, fueron incrementándose en los distintos períodos de tiempo. A los 77 días de alimentación con dieta comercial se observaron menores niveles en comparación con los correspondientes a las que incluían maní, oliva y girasol.

Al finalizar el estudio, los ratones que presentaron una tendencia a mayores concentraciones de cHDL fueron aquellos alimentados con aceite de maní, aunque no estadísticamente diferentes a los otros lotes estudiados.

En cuanto al cLDL asociado a proteínas de baja densidad, se lo considera aterogénico y con riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares cuando se superan determinadas concentraciones en sangre. En este estudio, a los 126 días de tratamiento se destacó el valor elevado de cLDL, en animales cuya alimentación incorporó aceite de girasol en comparación con los alimentados con dietas comercial , con aceite de maní alto oleico y de oliva.

Cabe aclarar que para el caso de ésta lipoproteína, lo deseable es que se encuentre en los niveles más bajos posible. Por lo que, en este sentido, se evidencia el impacto positivo del consumo de aceite de maní alto oleico y de oliva, los que presentaron los valores mas bajos , sin diferencias entre ellos. Este efecto se asemeja al resultado obtenido en el estudio realizado en Brasil<sup>189</sup>, en el cual los animales alimentados durante 18 meses con aceite de canola (reconocido por su elevado contenido en ácido oleico) presentaron valores inferiores de cLDL que los alimentados con dietas adicionadas con aceite de soja (fuente de ácido linoleico n-6 al igual que el aceite de girasol utilizado en esta experiencia).

Es importante destacar que los ratones alimentados con aceite de maní alto oleico y oliva, presentaron las mejores relaciones HDL/LDL dato de importancia por el beneficio que supone para la salud.

Kris-Etherton y cols.(1999)<sup>190</sup> determinaron lípidos plasmáticos en seres humanos con diferentes tratamientos: dietas con aceite de oliva, aceite de maní, y maní/manteca de maní Los resultados del estudio evidenciaron que estas dietas disminuyeron el colesterol total en un 10% y el cLDL en un 14%. Por lo tanto, estos autores consideran mas beneficiosas aquellas dietas ricas en ácidos grasos moninsaturados agregados, ya sea con aceite de oliva o con consumo de productos de maní<sup>191,192</sup>.

Las dietas altas en ácidos grasos monoinsaturados, como las dietas mediterráneas, se asocian con una reducción de la mortalidad por enfermedades cardiovasculares. En numerosos trabajos se ha observado que cuando predomina en la dieta el ácido oleico sobre el ácido linoleico, disminuyen el cLDL y los triglicéridos, sin disminuir el cHDL

187,193,194,195,196



La materia grasa de frutos secos es saludable y su ingesta posee una serie de asociaciones beneficiosas tales como la prevención de enfermedades coronarias, diabetes y muerte repentina; disminución de colesterol y del riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares, tal como se observó en estudios de epidemiología. Sin embargo, los frutos secos son matrices complejas donde también se encuentran otros compuestos bioactivos tales como proteínas vegetales, fibras, potasio, magnesio, tocoferoles, fitosteroles y compuestos fenólicos como resveratrol y arginina. Colectivamente e individualmente, tales nutrientes son causantes de efectos beneficiosos para la salud<sup>197,198,199</sup>.

El consumo de maní se asocia con la disminución del riesgo de contraer enfermedades cardiovasculares. En individuos que consumen maní 2 veces por semana, este riesgo disminuye a un 66%. Mientras que para los que consumen nueces, el riesgo disminuye a un 74%<sup>199,200</sup>.

Las potentes citoquinas inflamatorias (IL-6) decrecen cuando se aplica la dieta mediterránea con ingesta de almendras y avellanas<sup>201,202,203</sup>. La disfunción endotelial es un evento crítico en aterogénesis y ambos están involucrados en aterosclerosis donde se relaciona con eventos isquémicos<sup>204</sup>. Esto se caracteriza por la disminución en la producción de óxido nítrico que es un vasodilatador endógeno sintetizado a partir de L-arginina y seguido por un incremento de citoquinas (factor inflamatorio) y de moléculas de adhesión celular, lo que ocurre por daños causados sobre el endotelio vascular<sup>205,206</sup>. Todos estos factores se ven notablemente reducidos con el consumo de frutos secos (nueces, almendras, avellanas, etc.) y de maní. No sólo por su composición de ácidos grasos, sino también por los otros nutrientes ya mencionados<sup>207,208,209,210</sup>.

Por los resultados antes mencionados y teniendo en cuenta los consensos internacionales, el perfil de ácidos grasos que caracteriza al maní alto oleico es sin lugar a dudas el de un alimento cuyo impacto en la colesterolemia es claramente favorable.

### Estabilidad del aceite de maní

Se estudió la estabilidad química del aceite de maní y de mezclas con diferentes proporciones de aceites de las variedades Tegua y Granoleico, a fin de lograr distintas relaciones de ácidos grasos oleico/linoleico. Este ensayo fue diseñado con el propósito de observar los cambios en la estabilidad de los aceites y a partir del análisis desarrollar una fórmula que permita estimar la vida útil de productos derivados de maní tales como aceites, granos y pasta, debido a que en la actualidad los lotes de alimentos comercializados en nuestro país contienen mezclas de variedades.

Las muestras con las que se trabajó fueron: con aceites puros de las variedades T y GO y diferentes mezclas al 25% (T-GO 75-25), 50% (T-GO 50-50) y 75% (T-GO 25-75) de estas dos variedades de maní. Las muestras de aceite de maní presentaron cantidades variables de los ácidos palmítico, oleico, linoleico y eicosenoico y variación en las relaciones oleico/linoleico (O/L) y saturados/insaturados (S/I). La relación O/L se incrementó a medida aumentaba la proporción de aceite alto oleico GO, lo cual es coincidente con otros autores<sup>211,21</sup> quienes encontraron relaciones O/L de entre 16 y 28 para variedades de maní alto oleico y de entre 1 y 3 para variedades tradicionales. Nepote y cols.(2006)<sup>66,67</sup>, encontraron valores similares en variedades normales y alto oleico producidas en Argentina.

El aceite GO presentó menor relación saturados/insaturados en comparación con el T. El contenido de ácido palmítico y relación S/I se incrementó en las muestras de aceite de maní con mayores proporciones de T y lo opuesto sucedió con los niveles de ácido eicosenoico, los que fueron disminuyendo.

El índice de yodo indica el grado de insaturación de un aceite. A mayor índice de yodo mayor es su grado de insaturación, lo que supone una mayor susceptibilidad a los procesos de deterioro oxidativo<sup>75,64</sup>. El índice de yodo fue decreciendo en este experimento a medida que se incorporó mayor cantidad de aceite Granoleico a la mezcla debido a una concentración menor de ácido linoleico y en consecuencia con aumento de ácido oleico. Lo mismo ocurre con la relación de los ácidos grasos oleico/linoleico, mientras mayor índice, menor es el grado de insaturación. Estos indicadores de

estabilidad siempre se mencionan para aceite y productos de maní y se relacionan directamente con la sensibilidad a desarrollar rancidez<sup>44,66,69</sup>.

Para establecer el grado de deterioro oxidativo de los lípidos de un alimento se utilizan las mediciones de indicadores químicos relacionados a la oxidación de los lípidos: índice de peróxido (IP), índice de anisidina (IA) y dienos conjugados (DC)<sup>64,75</sup>. En este caso para establecer el deterioro de las diferentes mezclas de aceites de maní. Los indicadores IP y DC se incrementaron con el tiempo de almacenaje en todas las muestras de aceite. Estos indicadores también mostraron marcados incrementos durante el almacenaje cuando fueron estudiados en diferentes productos de maní tales como maní crocante, maní tostado con miel, maní tostado, maní frito, maní tostado con arropo de tuna y algarrobo, pasta de maní<sup>65,54,79,77,68,69,81,70</sup>.

Los incrementos en los indicadores de oxidación lipídica fueron más marcados en las muestras con mayores proporciones de aceite T.

En trabajos previos se encontró que el maní alto-oleico presenta mayor estabilidad frente a la oxidación lipídica en comparación con el maní tradicional<sup>66,67,211,61,213</sup>.

A partir de los cambios observados en estos indicadores químicos de oxidación lipídica a lo largo del tiempo se realizó un análisis de regresión considerando a los indicadores químicos como las variables dependientes y al tiempo de almacenaje como la variable independiente, tal como lo hicieron otros investigadores en estudios previos de diferentes productos de maní<sup>54,65,66,67,69,70</sup>.

Las variables dependientes (IP, IA y DC) resultaron ser buenos predictores, lo que permite utilizar las ecuaciones de regresión para valorar el deterioro químico de las mezclas de aceites de maní a lo largo del tiempo. Estas ecuaciones de regresión pueden utilizarse para estimar el efecto del tiempo de almacenaje a 60 °C para estas muestras de aceite. La única excepción fue el IA para las muestras T-GO de 25-75 y de 0-100, las que no presentaron incrementos significativos de este indicador durante el almacenaje, por lo cual la ecuación tiene una pendiente muy poco pronunciada.

De acuerdo al Código Alimentario Argentino<sup>214</sup>, el máximo nivel de IP permitido para aceite comestible es de 10 meqO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup>. Utilizando las ecuaciones se puede observar que la

vida útil de las muestras de aceite se incrementó al aumentar la relación O/L dada por una mayor proporción de aceite de la variedad GO. En trabajos previos se estimó la vida útil del maní tostado alto oleico, que presentó entre 25 y 10 veces mayor vida útil que el maní tostado tradicional, almacenados a 23 °C y 40 °C, respectivamente<sup>67</sup>.

Si bien este estudio se realizó a una temperatura de 60°C, es de esperar que la proporcionalidad de la velocidad de oxidación sea similar a diferentes temperaturas tal como lo observaron Grosso y Resurrección(2002)<sup>65</sup> y Grosso y cols.(2008)<sup>77</sup> en maní tostado y crocante. Considerando esto como válido, se calcularon los factores de estabilidad para cada mezcla y de la regresión de los factores de estabilidad en función de las relaciones O/L de las mezclas surgió una fórmula que será práctica para estimar la vida útil de productos tales como pasta, aceite o granos de maní.

De acuerdo a resultados previos, se observó que los productos derivados del maní, como maní tostado<sup>66</sup>, frito-salado<sup>67</sup>, tostado con miel<sup>79</sup> y tostado con arrope<sup>81</sup> elaborados con granos de la variedad Tegua pura (100-0) mostraron una vida útil de 9, 19, 36 y 21 días, respectivamente. Considerando el lapso de aptitud de estos productos elaborados con granos de la variedad Tegua y utilizando el factor de estabilidad se estimó la vida útil de productos de maní tostado, frito salado, maní tostado con miel y maní tostado con arrope a diferentes relaciones O/L. La vida útil de los productos aumenta notablemente a medida que aumenta la relación O/L. Todas estas ecuaciones realizadas en estudios previos sirven en la medida en que no se modifiquen las condiciones de almacenaje y no cambie la relación O/L del maní utilizado en su preparación. En cambio, el factor de estabilidad es de gran utilidad en todos los diferentes productos de maní independientemente de su relación O/L y de las condiciones de almacenaje de éstos.

Esta fórmula de estabilidad podría ser de interés, dado que en la provincia de Córdoba el maní que se produce es una mezcla de proporciones variables de ambas variedades. Por lo tanto, conociendo exactamente la relación O/L del maní cosechado y aplicando este factor se puede estimar la vida útil que tendrán los diferentes productos, tales como aceites, granos y pastas de maní que se elaboren con estos granos.

### **Aceptabilidad de los aceites de maní**

Si bien el aceite de maní es de consumo habitual en otras culturas, en nuestro país es prácticamente desconocido; por ello se consideró conveniente realizar estudios sobre la aceptación de este producto. La evaluación sensorial 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. La evaluación sensorial de los aceites está limitada mayormente a los sentidos del gusto y del olfato. 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 las grasas, los aceites y 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 métodos consigue valorar la calidad de un producto de una manera integral, lo que sí se puede obtener de un análisis sensorial<sup>215</sup>.

Los evaluadores no entrenados que participaron de las pruebas sensoriales de este estudio se consideraron posibles consumidores del producto y se contó con individuos jóvenes de ambos sexos. En este experimento se decidió utilizar el aceite de mayor consumo en Argentina, el aceite refinado de girasol y el aceite de oliva por ser el aceite vegetal de alto contenido en ácido oleico consumido actualmente por los argentinos por sus atributos sensoriales. A estos dos aceites vegetales que son muy difundidos en nuestra cultura, se los comparó con, los aceites de maní tostado extraídos por prensado en frío de las variedades Tegua y Granoleico.

Este último podría constituir un posible producto para reemplazar el aceite de oliva, aduciendo sus menores costos, siempre y cuando logre una aceptabilidad favorable por parte de los consumidores.

El número mínimo de jueces tipo consumidor para que una prueba sea válida es de un mínimo de 40<sup>126,216,217</sup>. En este estudio se trabajó con 58 jueces.

En el caso de las degustaciones, la bibliografía indica que es preferible evitar el uso de vehículos, o sea, sustancias o alimentos en los que se incorpora, se unta o se mezcla el

producto a evaluar, ya que las características del vehículo podrían interferir con las de la muestra<sup>126</sup> ; sin embargo en este experimento y por tratarse de jueces no entrenados, se decidió utilizar el pan desecado por considerarse un alimento de uso diario y un vehículo adecuado para reconocer los atributos del producto a catar, ya que se estimó que el aceite en forma pura podría ocasionar en los jueces un rechazo frente al alimento investigado.

A los jueces se les solicitó que evaluaran la aceptabilidad utilizando una escala hedónica de 9 puntos y decidieran un ordenamiento de la preferencia<sup>124</sup> de los atributos sabor, olor y color de los cuatro aceites investigados.

Respecto al atributo olor, el aceite de maní alto oleico fue el elegido por sobre los aceites de girasol, oliva y Tegua. La valoración del color, fue mayor para los aceites de maní tostado Tegua y maní alto oleico en comparación con el aceite de oliva.

El sabor fue el atributo más relevante según los jueces consumidores, la mayoría de los cuales le asignó a este atributo los puntos más altos de la escala hedónica de 9 puntos, mostrando preferencia en todos los casos por los aceites de maní alto oleico y Tegua. Esto probablemente se haya debido a que durante el proceso de tostado se desarrolla el sabor a maní tostado característico de este alimento debido a la presencia de compuestos volátiles del tipo de las pirazinas que lo caracterizan, tal como se describió en el trabajo realizado por Burroni(1997)<sup>52</sup> en maní tostado y maní frito de origen argentino.

Al indagar sobre el grado de preferencia de los distintos aceites evaluados, se determinó que los jueces participantes eligieron, de mayor a menor, aceite de maní alto oleico, seguido por el aceite de maní Tegua, aceite de girasol y en última instancia el de oliva.

Se realizaron numerosos trabajos sobre aceptabilidad en productos derivados del maní. Grosso y Resurrección(2002)<sup>65</sup> realizaron un estudio de cómo varió la aceptabilidad del atributo sabor en dos productos de maní preparados con maní estadounidense. En dicho trabajo observaron que la aceptabilidad promedio en maní crocante fue de 6,23 y en maní tostado de 6,44 puntos en una escala hedónica de 9 puntos. En productos de maní argentino, la aceptabilidad promedio del maní tostado fue de 5,95 y en maní tostado con miel de 5,97 puntos en una escala hedónica de 9 puntos<sup>78</sup>. Nepote(2006)<sup>66</sup> realizó un

estudio que compara el sabor de maní tostado preparado con maní Runner no alto oleico y con el alto oleico y encontró que no había diferencias significativas, siendo los valores observados 5,7 y 5,6 puntos de una escala hedónica de 9 puntos, respectivamente. Mientras que en maní frito salado halló una aceptabilidad de 6,66 para el preparado con maní Runner no alto oleico y de 6,77 puntos de una escala hedónica de 9 puntos para el preparado con maní alto oleico<sup>67</sup>. Para el maní frito<sup>82</sup>, comparó el efecto sobre el sabor que produce la utilización de diferentes aceites vegetales, tales como los aceites de girasol, de maíz, de soja, de oliva y de maní. Los valores de aceptabilidad promedio observados en ese trabajo fueron de 5,63, 5,13, 4,85, 5,03 y 5,98 puntos, respectivamente, medidos en una escala hedónica de 9 puntos para el maní frito-salado preparado con estos aceites. En este trabajo se concluyó que la mayor aceptabilidad del producto maní frito salado se logró cuando se utilizó aceite de maní (no alto oleico) y de girasol en el proceso de fritado.

Otro producto de maní para el que se indagó la aceptabilidad fue el maní tostado recubierto con arrope en comparación con el maní tostado<sup>80</sup>. Estos productos recubiertos fueron desarrollados en Argentina utilizando arrope de tuna y arrope de algarrobo. La aceptabilidad promedio fue de 3,45 puntos en maní tostado recubierto con arrope de tuna, 3,27 puntos en maní tostado recubierto con arrope de algarrobo y 3,71 puntos en maní tostado sin recubrimiento, medidos utilizando una escala hedónica de 5 puntos.

Riveros y cols.(2009)<sup>76</sup> indagaron la aceptabilidad de pasta de maní preparada con maní Runner alto oleico y no alto oleico de Argentina, y encontraron valores de 6,71 y 6,51 puntos respectivamente, de una escala hedónica de nueve puntos. Tanto en maní frito-salado<sup>66</sup> como en pasta de maní<sup>76</sup> se observó mayor aceptabilidad en los productos preparados con maní alto oleico comparados con los preparados con maní no alto oleico.

Nepote y cols.(2009)<sup>44</sup> realizaron un trabajo en el que se relacionó la aceptabilidad del maní tostado preparado con líneas alto oleico, con atributos sensoriales e indicadores químicos de oxidación lipídica. En este trabajo se encontró que la aceptabilidad del maní tostado se relacionó con atributos sensoriales positivos como el sabor a maní, dulce y crujiente lo que se opone a los atributos negativos del alimento, caracterizados como el

gusto a oxidado y el gusto a cartón. Simultáneamente se estableció que estos últimos parámetros se incrementaron en mayor medida para el maní no alto oleico, lo cual impactó directamente en una mayor aceptabilidad en las líneas de maní alto oleico.

Los estudios previos analizados demuestran que el maní es un alimento bien reconocido por la población con un *flavor* característico por el cual se lo elige por sobre otros productos.

Son numerosos los trabajos sobre aspectos sensoriales y de aceptabilidad de productos derivados de maní, pero no hay ninguno referido al aceite de maní. En cuanto a estudios sensoriales de aceite, son numerosos los relacionados con el aceite de oliva, donde se indaga sobre atributos sensoriales que constituyen un parámetro de calidad para la definición de su posición comercial<sup>218,219,220</sup>. Por lo tanto este trabajo constituye una primera aproximación en estudios sensoriales de aceptabilidad para aceites de maní en comparación con otros aceites vegetales.



## CONCLUSIÓN

Los resultados de esta investigación brindan importante información para conocer detalladamente el valor nutricional de granos crudos de maní de las dos principales variedades Tegua y Granoleico producidas en la provincia de Córdoba (Argentina) y de sus productos derivados, maní tostado y frito.

En general se evidencia que la variedad Granoleico tiene menor porcentaje de proteínas y mayor contenido de materia grasa en comparación con la variedad Tegua. Ambas variedades tienen alto contenido de tocoferoles y similar composición de éstos. En cuanto a contenido mineral, son ricas en fósforo, magnesio, potasio, cobre y zinc. Como es de esperar, la variedad Granoleico presentó un valor de ácido oleico que prácticamente dobla la cantidad que posee la variedad Tegua. En los productos de maní frito se observó en ambas variedades mayores porcentajes de ácido linoleico en comparación con el maní crudo y tostado.

El aceite de maní de la variedad Granoleico (alto contenido en ácido oleico), presentó mayor porcentaje de ácidos grasos monoinsaturados, menor porcentaje de ácidos grasos poliinsaturados y de ácidos grasos saturados en comparación con el aceite de oliva.

El efecto sobre los lípidos plasmáticos de alimentar ratones *Albino swiss* con dietas con el agregado aceite de maní alto oleico, fue positivo en cuanto a los niveles de cLDL y cHDL, ya que se detectaron niveles elevados de cHDL y valores más bajos de cLDL.

El estudio de estabilidad de los aceites vegetales de las variedades Tegua y Granoleico y de mezclas de éstas permitió desarrollar una fórmula para calcular la vida útil de diferentes productos de maní tales como granos, pasta o aceite, conociendo su relación O/L. Esto es de gran utilidad, dado que actualmente en la provincia de Córdoba el maní que se produce presenta mezcla en proporciones variables de ambas variedades.

La aceptabilidad de los atributos evaluados olor, color y sabor de las variedades de aceite de maní fue positiva, destacándose la mayor preferencia por los aceites de maní tostado alto oleico y Tegua, seguidos por el de girasol y el de oliva, lo que implica una excelente opción para la promoción del consumo de dichos aceites.

El maní, particularmente el alto oleico, podría incluirse dentro de un esquema de dieta saludable, ya que su consumo habitual en cantidades moderadas tiene un efecto beneficioso claramente establecido sobre la relación cHDL/cLDL, indicador asociado de forma consistente a una menor mortalidad por enfermedad cardiovascular.

Dado que el maní es un alimento excepcionalmente nutritivo, fuente de proteínas, ácidos grasos insaturados, vitaminas, minerales, fibra alimentaria y de importante densidad energética, y que la provincia de Córdoba es la principal productora de maní de la Argentina, este producto constituye una buena opción para complementar la dieta diaria de nuestra población. Por lo tanto la incorporación de pequeñas cantidades de este alimento promoverá una alimentación saludable y el consumo de un producto de gran valor regional.

Profundizar el conocimiento de aquellos componentes de los alimentos que pueden desempeñar un papel importante en la prevención de enfermedades permitirá desarrollar acciones de educación nutricional en pro de una alimentación más equilibrada y saludable.

**BIBLIOGRAFÍA**

1. Comercio Exterior Nicaragua. Publicación El maní, publicado en internet, disponible en <http://www.bcn.gob.ni/publicaciones/mensuales/externo/externo/15.pdf>.
2. Smartt J. 1994. The groundnut crop. A scientific basis for improvement. Chapman & hall. London.
3. Real Academia Española. Vigésima segunda edición.
4. Keller ME. 2009. Informe de Coyuntura Mensual. Sector manicero. Ministerio de Economía y Producción. Dirección Nacional de Agroindustria. Marzo 2009.
5. Ackermann B. 2010. Cámara Argentina de Maní. Comunicación personal.
6. FAO. 2010. [en línea]. Disponible en: <http://www.faostat.fao.org>. [Consulta: 10 de octubre de 2010].
7. García G. Perfil descriptivo de la cadena de maní, [en línea]. Dirección de Mercados Agroalimentarios (2005). Disponible en: <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/o-o/programas/dma/publicaciones/perspectivas/perfiles%20descriptivos/cadena%20de%20maní.pdf>. [Consulta: 10 de septiembre de 2009].
8. Keller ME. 2009. Maní cadenas alimentarias. Alimentos Argentinos.(septiembre 2009). Publicación mensual. 46: 40-44. [en línea]<[http://www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/revistas/r\\_46/cadenas/Mani.htm](http://www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/revistas/r_46/cadenas/Mani.htm)>
9. Código Alimentario Argentino. 1996. Capítulo XI, Alimentos Vegetales, Artículo nº 897 y 879 (Res. 2012, 19.10.84) in Código Alimentario Argentino, Ley 18.248 (18.7.1969). Ed by De la Canal y Asociados SRL, Buenos Aires, Argentina.
10. 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.
11. Grosso NR, Guzmán CA. 1995. Chemical characteristics of argentinian groundnut cultivars. International Arachis Newsletter 15:17-18.
12. Grosso NR, Lamarque AL, Maestri DM, Zygodlo JA, Guzmán CA. 1997. Proximate, fatty acid and sterol compositions of aboriginal peanut (*Arachis hypogaea L.*) seeds from Bolivia. Journal of the Science of Food and Agriculture 73:349-356.
13. USDA. Nutrient DataBase. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release Scientific Name: *Arachis hypogaea*. NDB No: 16087. Nutrient values and weights are for edible portion. 2009.
14. Woodroof JG. 1983. Peanuts. Production, Processing, Products. 3th edn., 8-10. AVI Publishing Company Inc., Westport, CT, USA.
15. Grosso NR, Lamarque AL, Maestri DM, Zygodlo JA, Guzmán CA. 1994. Fatty acid variation of Runner peanut (*Arachis hypogaea L.*) among geographic localities from Córdoba (Argentina). Journal of the American Oil Chemists' Society 71:541-542.

16. Grosso NR, Guzmán CA. 1995. Chemical composition of aboriginal peanut (*Arachis hypogaea* L.) seeds from Peru. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 43(1):102-105.
17. Lamarque A, Gastaldi L, Silva C, Avalis D, Balzarini M. 2005. Caracterización de la Calidad del Maní Argentino: Hacia su Denominación de Origen. *Aceites & Grasas*. 15 (2): 330-337.
18. Yúfera EP. 1998. *Química de los Alimentos*. Editorial Síntesis. Madrid.
19. Mataix Verdú J. 2009. *Tratado de Nutrición y Alimentación*. Tomo 1. Nutrientes y alimentos. Ed. Océano/ergos.
20. Nus M, Ruperto M, Sánchez–Muniz F. Frutos Secos y Riesgo Cardio y Cerebrovascular: Una Perspectiva Española. 2004. [en línea]. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 54, 2004. <[http://www.alanrevista.org/ediciones/2004/2/frutos\\_secos\\_riesgo\\_cardio\\_cerebrovascular.asp](http://www.alanrevista.org/ediciones/2004/2/frutos_secos_riesgo_cardio_cerebrovascular.asp)> [Consulta: 20 de septiembre de 2009].
21. Casini C, Martínez MJ, Chulze S, Torres A, Guzmán C, et al. 2004. Relevamiento de la calidad del maní Argentino. En 15º Jornada Nacional del Maní. Gral. Cabrera, Córdoba, Argentina. p. 48-49.
22. Ackermann B. 2007. Maní de Córdoba-Marca de origen certificada, [en línea]. Boletín INTA Manfredi. Número 11 (2007). < <http://www.inta.gov.ar/manfredi/info/boletines/reuycong/prodvegetal08/REUNIONES%20Y%20CONGRESOS11pv.pdf>>. [Consulta: 5 de septiembre de 2009].
23. Savage GP, Keenan JI. 1994. The composition and nutritive value of Groundnut kernels. In: *The Groundnut Crop*. Ed. by J. Smart. Chapman and Hall. London. UK. Ch. 6: 173-213.
24. Casini C, Martínez MJ, Borgogno C, Dardanelli J, Balzarini M, Nassetta M, Avalis D, Silva C. 2002. Variabilidad en algunos componentes químicos que caracterizan al maní Argentino: su relación con variables climáticas y de cultivo. En: XVII Jornada Nacional del Maní. Gral. Cabrera, Córdoba, Argentina.
25. Casini C, Dardanelli JL, Martínez MJ, Balzarini M, Borgogno CS, Nassetta M. 2003. Oil quality and sugar content of peanuts (*Arachis hypogaea*) grown in Argentina: their relationship with climatic variables and seed yield. *J. Agric. Food Chem.* 51:6309-6313.
26. García Ochoa O, Infante RB, Rivera C. 2008. Hacia una definición de fibra alimentaria. *An Venez Nutr*, jun.2008. 21(1):25-30. ISSN 0798-0752.
27. Wallerstein IS, Merin U, Rosenthal I. 1989. Comparison of Kernels of Three Virginia-Type Peanut Cultivars. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*. 22: 179-181.
28. Cabrerac, Lloris F, Gimenez R, Olalla M, Lopez MC. 2002. Mineral content in legumes and nuts: contribution to the Spanish dietary intake. *Sci Tot Envir.* 1-14.
29. Mahan LK, Escott-Stump S. 2005. *Nutrición y Dietoterapia de Krause*. 11ª ed. México Editorial Mc Graw – Hill Interamericana. México, 2005.
30. Rayman MP. 2000. The importance of selenium to human health. *Lancet*. 356:233-41.
31. Zamora D. 2007. Antioxidants: micronutrients fighting for health. *Rev. Chil. Nutr.* 34(1).

32. Beccaglia AM, Inga CM, Spahn G, Cabrera J, Badini R. 2001. Determinación de elementos traza en maní pelado de la región. 27 de Septiembre de 2001. XVI Jornada Nacional de Maní. p. 56-57.
33. National Academy of Sciences. Institute of Medicine. Food and Nutrition Board. 2005. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (Macronutrients). Washington, D.C: The National Academies Press. p. 1351.
34. Dougherty R, Cobb WY. 1970. Localisation of Thiamine within the Cotyledon of Dormant Groundnut (*Arachis hypogaea L.*). J. of the Science of Food and Agriculture. 21: 411-415.
35. Pita G. 1997. Funciones de la vitamina E en la nutrición humana. Rev Cubana Aliment Nutr. 11(1):46-57.
36. Rimm EB, Stampfer MJ, Ascherio A, Giovannucci E, Colditz GA, Willett WC. 1993. Vitamin E consumption and the risk of coronary heartdisease in men. N Engl J Med 328:1450–1456.
37. Hermsdorff H, Zulet MA, Bressan J, Martinez JA. 2008. Effect of diet on the low-grade and chronic inflammation associated wiht obesity and metabolic síndrome. Endocrinol.Nutr. 55(9):409-19.
38. Wang X, Qin X, Demirtas H, Li J, Mao G, Huo Y. 2007. Efficacy of folic acid supplementation in stroke prevention: a meta analysis. Lancet. 369:1876-82.
39. Grosso NR, Guzmán CA. 1995. Lipid, protein, and ash contents, and fatty acid and sterol compositions of peanut (*Arachis hypogaea L.*) seeds from Ecuador. Peanut Science 22:84-89.
40. Grosso NR, Zygodlo JA, Burrioni L, Guzmán CA. 1997. Fatty acid, sterol and proximate compositions of peanut species (*Arachis L.*) seeds from Bolivia and Argentina. Grasas y Aceites. España. International Journal of Fats and Oils 48(4): 219-225.
41. Grosso NR, Lucini EI, Lopez A, Guzmán CA. 1999. Chemical composition of aboriginal peanut (*Arachis hypogaea L.*) seeds from Uruguay. Grasas y Aceites 50(3):203-207.
42. Shintani DK, Cheng Z, DellaPenna D. 2002. The role of 2-methyl-6-phytybebziquinone methyltransferase in determining tocopherol composition in *Synechocystis* sp. Federation of European Biochemical Societies Letters.511:1-5.
43. Bett KL, Vercellotti RJ, Lovegren NV, Sanders TH, Hinsch RT, Rasmussen GK. 1994. A comparison of the flavor and compositional quality of peanuts from several origins. Food Chem.51:21-27.
44. Nepote V, Olmedo RH, Mestrallet MG, Grosso NR. 2009. A Study of the Relationships among Consumer Acceptance, Oxidation Chemical Indicators and Sensory Attributes in High-Oleic and Normal Peanuts. Journal of Food Science; 74(1):1-8.
45. Sánchez-Muniz FJ. 2003. Metabolic and physiological effects of phytosterols consumption. In: Vaquero MP, García-Arias T, Carabajal A, Sánchez-Muniz FJ, editors. Bioavailability of micronutrients and minor dietary compounds. Kerala, India. 83-94.

46. Valenzuela A, Ronco AM. Fitoesteroles y Fitoestanoles: Aliados naturales para la protección de la salud cardiovascular, [en línea]. Revista Chilena de Nutrición. Vol. 21, suplemento Nº 1, (Noviembre 2004). <[http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75182004031100003&script=sci\\_arttext&tIng=en](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75182004031100003&script=sci_arttext&tIng=en)> [Consulta: 3 de octubre de 2009].
47. Garrido A, Maza MP, Valladares L. Fitoestrógenos dietarios y sus potenciales beneficios en la salud del adulto humano, [en línea]. Revista Médica de Chile. Vol. 131 Nº 11, (Noviembre 2003). <[http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0034-98872003001100015&script=sci\\_arttext&tIng=pt](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0034-98872003001100015&script=sci_arttext&tIng=pt)> [ Consulta: 30 Septiembre 2009]
48. Liggins J, Bluck LJC, Runswick S, Atkinson C. 2000. Daidzein and genistein content of fruits and nuts. *J Nutr Biochem* 11:326-331.
49. Schouw YT van der, Kleijja MJ de, Peeters PH, Grobbee DE. 2000. Phyto-oestrogens and cardiovascular disease risk. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 10:154-167.
50. Bett K, Boylston TD. 1992. Effect of storage on roasted peanut quality. In Aj St. Angelo, editor. *Lipid Oxidation in Food*. Washington, DC: ACS Symposium Series 500, American Chemical Society. 322-343.
51. Warner KJH, Dimick PS, Ziegler GR, Mumma RO, Hollender R. 1996. "Flavor-fade" and Off-Flavor in Ground Roasted Peanuts as Related to Selected Pyrazynes and Aldehydes. *Journal of Food Science.* 61(2): 469-472.
52. Burróni L, Grosso NR, Guzmán CA. 1997. Principal volatile components of raw, roasted and fried argentinean peanut flavors. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 45:3190-3192.
53. Nepote V, Grosso NR, Guzmán CA. 2002. Extraction of antioxidant components from peanut skins. *Grasas y Aceites. España. International Journal of Fats and Oils* 53(4): 391-395.
54. Nepote V, Grosso NR, Guzmán CA. 2004. Radical Scavenging Activity of Extracts of Argentine Peanut Skins (*Arachis hypogaea*) in relation to its trans-Resveratrol content. *Journal of the Argentine Chemical Society* 92(4/6):41-49.
55. Nepote V, Grosso NR, Guzmán CA. 2005. Optimization of extraction of phenolic antioxidants from peanut skins. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 85(1):33-38.
56. Waffo Teguo P, Decendit A, Krisa S, Deffieux G, Vercauteren J, Mérillon JM. 1996. The Accumulation of Stilbene Glycosides in *Vitis Vinifera* Cell Suspension Cultures. *J. Nat. Prod.* 59: 1189-1191.
57. Mattivi F, Reniero F. 1992. Oligostilbenes from the Roots of Genus *Vitis*. XVI<sup>th</sup> International Conference. Lisboa, Portugal, July 13-16, 1992.
58. Bongiovanni R, Giletta M. Economía de los Cultivos Industriales. 2009. El Cluster de Maní en Córdoba. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Agosto 2009.
59. Gopala Krishna AG, Prabhakar JV. 1994. Antioxidant Constituents of Peanut Oil. *JAOCS.* 71(11): 1245-1249.
60. Soave JH, Blanco CA, Kraus TA. 2004. Descripción de dos nuevos cultivares de maní (*Arachis hypogaea* L.) *AgriScientia.* XXI (2):85-88.

61. Mugendi JB, Sims CA, Gorbet DW, O'Keefe SF. 1998. Flavour Stability of High Oleic Peanuts stored at Low Humidity. *JAOCS*. Vol. 75 (1): 21-25.
62. Reed KA, Gorbet, O'Keefe. 2000. Oxidation of Chocolate Coated High and Normal Oleic Peanuts. *J. of Food Lipids*. 7:31-38.
63. St. Angelo AJ, 1996. Lipid Oxidation in Foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 36(3): 175-224.
64. Frankel, EN. 2005. *Lipid Oxidation*. (Second Edition. The Only Press. PJ Barnes & Associates PO Bos 200. p. 1-450. Bridgwater TA7 OYZ, England.
65. 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.
66. Nepote V, Mestrallet MG and 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.
67. Nepote V, Mestrallet MG and Grosso NR. 2006b. Chemical and Sensory Stability of Roasted High-Oleic Peanuts from Argentina. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 86: 944-952.
68. Olmedo RH, Nepote V, Mestrallet MG, Grosso NR. 2008. Effect of the essential oil addition on the oxidative stability of fried-salted peanuts. *International Journal of Food Science and Technology* 43:1935-1944.
69. Olmedo RH, Asencio C, Nepote V, Mestrallet MG, Grosso NR. 2009. Chemical and Sensory Stability of Fried-Salted Peanuts Flavored with Oregano Essential Oil and Olive Oil. *Journal Science Food Agriculture*, 89, 2128-2136.
70. Riveros CG, Mestrallert MG, Gayol MF, Quiroga PR, Nepote V, Grosso NR. 2010. Effect of storage on chemical and sensory profiles of peanut pastes prepared with high-oleic and normal peanuts. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 90:2694-2699.
71. Abilés J, Ramón A, Moratalla G, Pérez-Abud R, Morón Jiménez J, Ayala A. Efecto del consumo de aceites termo-oxidados sobre la peroxidación lipídica en animales de laboratorio. [En línea]. *Nutr. Hosp*. Vol 24, Nº 4 (2009). Disponible en: <<http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v24n4/original6.pdf>>. [Consulta: 5 de Diciembre de 2009].
72. Leal Orozco A. Ácidos grasos trans, cops y lops: evidencia actual de su influencia sobre la salud infantil. [En línea]. *Acta Pediatr Esp*. Vol 63 (2005). Disponible en: <<http://www.gastroinf.com/SecciNutri /ACIDOS.pdf>>. [Consulta: 5 de Diciembre de 2009].
73. Dubinsky E. 2000. Utilización de antioxidantes en grasas y aceites. *Aceites y grasas*. Año 10.39:191-197
74. Laguerre M, Lecomte J, Villeneuve P. 2007. Evaluation of the ability of antioxidants to counteract lipid oxidation: Existing methods, new trends and challenges. *Progress in Lipid Research*, 46, 244-282.
75. Fennema OR, Nawar WW. 2000. Lípidos. En *Química de los Alimentos*. Zaragoza España. Segunda Edición. Editorial Acribia. p 270-376.

76. Riveros CM, Mestrallet G, Nepote V, Grosso NR. 2009. Chemical Composition and Sensory Analysis of Peanut Pastes Elaborated with High-Oleic and Regular Peanuts from Argentina. *Grasas y Aceites*. España. *International Journal of Fats and Oil*, 60(4):388-395.
77. 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.
78. Mestrallet MG, Carnacini L, Días MJ, Nepote V, Ryan L, Conci S, Grosso NR. 2004. Honey Roasted Peanuts and Roasted Peanuts from Argentina. *Sensorial and Chemical Analyses*. *Grasas y Aceites*. 55( 4): 401-408.
79. 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. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 86:1057-1063.
80. Nepote V, Mestrallet MG, Olmedo RH, Ryan LC, Conci S, Grosso NR. 2008. Chemical Composition and Sensory Analysis of Roasted Peanuts Coated with Prickly Pear and Algarrobo Pod Syrups. *Grasas y Aceites*. España. *International Journal of Fats and Oils* 59(2):174-181.
81. Mestrallet MG, Nepote V, Quiroga PR, and Grosso NR. 2009. Effect of Prickly Pear (*Opuntia ficus-indica*) and Algarrobo (*Prosopis spp*) pod Syrups Coatings on the Sensory and Chemical Stability in Roasted Peanut Products. *Journal of Food Quality*. 32:334-351.
82. Ryan LC, Mestrallet MG, Nepote V, Conci S, Grosso NR. 2008. Composition, stability and acceptability of different vegetable oils used for frying peanuts. *International Journal of Food Science and Technology* 43(2):193-199.
83. Calañas Continente AJ. 2005. Alimentación saludable basada en la evidencia. *Endocrinol Nutr*. 52(Supl 2):8-24.
84. Lema S, Longo E, Lopresti A. 2003. "Guías Alimentarias: manual de multiplicadores". 1ª ed. Buenos Aires: Asociación Argentina de Dietistas y Nutricionistas Dietistas.
85. FAO. 2004. Informe sobre Estrategia Mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud. 57ª Asamblea Mundial de la Salud resolución WHA57.17. Octava Sesión Plenaria, 22 de mayo de 2004.
86. Latham MC. Roma 2002. Nutrición Humana en el Mundo en Desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Colección FAO: Alimentación y Nutrición n° 29.
87. INDEC. Instituto Nacional de Estadísticas y Censo. Ministerio de Salud de la Nación. Dirección de Estadísticas e Información de Salud. 2007.
88. Gómez Candela C, Kohen V, Dassen C. 2009. Elementos relevantes de la dieta en la prevención de la enfermedad cardiovascular. 16(1):5-13.
89. Peterson G, Aguilar D, Espeche M, Mesa M, Jáuregui P, Díaz H, Simi M, Tavella M. 2004. Acidos grasos trans en alimentos consumidos habitualmente por los jóvenes en Argentina. *Arch Argent. Pediatr* (2)102-109.



90. Khosla P, Hayes KC. 1996. Dietary trans-monounsaturated fatty acids negatively impact plasma lipids in humans: critical review of the evidence. *J Am Coll Nutr* 15(4):325-339.
91. Hu FB, Stampfer MJ, Manson JE, Rimre E et al. 1997. Dietary fat intake and the risk of coronary heart disease in women. *N Engl J Med* 37: 1491-1499.
92. Salinas RD. 2000. Alimentos y nutrición. Introducción a la bromatología. Ed. El Ateneo. p. 90-101, 108-125.
93. López GM. Fundación Producir conservando. Noviembre 2005. Evolución y perspectivas del Complejo Oleaginoso Argentino en relación al de Estados Unidos y Brasil. Potencial y limitantes. 17-44.
94. Harper. 1997. Bioquímica de Harper. Lípidos de importancia fisiológica. Ed. El Manual Moderno,S.A. de C.V. Méx. D.I. Santa Fé de Bogotá; p.177.
95. Blanco A. Química Biológica. Sexta edición. Ed. El Ateneo. Buenos Aires, 1993; 5: 88-9.
96. FAO/OMS. 1993. Grasas y aceites en la nutrición humana. Consulta FAO/OMS de expertos, Capítulo 3 - Aspectos sobre la digestión y el metabolismo de las grasas. Roma 19-26 octubre de 1993.
97. Knoop KTB, De Groot LCPG, Kromhout D, et al. 2004. Mediterranean diet, lifestyle factors, and 1 0-year mortality in elderly European men and women: the HALE Project. *JAMA*. 292:1433-9.
98. Lairon D. 2007. Intervention studies on Mediterranean diet and cardiovascular risk. *Mol Nutr Food Res*. 51:1209-14.
99. Simopoulos AP. 2006. Evolutionary aspects of diet, the omega-6/omega-3 ratio and genetic variation: nutritional implications for chronic diseases. *Biomed Pharmacother*. 60(9):502-7.
100. Delplanque B, Tavella M, Peterson G. 2000. El aceite de girasol alto oleico y la prevención de la aterosclerosis. Estudio documental de revisión y recopilación. Convenio DowAgroSciences Argentina y UNPL (PROPIA).
101. Martinez-Gonzalez MA, Bes Rastrollo M. 2006. The cardioprotective benefits of monounsaturated fatty acid. *Altern Ther Health Med*. 12:24-30.
102. Díaz-Perilla M, Alarcón-Santamaría D, Amaya-Rodríguez V. 2005. Efecto de un programa de atención nutricional sobre los valores del perfil lipídico de trabajadores de la pontificia Universidad Javeriana con diagnostico de dislipidemia. Departamento de Nutrición y Bioquímica, Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana, Cra. 7ª N° 43-82. Bogotá, Colombia. *Universitas Scientiarum- Revista de la Facultad de Ciencias*. Jul-dic; 10: 71-80.
103. Zambon A, Sartore G, Passera D, Francini-Pesenti F, Bassi A, Basso C, et al. 1999. Effects of hypocaloric dietary treatment enriched in oleic acid on LDL and HDL subclass distribution in mildly obese women. Institute of Internal Medicine and Institute of Clinical Medicine University of Padova, Italy. *J of Intern Med*. Aug; 246:191-201.

104. Aguilera C. M<sup>a</sup>, Ramírez-Tortosa M. C, Mesa M<sup>a</sup> D, Gil A. "Efectos protectores de los ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados sobre el desarrollo de la enfermedad cardiovascular", [en línea]. *Nutrición Hospitalaria*. Vol. 16, N<sup>o</sup>3. (2001). Disponible en: <<http://www.nutricionhospitalaria.com /mostrarfile.asp?ID=3224>>.[Consulta: Agosto 2009].
105. FAO/WHO. 2008. Expert Consultation on Fats and Fatty Acids in Human Nutrition, November 10-14, WHO HQ, Geneva.
106. Meritxell N, Ruperto M, Sanchez Muniz FJ. 2004. Frutos secos y riesgo cardio y cerebrovascular. Una perspectiva española. *ALAN*, jun, 2004. 54(2):137-148.ISSN 0004-0622.
107. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 1984. Dirección general de Política Alimentaria. Una fuente de proteínas. Alubias, garbanzos y lentejas. Madrid. Ed Francisco Berdía Cabrera.España.
108. AACC. Approved Methods of Analysis, 10th ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN. (Libro: Food Analysis Laboratory Manual). 2000.
109. 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.
110. Young CT, Hammons RO.1973. Variations in the protein levels of a wide range of peanut genotypes (*Arachis hypogaea L.* *Oleagineux*28:293-297.
111. AOAC.1994. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15th Ed, Association of Official Analytical Chemists, Arlington, USA, pp 307.
112. AOCS. 1998. Official Methods and Recommended Practices of The American Oil Chemists. Society Fifth ed. Washington DC.
113. Hashim IB, Koehler PE, Eitenmiller RR, Kvien C. 1993. Fatty acid composition and tocopherol content of drought stressed Florunner peanuts. *Peanut Science*, 20: 21-24.
114. Internacional Council for Laboratory Animal Science (ICLAS). 1987. Directrices de las ICLAS sobre la alimentación y formulación de las dietas para los animales utilizados en investigación biomédica.
115. Gepsa Feeds. Grupo Pilar S.A. 2003. Animales de laboratorio Ratón/Rata autoclave. Buenos Aires, Argentina. <http://www.gepsa.com/institucional/es/animalesLaboratorio.asp>.
116. McGowan MW. 1983. A peroxidase-coupled method for the colorimetric determination of serum triglycerides. *Clin. Chem*. 29:538.
117. Trinder P. *Ann. Clin. Bioch*. 6:2. 1983.
118. Henry RJ, Cannon DS, Winkelman JW. 1974. *Clinical Chemistry Principles and Technics*. Harper- Row eds.1440.
119. Cooper C. 1974. *Manual of Laboratory Operations Lipid Research Clinics Program*. Vol 1:Lipid and Lipoprotein Analysis. National Heart and Lung Institute, NIH (USA).
120. Duh P, Yen G. 1997. Antioxidant Efficacy of Methanolic Extracts of Peanut Hulls in Soybean and Peanut Oils. *JAOCS* 74 (6): 745-748.

121. Labuza TP. 1982. Shelf-Life Dating of Foods. Westport, CT: Food and Nutrition Press, Inc: 1-87.
122. IUPAC. 1987. Determination of the p-anisidine value (p-A.V.), in Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives, 7<sup>th</sup> Ed, Ed by Paquot C and Hautfenne A. Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK.
123. COI. 2001. Método de análisis, prueba espectrofotométrica en el ultravioleta. Document COI/T, 20/ Doc nº 19/Rev 1. Ed by International Olive Oil Council (IOOC), Madrid, Spain.
124. Resurreccion AVA. 1998. Consumer Sensory Testing for Product Development. Aspen Publisher Inc. Gaithersburg, Maryland..
125. Lawless HT, Heymann H. 1999. Sensory Evaluation of Food. Chapman & Hall Food Science Book, Aspen Publisher, Inc.: Gaithersburg, Maryland, p 1-825.
126. Anzaldúa A, Morales. 1994. Evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Editorial Acribia. S.A Zaragoza. España.
127. Código Alimentario Argentino (CAA).1996. Capítulo II, Condiciones Generales de las Fabricas y Comercios de Alimentos, Artículo nº18 (Res. 2012, 19.10.84) in Código Alimentario Argentino, Ley 18.248 (18.7.1969). Ed by De la Canal y Asociados SRL, Buenos Aires, Argentina.
128. Peryam DR, Pilgrim FJ. 1957. Hedonic scale method of measuring food preferences. Food Technology, 11(9):9-14.
129. Witting de Penna E. 1989. Evaluación Sensorial: Una metodología actual para tecnología de alimentos. Chile.
130. Ibañez FC, Barcina Y.2001. Análisis sensorial de los alimentos. Métodos y aplicaciones. Editorial Springer-Verlag Ibérica, Barcelona, España. p. 126-129.
131. InfoStat. Versión 2008. Manual del Usuario. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición, Editorial Brujas Argentina. 2008.
132. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Presidencia de la Nación. Cultivos en la Argentina. Mapa principales cultivos [en línea] [http://www.minagri.gob.ar/SAGPyA/agricultura/cultivos\\_en\\_la\\_argentina/01mapa\\_principales\\_cultivos/index.php](http://www.minagri.gob.ar/SAGPyA/agricultura/cultivos_en_la_argentina/01mapa_principales_cultivos/index.php).
133. Franco D. 2006. Aceite de maní. Análisis de Cadena Alimentaria. Cámara de la Industria Aceitera de la República Argentina. CIARA.
134. FAO. 2008. Consulta de expertos sobre indicadores de nutrición para la biodiversidad. Composición de los alimentos. Roma, Italia.
135. Argenfoods. Tabla de composición de alimentos. (En línea). 2010. Universidad Nacional de Luján. Disponible en: [www.unlu.edu.ar/aegengood/tablas/tabla.html](http://www.unlu.edu.ar/aegengood/tablas/tabla.html).
136. Isleib TG, Pattee H, Sanders TH, Hendrix K, Dean LO. 2006. Compositional and Sensory Comparisons between Normal and High-Oleic Peanuts. J. Agric.Food Chem.54:1759-1763.

137. Ahmed EH, Young CT. 1982. Composition, quality, and flavor of peanuts, in Pattee HE, Young CT (Ed.). *Peanut Science and Technology*, American Peanut Research and Education Society Inc., Yoakum, TX, USA, pp. 655-688.
138. Young CT, Waller GR, Matlock RS. 1974. Some Environmental Factors Affecting Free Aminoacids Composition in Six Varieties of Peanuts. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 51(6): 265.
139. Mataix FJ. 2003. *Tabla de composición de alimentos españoles*. 4ta edición. Universidad de Granada. España.
140. Vázquez J, Sánchez-Muniz FJ. Revisión: Proteína de pescado y metabolismo del colesterol. *Rev Esp Cien Tecnol Alim* 1994;34:589-608.
141. Cooke JP, Singer TP. Anti-atherogenic effect of nuts. Is the answer NO? *Arch Intern Med* 1993;153:898-899.
142. Marlett JA. 1992. Content and composition of dietary fiber in 117 frequently consumed foods. *J Am Diet Assoc*. 92 (2):175-186.
143. Salas-Salvadó J, Ros Roala E, Sabaté Casellas J. 2005. *Frutos secos, salud y cultura mediterránea*. Editorial Glosa. España.
144. Lintas C, Capelloni M 1992. Dietary fiber content of italian fruits and nuts. *J Food Comp Anal* 1992; 5:146-51
145. Maras JE, Bermudez OI, Qiao N, Bakun PJ, Boody-Alter EL, Tucker KL. Intake of alphanatocopherol is limited among US adults. *J Am Diet Assoc*. 2004;104(4):567-75.
146. Silva MP, Martinez MJ, Casini C, Grosso NR. 2010. Tocopherol content, peroxide value and sensory attributes in roasted peanuts during storage. *International Journal of Food Science and Technology* 45:1499-1504.
147. Musa Özcan M. 2006. Determination of the mineral compositions of some selected oil-bearing seeds and kernels using Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry (ICP-AES). *Grasas y Aceites*. España. 57(2):211-218.
148. Neaton JD, Wentworth D. 1992. Serum cholesterol, blood pressure, cigarette smoking and death from coronary heart disease - Overall findings and differences by age for 316.099 white men. *Arch Intern Med* 152(1): 56-64.
149. Bronte-Stewart B, Antonis A, Eales L, Brock JF. 1956. Effect of feeding different fats on serum cholesterol level. *Lancet* 1: 521-527.
150. Abdel Fattah G, Fernandez ML, McNamara DJ. 1995. Regulation of guinea pig very low density lipoprotein secretion rates by dietary fat saturation. *J Lipid Res* 36(6): 1188-1198.
151. Keys A, Anderson JT, Grande F. 1957. Prediction of serum-cholesterol response of man to changes in fats in the diet. *Lancet* 2: 959-966.
152. Kris-Etherton PM, Yu S. 1997. Individual fatty acid effects on plasma lipids and lipoproteins: human studies. *Am J Clin Nutr* 65(5 Suppl): 1628S-1644S.
153. Bonanome A, Grundy SM. 1988. Effect of dietary stearic acid on plasma cholesterol and lipoprotein levels. *N Engl J Med* 318: 1244-1248.

154. Mitropoulos KA, Reeves BEA, Miller GJ. 1993. The activation of factor VII in citrated plasma by charged long-chain saturated fatty acids at the interface of large triglyceride-rich lipoproteins. *Blood Coagul Fibrinolysis* 4(6): 943-951.
155. Kris-Etherton PM, Griel AE, Psota TL, Gebauer SK, Zhang J, Etherton TD. 2005. Dietary stearic acid and risk of cardiovascular disease: intake, sources, digestion, and absorption. *Lipids* Dec; 40(12):1193-200.
156. Nishida C, Uauy R. 2009. WHO Scientific Update on health consequences of trans fatty acids: introduction. *Eur J Clin Nutr.* May; 63 Suppl 2:S1-4.
157. Código Alimentario Argentino (CAA).1996. Capítulo V, Normas para la rotulación y publicidad de los alimentos reglamento técnico mercosur sobre el rotulado nutricional de alimentos envasados (Res. 2012, 19.10.84) in Código Alimentario Argentino, Ley 18.248 (18.7.1969). Ed by De la Canal y Asociados SRL, Buenos Aires, Argentina.
158. Keesey RE, Hirvonen MD. Body weight set-points: determination and adjustment. *The Journal of nutrition* 1997; 127(9):1875S-83S.
159. Su W, Jones PJ. 1993. Dietary fatty acid composition influences energy accretion in rats. *J Nutr.* 1993 Dec;123(12):2109-14.
160. Fernandez I, Pallaro A, Slobodianik N. 2007. Estudio comparativo entre dos fuentes alimentarias aportadoras de ácidos grasos poliinsaturados n-3 y su efecto sobre el timo y el perfil lipídico en ratas. *ALAN.* 57 (2) :146-154.
161. Mensink RP, Katan MB. 1992. Effect of dietary fatty acids on serum lipids and lipoproteins: a meta-analysis of 27 trials. *Arterioscler Thromb* 12: 911-919.
162. Innis SM. Essential fatty acid metabolism during early development. In: *Biology of Metabolism in Growing Animals.* Burrin DG ed. Pub. Elsevier Science, B.V. Amsterdam, 2005; 3: 235-74.
163. Tapiero H, Ba GN, Couvreur P, Tew KD. Polyunsaturated fatty acids (AGPI) and eicosanoids in human health and pathologies. *Biomed Pharmacother* 2002; 56: 215-22.
164. Sánchez Vallejo G. ¿Qué son los ácidos grasos omega-3?. *Revista Colombiana de Cardiología* 5. 2009; 16: 5-6.
165. Ferruci L, Cherubini A, Bandinelli S, Bartali B, Corsi A, Lauretani F, Martin A, Andres-Lacueva C, Senin U, Guralnik JM. 2006. Relationship of plasma polyunsaturated fatty acids to circulating inflammatory markers. *J Clin Endocrinol Metab* 91:439-446.
166. Albert CM, Hennekens CH, O'Donnell CJ, Ajani UA, Carey VJ, Willett WC, Ruskin JN, Manson JE. 1998. Fish consumption and risk of sudden cardiac death *JAMA* 279: 23-28.
167. Calder PC. 2006. n-3 Polyunsaturated fatty acids, inflammation, and inflammatory diseases. *Am J Clin Nutr.* 83: Suppl: S1505-19.
168. Zhao G, Etherton TD, Martin KR, Vanden Heuvel JP, Gillies PJ, West SG, Kris-Etherton PM. 2005. Anti-inflammatory effects of polyunsaturated fatty acids in THP-1 cells. *Biochem Biophys Res Commun.* 336:909-17.

169. Kromhout D, Menotti A, Bloemberg B, Aravanis C, Blackburn H, Buzina R, Dontas AS, Fidanza F, Giampaoli S, Jansen A et. al. 1995. Dietary saturated and trans fatty- acids and cholesterol and 25 year mortality from coronary heart disease: the seven Countries Study. *Prev Med* 24: 308-315.
170. Rallidis LS, Paschos P, Papaioannou ML, Liakos GK, Panagiotakos DB, Anastasiadis G, Zampelas A. 2004. The effect of diet enriched with alpha-linolenic acid on soluble cellular adhesion molecules in dyslipidaemic patients. *Atherosclerosis*. 174:127-32.
171. Kris-Etherton PM, Harris WS, Appel LJ. 2002. Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease. *Circulation* 106:2747-57.
172. Cooper RS, Goldberg RB, Trevisan M, Tsong Y, Liu K, Stamler J, Rubenstein A, Scanu AM. 1982. The selective lipid-lowering effect of vegetarianism on low density lipoproteins in a cross-over experiment. *Atherosclerosis* 44(3):293-305.
173. Thompson GR, Trayner I, Danford W, Marc F, Harrison R. 1980. Plasma lipids and lipoproteins after modified fat diet. *Lancet* 2(8191): 421-422.
174. Vessby B, Boberg J, Gustafsson IB, Carlström B, Lithell H, Ostlund-Linqvist AM. 1980. Reduction of high density lipoprotein cholesterol and apolipoprotein A-I concentrations by a lipid-lowering diet. *Atherosclerosis* 35(1):21-27.
175. Fraser GE, Sabate J, Beeson WL, Strahan TM. 1992. A possible protective effect of nut consumption on risk of coronary heart disease. The Adventist Health Study. *Arch Intern Med* 152:1416-1424.
176. Hu FB, Stampfer MJ, Manson JE, Rimm EB, Colditz GA, Rosner BA, Speizer FE, Hennekens CH, Willett WC. 1998. Frequent nut consumption and risk of coronary heart disease in women: prospective cohort study. *BMJ* 317:1341-1345.
177. Spiller GA, Jenkins DA, Bosello O, Gates JE, Cragen LN, Bruce B. 1998. Nuts and plasma lipids: an almond-based diet lowers LDL-C while preserving HDL-C. *J Am Coll Nutr* 17:285-290.
178. Zambon D, Sabate J, Munoz S, Campero B, Casals E, Merlos M, Laguna JC, Ros E. 2000. Substituting walnuts for monounsaturated fat improves the serum lipid profile of hypercholesterolemic men and women. A randomized crossover trial. *Ann Intern Med* 132:538-546.
179. Spiller GA, Jenkins DJ, Cragen LN, Gates JE, Bosello O, Berra K, Rudd C, Stevenson M, Superko R. 1992. Effect of a diet high in monounsaturated fat from almonds on plasma cholesterol and lipoproteins. *J Am Coll Nutr* 11:126-130.
180. Abbey M, Noakes M, Belling GB, Nestel PJ. 1994. Partial replacement of saturated fatty acids with almonds or walnuts lowers total plasma cholesterol and low-density-lipoprotein cholesterol. *Am J Clin Nutr* 59:995-999.
181. O'Byrne DJ, Knauft DA, Shireman RB. 1997. Low fat-monounsaturated rich diets containing high-oleic peanuts improve serum lipoprotein profiles. *Lipids* 32:687-695.

182. Sabate J, Fraser GE, Burke K, Knutsen SF, Bennett H, Lindsted KD. 1993. Effects of walnuts on serum lipid levels and blood pressure in normal men. *N Engl J Med* 328:603–607.
183. Edwards K, Kwaw I, Matud J, Kurtz I. 1999. Effect of pistachio nuts on serum lipid levels in patients with moderate hypercholesterolemia. *J Am Coll Nutr* 18:229-232.
184. Morgan WA, Clayshulte BJ. 2000. Pecans lower low-density lipoprotein cholesterol in people with normal lipid levels. *J Am Diet Assoc* 100:312-318.
185. Marín C, Lopez Miranda J, Delgado-Lista J et al. 2005. Efecto de la alimentación mediterránea en la respuesta lipémica posprandial. *Clin Invest Arterioscl.* 17(4):159-64.
186. Poveda E, Ayala P, Rodríguez M, Ordóñez E, Baracaldo C, Delgado W, et al. 2005. Efecto del suplemento de aceites vegetales sobre el perfil lipídico en ratas Wistar. *Bogotá. Biomédica.* 25 (1):101-109.
187. Alper CM, Mattes RD. 2003. Peanut Consumption Improves Indices of Cardiovascular Disease Risk in Healthy Adults *Journal of the American College of Nutrition*, 22:133-141.
188. Barbosa Águila M, Cota Loureiro C, da Rocha Pinheiro A, Mandarim-de-Lacerda CA. 2002. Lipid Metabolism in Rats Fed Diets Containing Different Types of Lipids. *Rio de Janeiro, Brazil. Arq. Bras. Cardiol.* 78(1).
189. Cintra DEC, Costa AGV, Peluzio M, Matta s et al. 2005. Lipid profile of rats fed high-fat diets based on flaxseed, peanut, trout, or chicken skin. *Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brazil. Nutrition.* 22(2): 197-205.
190. Kris-Etherton PM, Pearson TA, Wan Y, Hargrove RL, Moriarty K, Fishell V, Etherton TD. 1999. High–monounsaturated fatty acid diets lower both plasma cholesterol and triacylglycerol concentrations. *Am J Clin Nutr* 70:1009-15.
191. King JC, Blumberg J, Ingwersen L, Jenab M, Tucker KL. 2008. Tree nuts and peanuts as components of a healthy diet. *J Nutr.* 138:1736S-40S.
192. Mattes RD, Kris-Etherton PM, Foster GD. 2008. Impact of peanuts and tree nuts on body weight and healthy weight loss in adults. *J Nutr.* 138:1741S–5S.
193. Willett WC, Sacks F, Trichopoulos A, Drescher G, Ferro-Luzzi A, Helsing E, Trichopoulos D. 1995. Mediterranean diet pyramid: a cultural model for healthy eating. *Am J Clin Nutr* 61:1402S-1406S.
194. Mattson FH, Grundy SM. 1985. Comparison of effects of dietary saturated, monounsaturated, and polyunsaturated fatty acids on plasma lipids and lipoproteins in man. *J Lipid Res* 26:194-202.
195. Mensink RP, Katan MB. 1987. Effect of monounsaturated fatty acids versus complex carbohydrates on high-density lipoproteins in healthy men and women. *Lancet* 1:122-125.
196. Grundy SM. 1986. Comparison of monounsaturated fatty acids and carbohydrates for lowering plasma cholesterol. *N Engl J Med* 314:745-748.

197. Albert CM, Gaziano JM, Willett WC, Manson JE. 2002. Nut consumption and decreased risk of sudden cardiac death in the Physicians' Health Study. *Arch Intern Med.* 162:1382-7.
198. Ford ES, Ajani UA, Croft JB, Critchley JA, Labarthe DR, Kottke TE, Giles WH, Capewell S. 2007. Explaining the decrease in U.S. deaths from coronary disease, 1980-2000. *N Engl J Med.* 356:2388-98.
199. Kris-Etherton PM, Hu FB, Ros E, Sabate J. 2008. The Role of Tree Nuts and Peanuts in the Prevention of Coronary Heart Disease: Multiple Potential Mechanisms. *The Journal of Nutrition.* 2007 Nuts and Health Symposium 138:1746-1751.
200. Ros E, Núñez I, Pérez-Heras A, Serra M, Gilabert R, Casals E, Deulofeu R. 2004. A walnut diet improves endothelial function in hypercholesterolemic subjects. *Circulation.* 109:1609-14.
201. Bonetti PO, Lerman LO, Lerman A. 2003. Endothelial dysfunction: a marker of atherosclerotic risk. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 23:168-75.
202. Jiang R, Jacobs DR Jr, Mayer-Davis E, Szklo M, Herrington D, Jenny NS, Kronmal R, Barr RG. 2006. Nut and seed consumption and inflammatory markers in the multi-ethnic study of atherosclerosis. *Am J Epidemiol.* 163:222-31.
203. Fito M, Guxens M, Corella D, Saez G, Estruch R, de la Torre R, Frances F, Cabezas Lopez-Sabater MC, et al.; on behalf of the PREDIMED Study Investigators. 2007. Effect of a traditional Mediterranean diet on lipoprotein oxidation. A randomized, controlled trial. *Arch Intern Med.* 167:1195-203.
204. Brown AA, Hu FB. 2001. Dietary modulation of endothelial function: implications for cardiovascular disease. *Am J Clin Nutr.* 73:673-86.
205. Milbury PE, Chen CY, Dolnikowski GG, Blumberg JB. 2006. Determination of flavonoids and phenolics and their distribution in almonds. *J Agric Food Chem.* 54:5027-33.
206. Chen CY, Milbury PE, Lapsley K, Blumberg JB. 2005. Flavonoids from almond skins are bioavailable and act synergistically with vitamins C and E to enhance hamster and human LDL resistance to oxidation. *J Nutr.* 135:1366-73.
207. Lou H, Yuan H, Ma B, Ren D, Ji M, Oka S. 2004. Polyphenols from peanut skins and their free radical-scavenging effects. *Phytochemistry.* 65:2391-9.
208. Jenkins DJA, Kendall CWC, Marchie A, Faulkner DA, Wong JMW, de Souza R, Emam A, Parker TL, Vidgen E, et al. 2003. Effects of a dietary portfolio of cholesterol-lowering foods vs lovastatin on serum lipids and C-reactive protein. *JAMA.* 290:502-10.
209. Estruch R, Martinez-Gonzalez MA, Corella D, Salas-Salvadó J, Ruiz-Gutierrez V, Covas MI, Fiol M, Gómez-Gracia E, López-Sabater MC, et al. 2006. On behalf of the PREDIMED Study Investigators. Effects of a Mediterranean-style diet on cardiovascular risk factors. A randomized trial. *Ann Intern Med.* 145:1-11.
210. Zhao G, Etherton TD, Martin KR, Gillies PJ, West SG, Kris-Etherton PM. 2004. Dietary  $\alpha$ -linolenic acid inhibits proinflammatory cytokine production by peripheral blood mononuclear cells in hypercholesterolemic subjects. *Am J Clin Nutr.* 85:385-91.



211. O' Keefe SF, Wiley VA, Knauft DA. 1993. Comparison of Oxidative Stability of High- and Normal-Oleic Peanut Oils. *J. of the American Oil Chemists' Society*. 70: 489-492.
212. Andersen PC, Hill K, Gorbet DW, Brodbeck BV. 1998. Fatty Acid and Aminoacid Profiles of Selected Peanut Cultivars and Breeding Lines. *Journal of Food Composition and Analysis*. (11): 100-111.
213. Patte HE, Isleib TG, Gorbet DW, Moore KM, Lopez y Baring MR, Simpson CE. 2002. Effect of the High-Oleic Trait on Roasted Peanut Flavor in Backcross-Derived Breeding Lines. *J. of Agricultural and Food Chemistry*. 50: 7362-7365.
214. Código Alimentario Argentino (CAA). 1996. Capítulo VII, Alimentos Grasos, Artículo nº 531 (Res. 2012, 19.10.84) in Código Alimentario Argentino, Ley 18.248 (18.7.1969). Ed by De la Canal y Asociados SRL, Buenos Aires, Argentina.
215. Warner K. 2004. Evaluación sensorial. Aceites y grasas. Tomo XIV. 4 (57):596-600.
216. Amerine MA, Pangborn RM, Roessler EB. 1965. Principles of Sensory Evaluation of Food. Academic Press. New York.
217. Larmond E. 1977. Laboratory Methods of Sensory Evaluation of Food. Pub. 1637 Canadá. Dep. de Agricultura.
218. Angerosa F. 2003. Calidad Sensorial de los Aceites de Oliva. In: Aparicio R., Harwood J. *El Manual del Aceite de Oliva*. Editorial Mundi-Prensa Madrid España. 345-380.
219. Boskou, D. 1998. Composición del aceite de oliva. In: Boskou, D. *Química y Tecnología del Aceite de Oliva*. Editorial Mundi-Prensa Madrid España. 67-103.
220. Luchetti F. 2003. Introducción al estudio del Aceite de Oliva In: Aparicio R, Harwood J. *El Manual del Aceite de Oliva*. Editorial Mundi-Prensa Madrid España. p 13-31.

## APÉNDICE

**Tabla A.1.** Contenido de macronutrientes, carbohidratos, proteínas, grasas, fibra, cenizas, humedad y valor energético de granos de maní crudo y tostado por 100 g de semillas

Nutriente	Unidad	Cantidad por 100 g	
		Maní crudo	Maní tostado
Agua	g	6.50	1.55
Energía	Kcal	567	585
Proteínas	g	25.80	23.68
Lípidos	g	49.24	49.66
Carbohidratos	g	16.13	21.51
Fibra total	g	8.5	8
Cenizas	g	2.33	3.60

Fuente: USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 22 (2009).  
Scientific Name: *Arachis hypogaea*. NDB No: 16087 (Nutrient values and weights are for edible portion).

**Tabla A.2.** Contenido de aminoácidos esenciales presentes en la semilla de maní crudo y tostado variedades tipo Runner ( g/ 100g de alimento).

Amino ácidos	Maní crudo	Maní tostado
Triptófano (g)	0.250	0.230
Treonina (g)	0.883	0.811
Isoleucina (g)	0.907	0.833
Leucina (g)	1.672	1.535
Lisina (g)	0.926	0.850
Metionina (g)	0.317	0.291
Fenilalanina (g)	1.337	1.227
Valina (g)	1.082	0.993
Arginina (g)	3.085	2.832
Histidina (g)	0.652	0.599

Fuente: USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 22 (2009)  
Scientific Name: *Arachis hypogaea*. NDB No: 16087 (Nutrient values and weights are for edible portion)

**Tabla A.3.** Contenido de minerales presente en maní crudo y tostado por 100 g de alimento comparado con las Ingestas diarias de referencia (DRIs).

Minerales		Maní crudo	Maní tostado	DRIs*
Calcio, Ca	mg	92	54	1000 mg
Hierro, Fe	mg	4,58	2,26	8 a 18 mg
Magnesio, Mg	mg	168	176	320 a 420 mg
Fósforo, P	mg	376	358	700 mg
Potasio, K	mg	705	658	4,7 g
Sodio, Na	mg	18	6	1,5 g
Zinc, Zn	mg	3,27	3,31	8 a 11 mg
Cobre, Cu	mg	1,144	0,671	900 mcg
Manganeso, Mn	mg	1,934	2,083	1,8 a 2,3 mg
Selenio, Se	mcg	7,2	7,5	55 mcg

**Fuente:** USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 22 (2009)

\*Valores para adultos de rango etario de 19 a 50 años, sexo femenino valor inferior, sexo masculino valor superior, excepto para el Fe la recomendación más elevada para la mujer. DRIs Dietary Reference Intakes: recommended Intakes for Individuals, Elements, Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies.

**Tabla A.4.** Contenido de vitaminas presente en maní crudo y tostado por 100 g de alimento comparado con las Ingestas diarias de referencia (DRIs).

Vitaminas		Maní crudo	Maní tostado	DRIs*
Tiamina	mg	0.640	0.438	1,1 a 1,2 mg
Riboflavina	mg	0.135	0.098	1,1 a 1,3 mg
Niacina	mg	12.066	13.525	14 a 16 mg
Acido Pantoténico	mg	1.767	1.395	5 mg
Vitamina B6	mg	0.348	0.256	1,3 mg
Folato, total	mcg	240	145	400 mcg
Colina, total	mg	52.5	55.3	425 a 550 mg
Betaína	mg	0.6		
Vitamina E (alfa-tocoferol)	mg	8.33	6.93	15 mg

**Fuente:** USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 22 (2009)

\*Valores de ingesta diario para adultos de rango etario de 19 a 50 años, sexo femenino valor inferior, sexo masculino valor superior. DRIs Dietary Reference Intakes: recommended Intakes for Individuals, Elements, Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies

**Tabla A.5.** Comparación en la composición de ácidos grasos entre maní común y maní alto oleico

Ácidos Grasos	Porcentaje en peso (%)							
	Palmitico (16:0)	Esteárico (18:0)	Araquídico (20:0)	Behénico (22:0)	Lignocérico (24:0)	Oleico (18:1)	Linoleico (18:2)	Araquidónico (20:4)
Maní Común	10,76	2,43	1,25	3,35	1,77	44,87	33,92	1,66
Maní alto oleico	6,03	1,85	0,97	2,00	0,60	80,11	5,71	2,80

**Fuente:** Shin EC, Craft BD, Pegg RB, Phillips RD, Eitenmiller RR. Chemometric approach to fatty acid profiles in Runner-type peanut cultivars by principal component analysis (PCA) Food Chemistry (2009)

**Tabla A.6.** Composición de ácidos grasos (g/100g de ácidos grasos) y fitosteroles (g/100g fitosteroles) en distintas cultivares de maní argentino: Colorado Irradiado, Virginia Manfredi 5 y Florman.

Características Químicas	Colorado Irradiado	Virginia Manfredi 5	Florman
Relación Oleico/Linoleico	0.94	1.23	1.22
16:0 (Palmítico)	10	10.1	9.9
18:0 (Esteárico)	2	2.4	2
18:1 (Oleico)	40.3	44.9	45.2
18:2 (Linoleico)	43	36.5	37
20:0 (Araquídico)	1.2	1.2	1
20:1 (Eicosenoico)	0.9	1.4	1.4
22:0 (Behénico)	1.8	2.3	2.3
24:0 (Lignocérico)	0.7	1	1
Colesterol	0.6	1.2	0.9
Campesterol	15.1	14.6	14.5
Stigmasterol	9.7	10.6	10.5
$\beta$ -sitosterol	59.8	60.8	61.5
$\Delta^5$ -avenasterol	12.7	10.9	10.1
$\Delta^7$ -stigmasterol	1.3	0.6	1.1
$\Delta^7$ -avenasterol	0.7	1	1.2

Fuente: Grosso y Guzmán, 1995.

**Tabla A.7:** Composición química de maní crudo, tostado y frito de variedades Tegua (T) y Granoleico (GO) expresado en 100g de base seca.

Nutrientes	Maní crudo		Maní tostado		Maní frito	
	T	GO	T	GO	T	GO
Grasas	48,96±0,49	50,60±0,34	50,19± 0,26	51,55± 0,32	51,71±0,15	52,75±0,36
Proteína	27,43±0,24	26,66±0,13	29,63± 0,26	27,07± 0,28	29,20±0,38	26,53±0,29
Cenizas	2,22±0,03	2,27±0,05	2,31± 0,00	2,36± 0,00	3,03±0,00	3,08±0,00
Carbohidratos	21,39±0,23	20,47±0,51	17,87± 0,39	19,02± 0,42	16,06±0,27	17,64±0,30
Total	100	100	100	100	100	100

# Sensorial and chemical changes in honey roasted peanuts and roasted peanuts stored under different temperatures



Valeria Nepote,<sup>1</sup> Marta G Mestrallet,<sup>1</sup> Liliana Ryan,<sup>2</sup> Silvia Conci<sup>2</sup> and Nelson R Grosso<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Química Biológica, Facultad de Ciencias Agropecuarias (UNC), ICTA, IMBIV-CONICET, CC 509, 5000 Cordoba, Argentina

<sup>2</sup>Escuela de Nutrición, Facultad de Ciencias Médicas (UNC), 5000 Cordoba, Argentina

**Abstract:** The purpose of this work was to determine the oxidative stability in honey roasted peanuts (HRP) and roasted peanuts (RP). Chemical analysis and descriptive analysis were performed on samples of HRP and RP stored at  $-15$ ,  $23$  and  $40$  °C. The chemical analyses, peroxide and thiobarbituric acid reactive substance (TBARS) values, and the descriptive analysis were performed during 126 days of storage to determine protective effect of honey coating on the product stability. Peroxide and TBARS values, oxidized and cardboard flavors increased and roasted peanutty flavor decreased across the storage time for both products. Addition of honey coating provided protection against lipid oxidation. Peroxide value reached  $10 \text{ meqO}_2 \text{ kg}^{-1}$  after 6 days in RP and 36 days in HRP at  $23$  °C.

© 2006 Society of Chemical Industry

**Keywords:** peanuts; descriptive analysis; peroxide value; oxidative stability

## INTRODUCTION

Peanuts are sold fresh as vegetable, canned, frozen, roasted in the shell, roasted and salted, used in more than 50 confections and bakery products, and are ground into butter for use in more than 100 recipes. Peanuts are probably one of the most important oil-bearing seeds in the world, and are rapidly becoming a valuable source of plant protein. In recent times, large quantities of peanuts have entered world trade, for oil extraction and direct edible use, making it one of the world's major oilseed and edible nut crops.<sup>1</sup>

The peanut-containing foods enjoy widespread popularity because of their pleasant aroma, unique nutty flavor and smooth crisp texture of roasted peanuts. Peanuts are continually applied for preparation of new and improved food products; thus, a more complete knowledge of their composition and flavor properties is desirable.<sup>2</sup> Research advances in peanut science are necessary to support and improve present levels of production and utilization and to aid in expanding peanut production and utilization to more fully utilize the potential of peanut as a world food source.<sup>1</sup>

Peanuts are rich in energy and are characterized by high oil and protein content and a low percentage of carbohydrates and ash.<sup>3</sup> Peanuts contain approximately 50–55% oil, with 30–35% and 45–50% of the oil being linoleic and oleic acids, respectively,

which becomes susceptible to development of rancid and off-flavors through lipid oxidation.<sup>4</sup> Lipid oxidation occurs during storage of peanut products and contributes to the development of undesirable flavors in foods where peanuts are an ingredient. The oxidation reactions lead indirectly to the formation of numerous aliphatic aldehydes, ketones, and alcohols.<sup>5</sup> Simultaneously, off-flavors like oxidized, cardboard, and painty increase in such peanut products.<sup>6,7</sup>

Edible coatings in peanut products may prevent moisture loss and oxygen diffusion, be used as a vehicle for additives such as antioxidants and flavoring agents, and improve the consumer acceptance for applying flavoring. Edible coating could be used as a method for increasing shelf-life of food products and improving the stability of lipids and lipid-containing foods, thus preventing loss of sensory and nutritional quality.<sup>4</sup>

Honey has great potential to serve as a natural food antioxidant. Honey can prevent deteriorative oxidation reactions in foods such as lipid oxidation in meat.<sup>8,9</sup> Honey is a supersaturated solution of sugars such as fructose (38%) and glucose (31%). A wide range of minor constituents is also present in honey, many of which are known to have antioxidant properties. These include phenolic acids and flavonoids, certain enzymes (glucose oxidase, catalase), ascorbic acid, carotenoid-like substances,

\* Correspondence to: Nelson R Grosso, Química Biológica, Facultad de Ciencias Agropecuarias (UNC), ICTA, IMBIV-CONICET, CC 509, 5000 Cordoba, Argentina

E-mail: nrgrosso@agro.uncor.edu

Contract/grant sponsor: CONICET

Contract/grant sponsor: SECYT-UNC

(Received 6 June 2005; revised version received 2 August 2005; accepted 6 September 2005)

Published online 20 March 2006; DOI: 10.1002/jsfa.2456

organic acids, Maillard reaction products, and amino acids and proteins.<sup>10,11</sup>

The objective of this work was to determine the oxidative stability in honey roasted peanuts and roasted peanuts using peroxide and TBARS values and descriptive analysis in stored samples at different temperatures.

## MATERIALS AND METHODS

### Materials

Sound and mature seeds of blanched peanuts (*Arachis hypogaea* L.) type Runner, size 38/42 kernels per oz (2001 crop) were provided by the company Lorenzati, Ruescht y Cia of Ticino, Cordoba, Argentina. Before processing, peanuts were inspected; damaged and bruised kernels were manually removed.

### Product elaboration

#### Roasted peanuts (RP)

Blanched peanuts were roasted at 140 °C in an oven (Memert, model 600, Schwabach, Germany) for 30 min. Peanuts were heated to a medium roast or an average Hunter color lightness (*L*) value of  $50 \pm 1.0$ .<sup>12</sup> In the final product, the moisture content was 1.7% according to previous unpublished results evaluated following AOAC methods.<sup>13</sup>

#### Honey roasted peanuts (HRP)

This product was prepared with 85% RP and 5% syrup solution and 10% dried-solid mix (w/w/w). A syrup solution was prepared consisting of 50% sucrose, 35% honey and 15% distilled water (w/w/w). A dried-solid mix was prepared consisting of 70% impalpable sucrose, 20% impalpable salt and 10% corn starch. RP were placed into the stainless steel coating pan rotating at 28 rpm. A syrup solution was then applied on the RP. Finally, dried-solid mix was poured into the coating pan to separate the kernels. In the final product, the moisture content was 2.3% according to previous unpublished results evaluated following AOAC methods.<sup>13</sup>

### Storage conditions and samplings

After preparation of HRP and RP, samples were packaged in 27 × 28 cm plastic bags (Ziploc, Johnson & Son, Buenos Aires, Argentina). The samples were stored at 23 °C (room temperature), 40 °C (oven) and -15 °C (freezer). Samples of each product were removed from storage for evaluation: chemical and descriptive analyses. Sampling days were each 21 days during 126 days. Samples were also evaluated on day 'zero'.

### Chemical analysis

#### Peroxide value (PV)

PV was evaluated following the AOAC method 28.022<sup>13</sup> using 5 g oil of each HRP and RP samples. It consisted in the reaction in darkness of a mixture of

oil and chloroform/acetic acid 2:3 (v/v) with saturated potassium iodide solution. The iodine formed was titrated with 2.5 g kg<sup>-1</sup> Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·5H<sub>2</sub>O. The PV was expressed as milliequivalents of active oxygen per kilogram of oil (meqO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup>) and calculated using the formula: PV (meqO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup>) = (volume in mL of Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) × (0.1 N) × (1000) × (g oil)<sup>-1</sup>. The oil was obtained for two extractions with 50 mL of n-hexane (Anedra, San Fernando, Buenos Aires, Argentina) from samples (20 g) over 12 h by maceration at room temperature in a dark room. The extracted oils were dried over anhydrous sodium sulfate and the solvent removed under reduced pressure in a rotary film evaporator.

#### Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS)

The thiobarbituric acid (TBA) test is commonly used as a measurement for lipid oxidation products. The procedure was a colorimetric method described by Heath and Parker.<sup>14</sup> Briefly, each peanut sample (100 mg) was mixed in 2 mL of distilled water; 2 mL of 0.5% TBA in 20% trichloroacetic acid was added to the mixture and was vortex mixed. It was then incubated at 95 °C for 30 min for color development. The reaction was stopped by putting the reaction tubes into an ice bucket. After that, the samples were centrifuged at 10 000 × *g* for 15 min. The supernatant was removed and the absorbance was read at 532 nm in a spectrophotometer (UV-visible diode array spectrophotometer, Hewlett Packard HP 8452 A, USA). The TBARS value was calculated from the extinction coefficient of 155 mM<sup>-1</sup> cm<sup>-1</sup>.<sup>15</sup>

### Descriptive analysis

#### Panel

A total of 12 trained panelists (9 female and 3 male) participated in the descriptive analysis of HRP storage study. All panelists were selected on the following criteria: natural dentition, no food allergies, nonsmokers, between the ages of 18 and 64, consume roasted peanuts and/or peanut products at least once per month, available for all sessions, interest in participating, and able to verbally communicate regarding the product.<sup>16</sup> All panelists had to have a perfect score in a taste sensitivity test and the ability to identify five of seven commonly found food flavors before they qualified as panelists.

#### Training

All 12 panelists were trained and calibrated in four training sessions during 4 days. Each training session lasted 2 h for a total of 8 h. Descriptive analysis test procedures as described by Meilgaard *et al.*<sup>17</sup> and Grosso and Resurreccion<sup>7</sup> were used to train the panelists. Panelists evaluated samples using a 'hybrid' descriptive analysis method consisting of quantitative descriptive analysis (Tragon Corp., Redwood City, CA, USA) and the Spectrum<sup>TM</sup> analysis methods (Sensory Spectrum, Inc., Chatham, NJ, USA).

On the first day of training, panelists were given a review of concepts of sensory analysis. They were then asked to taste standard solutions of sucrose, sodium chloride, citric acid, and caffeine at varying concentrations and intensities that corresponded to points on a 150 mm unstructured line scale.<sup>16</sup> After that, all 12 panelists worked together to develop the language to describe perceivable product attributes in RP and HRP. Fresh and rancid samples of RP and HRP were presented to each panelist. Panelists identified appearance, aromatics, taste and texture attributes that would be used to describe the product samples. A lexicon for peanut samples<sup>12</sup> was used to provide an initial list of attributes. Panelists decided whether terms were redundant and should be removed or if additional terms should be included in the list of attributes and defined each attribute. Panelists also identified references to be used to describe each appearance, flavor, and textural attribute. Each panelist gave an intensity rating of each reference between 0 and 150 for each attribute. The mean intensity rating was calculated and used as attribute in intensity rating for that particular reference.

On the second day of training, panelists reviewed descriptors, definitions, and reference standards to describe RP and HRP samples. Panelists tasted each reference and provided a rating. The panel was calibrated by obtaining an average panel rating with a standard deviation within 10 points. Panelists not rating within  $\pm 10$  points of the mean rating were asked to re-evaluate the sample and adjust their rating until a consensus was reached. After that, medium roasted peanuts were presented as a warm-up sample to be used for each panelist as the initial sample during training and testing sessions.<sup>16</sup>

On the third day of training, panelists finalized the definitions, descriptors, and reference standard intensities to describe RP and HRP. The list of definitions and warm-up and reference intensity ratings were then finalized and were reported in a previous study.<sup>18</sup> After that, panelists evaluated four RP and HRP samples with different degrees of oxidized flavors using paper ballots in order to calibrate themselves.

On the last day of training, panelists continued evaluating RP and HRP samples with different degrees of oxidized flavors to practice and to calibrate themselves within  $\pm 10$  points of the mean ratings for each attribute of the samples.

#### *Sample evaluation*

All samples were evaluated in partitioned booths under fluorescent light at room temperature. Ten grams of product sample were placed into plastic cups with lids coded with 3-digit random numbers. Panelists evaluated 12 samples per day plus a warm-up sample. The final lists of warm-up and reference intensity ratings and definitions were posted in the booths for all test sessions. Samples were tested using a complete

randomized block design. The data were registered on paper ballots.

#### **Statistical analysis**

The experiment was replicated three times. The data were analyzed using InfoStat software, version 1.1 (Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Cordoba). Means and standard deviations were calculated. Analysis of variance was used to detect significant differences between sampling days in sensory attributes and chemical analysis using LSD tests to find significant differences ( $\alpha = 0.05$ ) between means. Pearson coefficient was used to calculate correlation between dependent variables from chemical and sensory analyses. Second-order polynomial regression equations in the regression analyses were used to determine whether the independent variables (time and temperature) had an effect on the sensory attributes, peroxide and TBARS values.

## **RESULTS AND DISCUSSION**

### **Chemical and descriptive analyses**

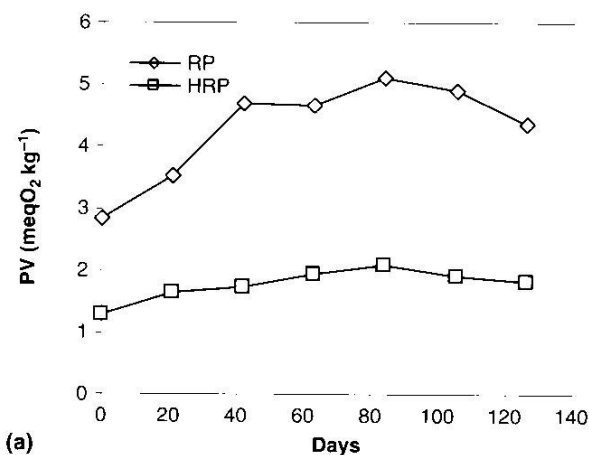
The changes in peroxide value during storage of the samples RP and HRP at  $-15$ ,  $23$  and  $40^\circ\text{C}$  are shown in Fig. 1. The peroxide values increased with storage time and temperature in both products. During storage, RP had higher peroxide values and showed significant differences ( $\alpha = 0.05$ ) after day 0 at  $23$  and  $40^\circ\text{C}$  with respect to the samples with honey (HRP).

The changes in TBARS value during storage of the samples of RP and HRP at  $-15$ ,  $23$  and  $40^\circ\text{C}$  are shown in Fig. 2. The TBARS values increased with storage time and temperature in both products. During storage, RP had higher TBARS values and showed significant differences ( $\alpha = 0.05$ ) after day 42 at  $23^\circ\text{C}$  and after day 42 at  $40^\circ\text{C}$  with respect to HRP. TBARS values of RP and HRP did not show significant differences along storage at  $-15^\circ\text{C}$ .

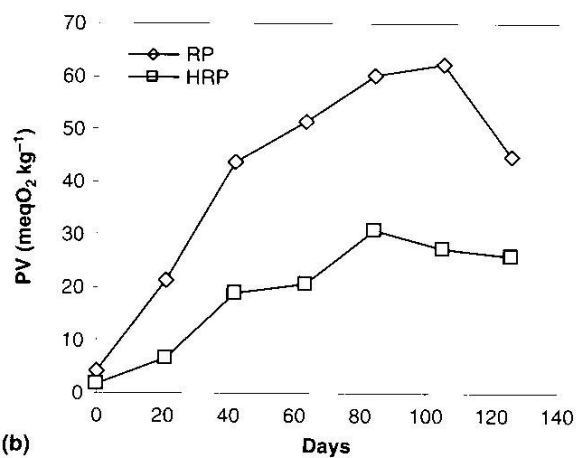
Sensory attributes from the descriptive analysis at day 0 (fresh products) are presented in Table 1. RP showed significant differences (at  $\alpha = 0.05$ ) in most attributes with respect to HRP, indicating that the honey coating inclusion in the product influenced the panel scores. RP presented lower intensity ratings of roughness, oxidized, sweet, salty and sour, and higher intensity ratings of roasted peanutty, hardness and crunchiness than HRP. The samples did not differ in brown color, cardboard and bitter. The roasted peanutty attribute used to characterize peanut flavor in peanut products was 54.0 (scale 0–150) in RP and 47.7 in HRP. Grosso and Resurreccion<sup>7</sup> found that the roasted peanutty intensity was 67 and 63 in roasted peanuts and cracker coated peanuts, respectively.

In other studies,<sup>4,5,7</sup> an increase of the intensity ratings of cardboard and oxidize, and a decrease of roasted peanutty in peanut products during the storage time, were observed. In this work, the sensory attributes that changed during storage time were roasted peanutty and those attributes related to lipid

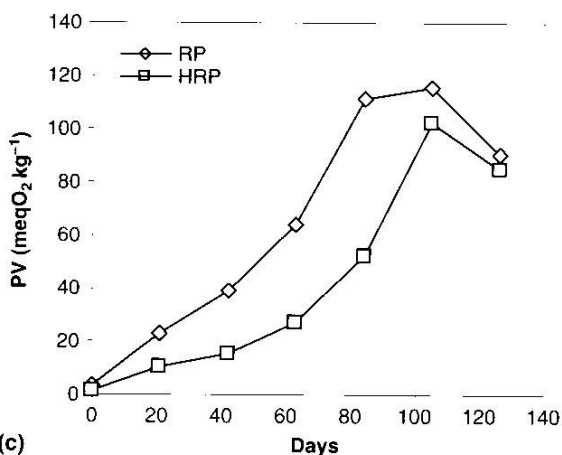




(a)



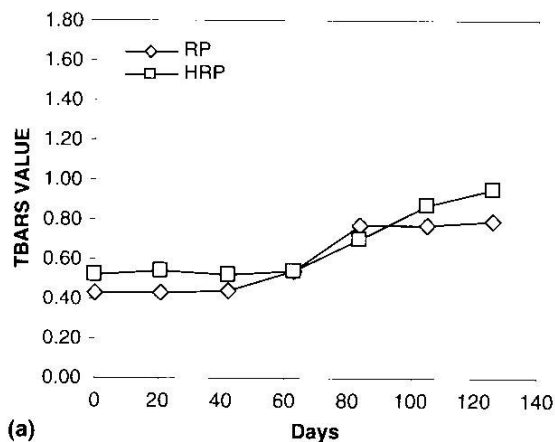
(b)



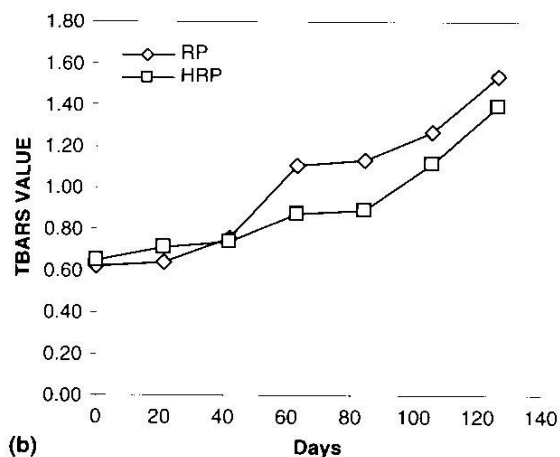
(c)

**Figure 1.** Peroxide values (PV) in roasted peanuts (RP) and honey roasted peanuts (HRP) during storage time at (a)  $-15^{\circ}\text{C}$ , (b)  $23^{\circ}\text{C}$ , and (c)  $40^{\circ}\text{C}$ .

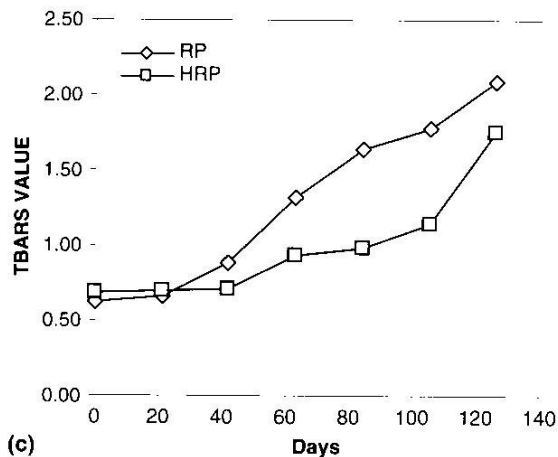
oxidation, such as oxidized and cardboard. The other attributes did not show significant variations ( $\alpha = 0.05$ ) during storage. The changes of the attributes oxidized, cardboard and roasted peanutty in RP and HRP during storage time at 23 and  $40^{\circ}\text{C}$  are represented in Fig. 3. Oxidized and cardboard intensities increased with storage time and temperature. At  $-15^{\circ}\text{C}$  attribute intensity ratings did not show significant differences along the days of



(a)



(b)



(c)

**Figure 2.** TBARS values in roasted peanuts (RP) and honey roasted peanuts (HRP) during storage times at (a)  $-15^{\circ}\text{C}$ , (b)  $23^{\circ}\text{C}$ , and (c)  $40^{\circ}\text{C}$ .

storage. The intensities of oxidized in RP were from 3.6 on day 0 to 20.5 on day 126 at  $23^{\circ}\text{C}$ , and to 80.3 on day 126 at  $40^{\circ}\text{C}$ . The ratings of this attribute were lower in HRP, with intensities of 4.4 on day 0 to 13.1 on day 126 at  $23^{\circ}\text{C}$  and to 38.1 on day 126 at  $40^{\circ}\text{C}$ . The intensity rating of cardboard was higher in RP than in HRP. Significant differences between RP and HRP in oxidized and cardboard intensities were observed after day 63.

The intensity ratings of roasted peanutty in both samples decreased during storage time and with increasing temperature. The intensities of this attribute decreased in RP from 55.1 on day 0 to 40.2 on day 126 at 23 °C and to 25.0 on day 126 at 40 °C. Roasted peanutty intensity ratings in HRP were from 48.3 on day 0 to 41.3 on day 126 at 23 °C and to 34.8 on day 126 at 40 °C. Roasted peanutty flavor can be attributed to the presence of pyrazines.<sup>19,20</sup> Bett and Boylston<sup>5</sup> found that roasted peanutty flavor intensity and alkylpyrazines decreased in stored roasted peanuts. Warner *et al.*<sup>21</sup> and Brannan *et al.*<sup>22</sup> also found that roasted peanutty flavor decreased in stored roasted peanuts.

### Correlation and regression analysis

The variables of interest in this study were PV, TBARS values, and oxidized, cardboard and roasted

peanutty flavors because they changed along the storage time. Correlation coefficients are presented in Table 2. PV and TBARS data showed correlation with sensory data. Positive correlations higher than 0.75 were observed among the following variables: TBARS, PV, oxidized, and cardboard flavors. All of these variables increased during storage time and with increasing temperature in the samples (RP and HRP). Negative correlations were observed between roasted peanutty flavor and the other mentioned variables (TBARS, PV, oxidized, and cardboard flavors) in both samples. These negative correlations indicated that roasted peanutty flavor decreased when PV, TBARS, and oxidized and cardboard flavors increased during storage.

Prediction equations of the PV, TBARS, and sensory attributes that change with storage time and temperature in the products (RP and HRP) are presented in Table 3.

The dependent variables (PV, TBARS, oxidized, cardboard, and roasted peanutty) showed  $R^2 > 0.60$  in RP and HRP, indicating these variables to be good

**Table 1.** Means of sensory attribute intensities from descriptive analysis in fresh (storage time = 0) roasted peanuts (RP) and honey roasted peanuts (HRP)

Sensory attributes	RP <sup>a,b</sup>	HRP
Appearance		
1. Brown color	44.2 ± 3.0a	43.4 ± 6.6a
2. Roughness	38.2 ± 2.3a	57.9 ± 9.2b
Aromatics		
3. Roasted peanutty	54.0 ± 9.6b	47.7 ± 14.9a
4. Oxidized	3.6 ± 3.2a	5.2 ± 6.7b
5. Cardboard	6.6 ± 3.2a	6.7 ± 4.5a
Tastes		
6. Sweet	14.6 ± 3.1a	35.1 ± 19.0b
7. Salty	8.4 ± 3.3a	33.0 ± 16.7b
8. Bitter	6.1 ± 2.6a	6.2 ± 3.5a
9. Sour	1.5 ± 1.5a	4.0 ± 3.7b
Texture		
10. Hardness	51.1 ± 2.7b	48.7 ± 4.4a
11. Crunchiness	41.1 ± 3.0b	38.4 ± 6.3a

<sup>a</sup> RP, roasted peanuts; HRP, honey roasted peanuts.

<sup>b</sup> Means followed by the same letter within each row are not significantly different at  $\alpha = 0.05$ .

**Table 2.** Correlation coefficients among the variables: peroxide (PV) and TBARS values, and sensory attributes in roasted peanuts and honey roasted peanuts

Related variables	Correlation coefficients <sup>a</sup>	
	RP <sup>b</sup>	HRP <sup>b</sup>
PV and TBARS	0.85	0.75
PV and Oxidized	0.75	0.92
PV and Cardboard	0.85	0.89
PV and Roasted peanutty	-0.83	-0.87
TBARS and Oxidized	0.87	0.79
TBARS and Cardboard	0.95	0.81
TBARS and Roasted peanutty	-0.94	-0.69
Oxidized and Cardboard	0.96	0.98
Oxidized and Roasted peanutty	-0.95	-0.91
Cardboard and Roasted peanutty	-0.99	-0.94

<sup>a</sup> Pearson correlation coefficients.

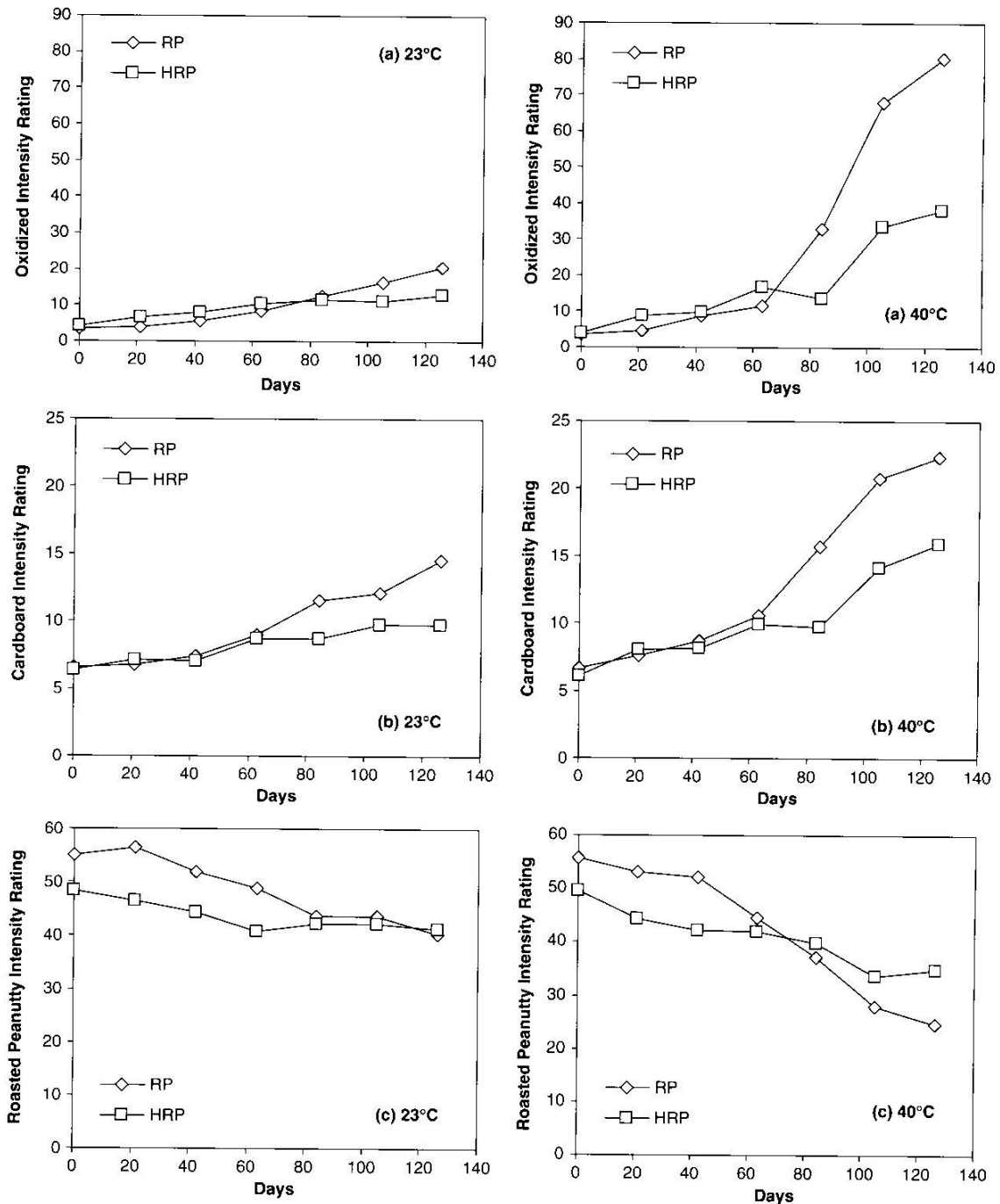
<sup>b</sup> RP, roasted peanuts; HRP, honey roasted peanuts.

**Table 3.** Regression coefficients and adjusted  $R^2$  from prediction equations of peroxide (PV) and TBARS values, and sensory attributes with storage time and temperature in roasted peanuts and honey roasted peanuts

Sample <sup>b</sup>	Dependent variable	Regression coefficients <sup>a</sup>					$R^2$
		$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_{11}$	$\beta_2$	$\beta_{21}$	
RP	PV	-19.782524	1.063543	-0.005348	0.893518	0.005542	0.74
	TBARS	0.224117	0.005413	0.000020	0.008155	0.000175	0.85
	Oxidized	-11.025842	-0.039977	0.002406	0.030858	0.017792	0.61
	Cardboard	3.623075	0.023515	0.000358	0.052907	0.002466	0.72
	Roasted peanutty	59.959197	-0.059966	-0.000578	-0.050257	-0.005386	0.68
HRP	PV	-17.679150	0.322443	0.000122	0.338647	0.015634	0.64
	TBARS	0.553347	-0.002659	0.000067	0.006756	-0.000023	0.88
	Oxidized	-0.423476	0.024297	0.000647	0.002101	0.008694	0.64
	Cardboard	5.368546	0.006032	0.000201	0.004491	0.002272	0.65
	Roasted peanutty	49.285819	-0.080493	0.000240	-0.012318	-0.003103	0.60

<sup>a</sup> Regression coefficients for the general regression equation:  $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_2 X_2 + \beta_{21} X_2^2$ , where Y = dependent variable (PV, TBARS, sensory attributes) and  $X_1$  = independent variable days of storage,  $X_2$  = independent variable temperature of storage.

<sup>b</sup> RP, roasted peanuts; HRP, honey roasted peanuts.



**Figure 3.** Intensity rating of (a) oxidized, (b) cardboard and (c) roasted peanutty flavors in roasted peanuts (RP) and honey roasted peanuts (HRP) during storage time at 23 and 40 °C.

predictors. Therefore the regression equation from these variables could be used to predict the effect of the storage time and temperature on these peanut products.

In the Food Code from Argentina,  $10 \text{ meqO}_2 \text{ kg}^{-1}$  is the maximum level of peroxide value allowed for fats and oils. According to the prediction equation, peroxide values higher than  $10 \text{ meqO}_2 \text{ kg}^{-1}$  were reached after 6 days in RP and 36 days in HRP at 23 °C. These results indicate that honey coating provided protection against peanut lipid peroxidation.

Bett and Boylston<sup>5</sup> detected that cardboard flavor intensity had a linear increase across storage time in roasted peanuts, while roasted peanutty flavor intensity decreased as storage time increased. Muego-Gnanasekharan and Resurrección<sup>23</sup> detected that oxidized and cardboard flavor intensities exhibited a linear increase during storage time in peanut paste. Warner *et al.*<sup>21</sup> observed that oxidized flavor intensity increased and roasted peanutty flavor decreased during storage time in ground roasted peanuts, but a regression equation was not presented in their work.

Grosso and Resurreccion<sup>7</sup> found that when the oxidized flavor rating of 36.2 is obtained for roasted peanuts the overall acceptance rating is predicted to be 5. This is the neither like nor dislike (= 5) on the 9-point hedonic scale and is considered the end point of consumer acceptance of the products. In this work, according to the oxidized flavor prediction equation (Table 3) an intensity rating of 36.2 required 133 days at 23 °C and 94 days at 40 °C in RP and 204 days at 23 °C and 169 days at 40 °C in HRP. These results indicate that roasted peanuts with honey coating required more time to reach the end point of consumer acceptance owing to the development of rancid flavors.

The regression equations between the variables oxidized flavor ( $y$ ) and PV ( $x$ ) in this work were

$$\text{RP: } y = 1.917282 + 0.210675x + 0.002584x^2 \\ \times (R^2 = 0.616368)$$

$$\text{HRP: } y = 6.340043 + 0.185568x + 0.001120x^2 \\ \times (R^2 = 0.863257)$$

Using the equation, the predicted PVs were 81 meqO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> in RP and 100 meqO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> in HRP when oxidized flavor rating was 36.2. Those values were almost 10 times higher than the maximum level of PV allowed for fat and oils. The predicted oxidized flavor ratings were 4 in RP and 8 in HRP (with no significant differences) when PV was 10 meqO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup>. In consequence, consumers of these products could not detect the PV limit mentioned in the Food Code from Argentina.

## CONCLUSION

The results of this work indicate that the use of honey coating in roasted peanuts improves the stability of the product, making it more resistant to lipid oxidation and the development of rancid flavors. This natural coating could be used in other products to increase shelf-life and improve the stability of foods containing a high lipid proportion, thus preventing loss of their sensory and nutritional quality. In addition, this study provides the equation to estimate shelf-life of honey roasted peanuts from descriptive analysis, peroxide and TBARS values.

## ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by CONICET and SECYT-UNC.

## REFERENCES

- Woodroof JG, *Peanuts: Production, Processing, Products* (3rd edn). AVI, Westport, CT, pp. 8–10 (1983).
- Ahmed EH and Young CT, Composition, quality, and flavor of peanuts, in *Peanut Science and Technology*, ed. by Pattee HE and Young CT. American Peanut Research and Education Society, Yoakum, TX, pp. 655–688 (1982).
- Grosso NR and Guzman CA, Chemical composition of aboriginal peanut (*A. hypogaea*) seeds from Peru. *J Agric Food Chem* 43:102–105 (1995).
- St Angelo AJ, Lipid oxidation in food. *Crit Rev Food Sci Nutr* 36:175–224 (1996).
- Bett KL and Boylston TD, Effect of storage on roasted peanut quality, in *Lipid Oxidation in Food*, ed. by St Angelo AJ. ACS Symposium Series 500, American Chemical Society, Washington DC, pp. 322–343 (1992).
- Gills LA and Resurreccion AVA, Sensory and physical properties of peanut butter treated with palm oil and hydrogenated vegetable oil to prevent oil separation. *J Food Sci* 65:173–180 (2000).
- Grosso NR and Resurreccion AVA, Predicting consumer acceptance ratings of cracker-coated and roasted peanuts from descriptive analysis and hexanal measurements. *J Food Sci* 67:1530–1537 (2002).
- Antony SM, Rieck JR and Dawson PL, Effect of dry honey on oxidation in turkey breast meat. *Poult Sci* 79:1846–1850 (2000).
- McKibben J and Engeseth NJ, Honey as a protective agent against lipid oxidation in ground turkey. *J Agric Food Chem* 50:592–595 (2002).
- White JW, Composition of honey, in *Honey: A Comprehensive Survey*, ed. by Crane E. Crane, Russak & Co., New York, pp. 157–206 (1975).
- Gheldof N, Wang X-H and Engeseth NJ, Identification and quantification of antioxidant components of honeys from various floral sources. *J Agric Food Chem* 50:5870–5877 (2002).
- Johnsen PB, Civile GV, Vercellotti JR, Sanders TH and Dus CA, Development of a lexicon for the description of peanut flavor. *J Sens Stud* 3:9–17 (1988).
- AOAC, *Official Methods of Analysis* (13th edn), ed. by Horwitz W. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC (1980).
- Heath RL and Packer L, Photoperoxidation in isolated chloroplast. I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. *Arch Biochem Biophys* 125:189–198 (1968).
- Kosugi H, Jojima T and Kikugawa K, Thiobarbituric acid-reactive substances from peroxidized lipids. *Lipids* 24:873–881 (1989).
- Plemmons LE and Resurreccion AVA, A warm-up sample improves reliability of responses in descriptive analysis. *J Sens Stud* 13:359–376 (1998).
- Meilgaard M, Civile GV and Carr BT, *Sensory Evaluation Techniques* (2nd edn). CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 135–183 (1991).
- Nepote V, Mestrallet MG and Grosso NR, Natural antioxidant effect from peanut skins in honey-roasted peanuts. *J Food Sci* 69:S295–300 (2004).
- Buckholz LL and Daun H, Instrumental and sensory characteristics of roasted peanut flavor volatiles, in *Quality of Selected Fruits and Vegetables*, ed. by Teranishi R and Barrera-Benitez H. ACS Symposium Series 170, American Chemical Society, Washington, DC, pp. 163–181 (1981).
- Crippen KL, Vercellotti JR, Lovegren NV and Sanders TH, Defining roasted peanut flavor quality. Part. 2. Correlation of GC volatiles and sensory flavor attributes, in *Food Science and Human Nutrition*, ed. by Charalambous G. Elsevier Science, Amsterdam, pp. 211–227 (1992).
- Warner KJH, Dimick PS, Ziegler GR, Mumma RO and Hollender R, Flavor-fade and off flavor in ground roasted peanuts as related to selected pyrazines and aldehydes. *J Food Sci* 61:469–472 (1996).
- Brannan GL, Koehler PE and Ware GO, Physico-chemical and sensory characteristics of defatted roasted peanuts during storage. *Peanut Sci* 26:44–53 (1999).
- Muego-Gnanasekharan KF and Resurreccion AVA, Physicochemical and sensory characteristic of peanut paste stored at different temperatures. *J Food Sci* 57:1385–1389 (1992).

Original article

## Composition, stability and acceptability of different vegetable oils used for frying peanuts

Liliana C. Ryan,<sup>1</sup> Marta G. Mestrallet,<sup>2</sup> Valeria Nepote,<sup>2\*</sup> Silvia Conci<sup>1</sup> & Nelson R. Grosso<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Escuela de Nutricion, Facultad de Ciencias Médicas (UNC), Cordoba, Argentina

<sup>2</sup> Quimica Biologica, Facultad de Ciencias Agropecuarias (UNC), IMBIV-CONICET, CC 509, 5000 Cordoba, Argentina

(Received 20 December 2005; Accepted in revised form 16 May 2006)

**Summary** The purpose of this work was to determine the chemical stability of vegetable oils in the frying process and the consumer acceptance of fried-salted peanuts prepared in different vegetable oils. Fatty acids composition was determined in sunflower, corn, soybean, peanut and olive oils. A chemical study (free fatty acid and *p*-anisidine values) of these oils at frying temperature (170 °C) was developed during 96 h. Consumer test of fresh products was performed on fried-salted peanuts prepared in the different oils. Peanut oil and virgin olive oil presented oleic acid as predominant fatty acid (44.8% and 64.2%, respectively), making it more resistant to lipid oxidation at frying temperature than the other refined vegetable oils (sunflower, corn and soybean oils). Virgin olive and peanut oils showed less increment of free fatty acids and *p*-anisidine value than the other oils along the heating essay. In addition, fried-salted peanuts prepared with refined peanut oil showed higher consumer acceptance than those prepared with other vegetable oils such as sunflower, corn, soybean and olive oils. Peanut oil could be used to fry peanuts obtaining products with higher consumer acceptance and shelf-life, thus preventing loss of their sensory and nutritional quality.

**Keywords** Consumer acceptance, free fatty acids, fried peanuts, oxidative stability, *p*-anisidine value, vegetable oils.

### Introduction

Oxidative rancidity is the most important complex of chemical reactions that limits the shelf life of oils (Kristott, 2000). These reactions imply the development of various off-flavours and off-odours, which render foods unacceptable or reduce their shelf life. In consequence, the oxidative stability remains as an important parameter in evaluating the quality of fats and oils (Warner & Eskin, 1995; Hidalgo *et al.*, 2002).

Peanuts contain high percentages of oil (50–55%) and protein (25–28%) and low percentages of carbohydrates and ashes (Grosso & Guzman, 1995). A large proportion of peanut production in the world goes into domestic food use, the end products being peanut butter, salted peanut products, confections and roasting stock. These peanut-containing foods enjoy widespread popularity because of their unique roasted peanut flavour. The rest of the peanut production is utilised as edible oil source of high quality. Peanuts are continually applied for preparation of new and improved food products (Ahmed & Young, 1982).

In general, peanut oil contain approximately 30–35% and 45–50% of linoleic and oleic acids, respectively, which becomes susceptible to development of rancid and off-flavours through lipid oxidation (St. Angelo, 1996). Although, peanut oil is one of the most stable vegetable oils to oxidation in comparison with other vegetable oils like soybean. This is partly because of the fatty acid composition, which is low in 18:3 $\omega$  3 (O'Keefe *et al.*, 1993; St. Angelo, 1996). The rates of oxidation of C18 unsaturated fatty acids are approximately 1:10:20 for oleic (18:1), linoleic (18:2) and linolenic (18:3), respectively (Nawar, 1993). Fatty acid composition appears important in determining oxidative stabilities but other factors are also involved, such as the presence of antioxidant and pro-oxidant compounds. The effect of fatty acid composition on oxidative stability of oil has been studied by a number of investigators (Liu & White, 1992; O'Keefe *et al.*, 1993; Bolton & Sanders, 2002).

Many factors influence the shelf life of peanuts products. These include variety, maturity at harvest, market grade and seed size, processing methods and storage conditions (temperature, time, light and exposure to oxygen). Deep frying is one of the methods of food preparation used both in the home and in industry. Fried foods are highly palatable because of their fat

\*Correspondent: Fax: +54 351 4334116/7;  
e-mail: vnepote@efn.uncor.edu

content and the development of unique flavours and aroma. Fried-salted peanuts had higher overall acceptance than roasted peanuts (Grosso & Resurreccion, 2002; Nepote *et al.*, 2004, 2006). However, the frying oil changes substantially in its chemical and physical properties after prolonged use. A great number of volatile and non-volatile products are produced during deep frying of oil by thermal degradation of free fatty acid (FFA). These acids are formed by triglyceride hydrolysis or by oxidation of aldehydes. The increase of these components can be monitored by means of FFA and *p*-anisidine values (*p*-AV). Peroxides formed at elevated temperatures fragment immediately with formation of hydroxyl compounds. Therefore, determination of peroxide values to evaluate the quality of oil in deep frying is not appropriate. The most important factor determining the quality of the fried food is the quality of the oil used for frying it. The use of more stable oil to elaborate fried peanuts would increase shelf-life and improve the oxidative stability of peanut products, thus preventing loss of sensory and nutritional quality (Warner *et al.*, 1997; Bolton & Sanders, 2002).

The objective of this work was to determine the chemical stability of vegetable oils at frying temperature and the consumer acceptance of fried-salted peanuts prepared in different vegetable oils.

## Material and methods

### Materials

Refined sunflower and soybean oils were obtained from Aceitera General Deheza, S.A. (General Deheza), refined peanut oil from Nutrin S.A. (Ticino), refined corn oil from Arcor S.A. (Arrollito) and virgin olive oil from Exprodar S.A. (Cruz del Eje). All of these companies are from Córdoba, Argentina.

Sound and mature seeds of peanuts (*Arachis hypogaea* L.) type Runner, size 38/42 kernels per oz (2004 crop) were provided by the company, Lorenzati, Ruescht y Cia of Ticino, Cordoba, Argentina. Before processing, peanuts were inspected; damaged and bruised kernels were manually removed.

### Fatty acid composition of vegetable oils

Fatty acid methyl esters were prepared on vegetable oils used for frying peanuts: sunflower, corn, soybean, peanut and olive oils by transmethylation (Jellum & Worthington, 1966; Grosso *et al.*, 2000). The fatty acid methyl esters of total lipids were analysed on a Hewlett Packard HP-6890 gas-liquid chromatograph (Palo Alto, CA, USA) equipped with a flame ionisation detector (FID HP-3398). An HP-INNO-Wax capillary column (30 m × 0.32 mm × 0.5 nm, with polar polyethylene glycol, Hewlett Packard, Santa Clara, CA, USA) was

used. The separated fatty acid methyl esters were identified by comparing their retention times with those of authentic samples, which were purchased from Sigma Chemical Co. (Sigma Chemical Co, St. Louis, MO, USA). Quantitative fatty acids analysis was performed using heptadecanoic acid methyl ester as internal standard. Iodine values (IV) were calculated from fatty acid composition (Hashim *et al.*, 1993) using the following formula:  $IV = (\% \text{ oleic} \times 0.8601) + (\% \text{ linoleic} \times 1.7321) + (\% \text{ eicosenoic} \times 0.7854)$ .

### Oil heating essay

Two litres of each vegetable oil: sunflower (S), corn (C), soybean (So), peanut (P) and olive (O) oil were heated in a domestic fryer (Moulinex, Supralys Model, China) and left during 96 h at 170 °C (frying temperature). Samples (10 mL of oil) were taken each 12 h and analysed for FFA and *p*-AV.

### Free fatty acid value

It was evaluated following the AOAC method 14.070 (AOAC, 1980) using 5 g oil of each sample obtained from the heating essay. The FFA was expressed as % *p/p* oleic acid in the oil sample.

### *p*-Anisidine value

This is a spectrophotometric method commonly used as a measurement for lipid oxidation products. The procedure was described by IUPAC (1987). The absorbance of solutions were measured at 350 nm in a spectrophotometer: UV-V Diode Array Spectrophotometer Hewlett Packard HP 8452 A (Palo Alto, CA, USA) using *n*-hexane as blank. The *p*-anisidine reagent was from BDH Laboratory Reagents, (Poole, England). The *p*-AV was given by the formula:  $p\text{-AV} = 25 \times (1.2A_s - A_b) m^{-1}$ , where '*A<sub>s</sub>*' is absorbance of the fat solution (oil and *n*-hexane) after reaction with the *p*-AV reagent, '*A<sub>b</sub>*' the absorbance of the fat solution and '*m*' the mass of the oil in grams.

### Product elaboration: fried-salted peanuts prepared in different vegetable oils

Peanuts were fried at 170 °C in 2 L of fresh sunflower (FP-S), corn (FP-C), soybean (FP-So), peanut (FP-P) and olive (FP-O) oils in a domestic fryer (Moulinex, Supralys Model, China). Before the frying procedure the oils were heated until 170 °C. After that, peanuts (1 kg) were added into oil and fried during 4 min. The same experiment was repeated in three replicates. Peanuts were heated to a medium roast or an average Hunter Color Lightness (*L*) value of  $50 \pm 1.0$  (Johnsen *et al.*, 1988). Fried peanuts were salted with analytical grade sodium chloride (Laboratorios Cicarelli, San Lorenzo, Santa Fe, Argentina).

In the final products, the moisture content was 2% according to previous unpublished results evaluated following AOAC methods (AOAC, 1980). After preparation, samples were packaged in 27 × 28 cm plastic bags (Ziploc, Johnson & Son, Buenos Aires, Argentina). The samples were stored in freezer (−18 °C) until analysis.

#### Determination of oil, ash, protein and carbohydrate contents of the peanut samples

Three samples (5 g) from each peanut product were examined for moisture, lipids, protein, ash and carbohydrates. The seeds were selected at random. Seeds were milled and oil was extracted for 16 h with *n*-hexane in a Soxhlet apparatus. The extracted oils were dried over anhydrous sodium sulphate, and the solvent was removed under reduced pressure in a rotary film evaporator. Lipid percentage was determined by weight difference. Ash and nitrogen contents were determined according to the AOAC (1980) methods. Ash was performed by incineration in a muffle furnace at 525 °C. The nitrogen content was estimated according to the Kjeldahl method and converted to protein percentage by using the conversion factor 5.46 (AOAC, 1980). Carbohydrate content was estimated by difference of the other components using the following formula: carbohydrate content = 100% − (% protein + % oil + % ash).

#### Consumer analysis

Panelists ( $n = 100$ ) were from Cordoba (Argentina) and were recruited using the following criteria: age between 18 and 65, non-smokers, non-food allergies and eat roasted peanuts and/or peanut products at least twice per week. For sample evaluation, 5 g of the peanut samples were placed into plastic cups with lids, coded with three digit random numbers. Samples consisting of FP-S, FP-C, FP-So, FP-P and FP-O (three replications of each one) were presented to each panelist in random order during the test day. Samples were presented with water and paper ballots on a plastic tray. Panelists were instructed to consume the whole sample and rinse their mouths with water between samples to minimise any residual effect. A 7-point hedonic scale ranging from 1 = dislike very much to 7 = like very much was used to evaluate acceptance for the attributes of colour, aroma, texture and flavour from the samples (Meilgaard *et al.*, 1991).

#### Statistical analysis

The data were analysed using the InfoStat software, version 1.1 (Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Cordoba, Argentina). Mean and SD were calculated. Analysis of variance was used to detect significant differences between samples from consumer and chemical analyses using Duncan tests to

find significant differences ( $\alpha = 0.05$ ) between mean. Pearson coefficient was used to calculate correlation between dependent variables (the fatty acid composition and the increment rates of FFA and p-AV during heating essay of the vegetable oils). Second order polynomial regression equations in the regression analyses were used to determine if the independent variables (time) had an effect on the chemical indicators (FFA and p-AV).

## Results and discussion

### Fatty acid composition of the different vegetable oils

The fatty acid percentages, oleic/linoleic ratio (O/L), saturated/unsaturated ratio (S/U) and IV of refined vegetable oils: sunflower, corn, soybean, peanut, and virgin olive oil are presented in Table 1.

As expected, virgin olive and peanut oils had oleic acid as the major fatty acid. On the contrary, the major fatty acid in sunflower, corn and soybean was linoleic acid.

Sunflower oil resulted with significantly lower S/U ratio than the other vegetable oils. The sunflower oil showed high IV without significant differences in comparison with corn and soybean oils. Lower IVs were obtained in olive and peanut oils without significant differences between them.

In addition, sunflower and soybean oils showed lower O/L ratio than the other oils. The highest O/L ratio was found in virgin olive oil followed by peanut oil and corn oil with significant differences among these oils.

Other authors (Hidalgo *et al.*, 2002) found similar fatty acid composition in the same vegetable oils from other origins.

### Heating essay

The changes in the chemical indicators: FFA and p-AV during heating process (170 °C) of vegetable oils: sunflower, corn, soybean, peanut and olive are shown in the Fig. 1. The chemical indicators increased with time at frying temperatures in all vegetable oils.

Along the time of the essay, virgin olive oil had higher FFA with significant differences ( $\alpha = 0.05$ ) with respect to the other refined vegetable oils. Refined oils showed little significant differences.

Free Fatty Acid values obtained of each vegetable oils were from 0.02 (0 h) to 0.62 (96 h) in sunflower, from 0.06 (0 h) to 0.65 (96 h) in corn, from 0.04 (0 h) to 0.53 (96 h) in soybean, 0.07 (0 h) to 0.59 (96 h) in peanut and from 0.50 (0 h) to 0.91 (96 h) in olive. These results showed that olive oil presented a significantly lower increment of FFA in comparison with the other vegetable oils. The highest increment was detected in sunflower oil and in corn oil. In the middle were soybean

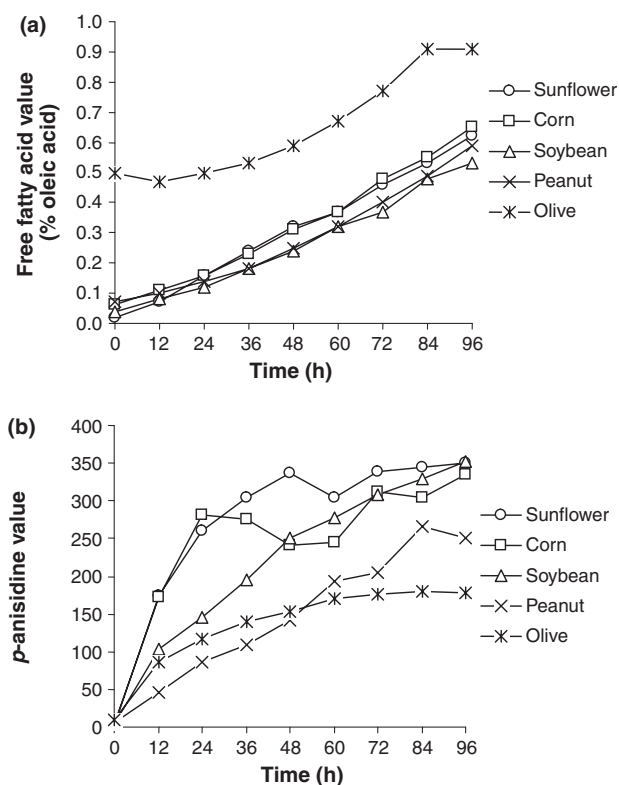


**Table 1** Fatty acid percentages (g/100 g fatty acids), oleic/linoleic ratio (O/L), saturated/unsaturated ratio (S/U) and iodine value (IV) of vegetable oils: sunflower, corn, soybean, peanut, and olive oils

Fatty acids	Vegetable oils <sup>a</sup>				
	Sunflower	Corn	Soybean	Peanut	Olive
Saturated					
Palmitic acid, 16:0	5.90 ± 0.60 A	12.30 ± 1.30 C	11.90 ± 1.30 C	9.50 ± 1.10 B	16.70 ± 1.60 D
Stearic acid, 18:0	3.90 ± 0.30 B	2.30 ± 0.21 A	4.60 ± 0.50 C	2.50 ± 0.20 A	2.00 ± 0.10 A
Arachidic acid, 20:0	0.40 ± 0.01 A	0.70 ± 0.03 B	0.50 ± 0.06 A	1.20 ± 0.12 C	0.50 ± 0.07 A
Behenic acid, 22:0 <sup>b</sup>	Tr.	Tr.	Tr.	2.80 ± 0.30	Tr.
Lignoceric acid, 24:0 <sup>b</sup>	Tr.	Tr.	Tr.	1.60 ± 0.20 C	Tr.
Monounsaturated					
Oleic acid, 18:1 (9)	25.40 ± 2.31 A	34.8 ± 3.8 B	22.00 ± 2.40 A	44.80 ± 4.30 C	64.22 ± 6.60 D
Eicosenoic acid, 20:1 (11)	0.40 ± 0.02 A	0.40 ± 0.10 A	0.50 ± 0.10 A	1.80 ± 0.19 B	0.40 ± 0.02 A
Polyunsaturated					
Linoleic acid, 18:2 (9,12)	62.50 ± 6.11 D	47.95 ± 4.60 C	52.50 ± 5.50 C	35.50 ± 3.70 B	15.00 ± 1.72 A
Linolenic acid, 18:3 (9,12,15)	0.25 ± 0.03 A	0.90 ± 0.10 B	7.10 ± 0.70 C	0.30 ± 0.04 AB	0.90 ± 0.09 B
O/L ratio	0.41 ± 0.01 A	0.73 ± 0.1 B	0.42 ± 0.00 A	1.26 ± 0.01 C	4.28 ± 0.1 D
S/U ratio	0.13 ± 0.00 A	0.18 ± 0.0 B	0.22 ± 0.00 B	0.21 ± 0.00 B	0.23 ± 0.0 B
IV	130.38 ± 12.57 C	113.30 ± 11.31 BC	110.25 ± 11.63 BC	101.44 ± 10.25 AB	81.53 ± 8.65 A

<sup>a</sup>Mean ± SD followed by the same letter within each row are not significantly different at  $\alpha = 0.05$ .

<sup>b</sup>Tr. = trace value (<0.3%).



**Figure 1** Results from the chemical analyses: (a) free fatty acid value and (b) *p*-anisidine value during the heating process at 170 °C (frying temperature) of vegetable oils: sunflower, corn, soybean, peanut and olive oils.

and peanut oils with significant differences between them.

*p*-Anisidine values obtained of each vegetable oils were from 1.88 (0 h) to 349.43 (96 h) in sunflower, from 3.14 (0 h) to 335.57 (96 h) in corn, from 3.52 (0 h) to 351.78 (96 h) in soybean, 4.81 (0 h) to 251.35 (96 h) in peanut and from 8.81 (0 h) to 177.49 (96 h) in olive. According to these results, corn, sunflower and soybean oils showed significantly higher increment of *p*-AV than the other vegetable oils, without significant differences between them. The lowest increment of *p*-AV was detected in olive oil followed by peanut oil, with significant differences between them. These FFA and *p*-AV increments were related to the IV with Pearson correlation coefficients higher than 0.80. Thus, when IV was high (sunflower, corn and soybean), the vegetable oil stability was low as high increment of FFA and *p*-AV were obtained.

It has been reported a high level of polyunsaturated fatty acids such as linoleic and linolenic acids decreased the oil stability under oxidation conditions making them susceptible to the development of oxidised compounds and off-flavours (St. Angelo, 1996; Warner *et al.*, 2001; Hidalgo *et al.*, 2002).

Hidalgo *et al.* (2002) found oil stability variation in the oils depended on the fatty acid composition as well as on the presence of different minor components in the oils. In that work, the virgin olive oil resulted with high stability in comparison with other refined vegetable oils. This was correlated with the fatty acid composition and the presence of natural antioxidants (phenol and tocopherol content).



During the frying process, vegetable oil is superficially adsorbed by the fried peanuts. It would imply a change in fatty acid composition of the final product with respect to raw peanuts as it was found by Bolton & Sanders (2002). They found O/L ratios of 27.9 in high-oleic peanuts fried in high-oleic peanut oil and of 13.6 in high-oleic peanuts fried in conventional peanut oil. As a consequence, it would be better to use saturated and monounsaturated frying oils to prepare fried-salted peanuts and to provide better stability to the end products (Warner *et al.*, 1997; Neff *et al.*, 2000; Warner *et al.*, 2001; Bolton & Sanders, 2002; Nepote *et al.*, 2006). Bolton & Sanders (2002) determined the full potential for shelf-life improvement of high-oleic peanuts oil to roast peanuts in comparison with conventional peanut oil. They found that peanuts roasted in high-oleic peanut oil had a shelf-life of almost two times than those roasted in normal peanut oil. Warner *et al.* (1997) studied the effect of fatty acid composition of oils on flavour and stability of fried foods such as potato chips. They reported that high-oleic sunflower oil (78% oleic acid) produced the lowest levels of total polar compounds and the lowest hexanal and pentanal, indicating greater frying oil stability and oxidative stability of the food in comparison with cotton seed oil (16%oleic/55%linoleic). According to the results observed in this work, the olive and peanut oils showed more oxidative stability and they could be better in the preparation of fried food.

Regression coefficients and  $R^2$  of FFA and p-AV from the chemical analyses during the heating process at 170 °C (frying temperature) of vegetable oils: sunflower, corn, soybean, peanut and olive oils are presented in the Table 2.

The dependent variables (FFA and p-AV) showed  $R^2 > 0.75$  in all vegetable oils (S, C, So, P and O) indicating these variables are good predictors. Therefore, these regression equations could be used to predict

the effect of time at frying temperature (170 °C) on the stability (measured with the chemical variables FAA and p-AV) of the studied vegetable oils.

In the Food Code from Argentina, 0.3% and 1.0% as oleic acid are the maximum levels of FFAs allowed for refined oils and virgin olive oil, respectively, to be used in frying process. Using the prediction equation, FFA higher than 0.3% were reached after 46.8 h in S, 47.7 h in C, 58.4 h in So and 57.1 h in P oil at 170 °C. In the case of virgin olive oil, the time to reach a FFA of 1.0% was 99.8 h at 170 °C. In consequence, virgin olive oil had around two times longer stability at frying temperature than the other refined vegetable oils. Peanut and soybean oils had higher stability than sunflower and corn oils.

#### Determination of oil, protein, ash and carbohydrate contents of the peanut samples

In general, the peanut fried in different vegetable oils did not showed significant differences ( $\alpha = 0.05$ ) in oil, protein, carbohydrate and ash contents. The average percentages (on dry basis) of oil, proteins, carbohydrates and ashes were 52.2, 23.1, 21.1 and 3.6, respectively. Considering an average 48–50% of initial oil in peanuts, the absorbed oil in the final product was between 2.2–4.2%, independently of the vegetable oil used in the frying process.

#### Consumer analysis

For preparing fried-salted peanuts, it is important to consider the oil stability during the frying process and the consumer acceptance of the product. Then, it was determined the stability of the oils at frying temperature in the first part of this study to discuss which oil is better during the frying process. In the second part, it was performed a sensory analysis to know the consumer opinion about the acceptability of fried-salted peanuts.

**Table 2** Regression coefficients and  $R^2$  of free fatty acid and *p*-anisidine values from the chemical analysis during the heating process at 170 °C (frying temperature) of vegetable oils: sunflower, corn, soybean, peanut and olive oils

Dependent variable	Vegetable oil	Regression coefficients <sup>a</sup>			$R^2$
		$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_{11}$	
Free fatty acid value	Sunflower	0.013273	0.005983	0.000003	0.997812
	Corn	0.057212	0.004044	0.000022	0.998532
	Soybean	0.035758	0.003359	0.00002	0.996165
	Peanut	0.069939	0.001975	0.000036	0.999708
	Olive	0.475818	0.000164	0.000051	0.96744
<i>p</i> -Anisidine value	Sunflower	46.223939	8.936623	-0.063321	0.918989
	Corn	67.656485	6.477957	-0.042110	0.764375
	Soybean	15.511697	6.117827	-0.027830	0.994535
	Peanut	3.846545	3.411697	-0.007044	0.981284
	Olive	24.316606	4.133780	-0.027128	0.971576

<sup>a</sup>Regression coefficients for the general regression equation:  $Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_{11} X^2$ , where  $Y$  = dependent variable (free fatty acid value and *p*-anisidine value) and  $X$  = independent variable (time in hours at 170 °C).

Fried-salted peanuts	Consumer acceptability by attribute <sup>a</sup>			
	Colour	Aroma	Texture	Flavour
FP-S	5.12 ± 0.86 B	4.90 ± 1.17 B	5.22 ± 1.07 B	5.63 ± 1.01 C
FP-C	4.86 ± 1.05 A	4.43 ± 1.22 A	4.99 ± 1.11 A	5.13 ± 1.31 B
FP-So	5.13 ± 1.06 B	4.33 ± 1.23 A	4.91 ± 1.14 A	4.85 ± 1.36 A
FP-P	5.37 ± 1.02 C	5.36 ± 1.03 C	5.39 ± 1.08 B	5.98 ± 0.93 D
FP-O	5.04 ± 1.11 B	4.33 ± 1.30 A	4.93 ± 1.22 A	5.03 ± 1.54 AB

<sup>a</sup>Mean ± SD followed by the same letter within each column are not significantly different at  $\alpha = 0.05$ .

Averages of consumer acceptability by attribute of peanuts fried in different vegetable oils: S, C, So, P and O are shown in Table 3. Significant differences ( $\alpha = 0.05$ ) from the consumer acceptance for each attribute among the products: fried-salted peanuts in vegetable oils (FP-S, FP-C, FP-So, FP-P and FP-O) were found. In texture, FP-P had similar consumer acceptance than FP-S (5.39 and 5.22, respectively), without significant differences between them but higher than the other products. Fried peanuts in peanut oil (FP-P) had the highest consumer acceptances for colour (5.37), aroma (5.36) and flavour (5.98) in comparison with FP-S, FP-C, FP-So and FP-O. In general, the products had consumer acceptances of about '5 = like moderately' in a hedonic scale of seven points. In other works (Nepote *et al.*, 2006), fried-salted peanut had overall acceptance near seven (like moderately) in a hedonic scale of nine points.

The consumer acceptance test gives an estimate of product acceptance based on the product's sensory properties. The preference of food product includes the choice of one sample over others. Preference is implied from consumer acceptance test using hedonic scale ratings (Resurreccion, 1998). Therefore, there is an obvious and direct relationship between measuring product liking/acceptance and preference. The obtained results of overall consumer acceptance in this study are indicating the preference trend of the consumer on fried-salted peanuts using different vegetables oils.

Unsaturated fatty acid emulsified in water tasted bitter with a relatively low threshold value for  $\alpha$ -linolenic acid (Belitz & Grosch, 1999). In the present work, the soybean oil showed higher linolenic acid and it also showed lower acceptance in the consumer test. The proportion of the linolenic fatty acid presented high negative correlation ( $-0.77$ ) with consumer acceptance of fried peanuts prepared with different vegetable oils.

## Conclusions

The virgin olive oil showed higher oleic acid content and better oxidative stability. However, fried-salted peanuts prepared with refined peanut oil had higher consumer acceptance than those prepared with other vegetable oils

**Table 3** Average of consumer acceptability by attribute of fried-salted peanuts in different vegetable oils: sunflower (FP-S), corn (FP-C), soybean (FP-So), peanut (FP-P) and olive (FP-O)

such as S, C, So and O-oils. Peanut oil also had high percentages of monounsaturated fatty acids (oleic) making it more resistant to lipid oxidation at frying temperature, as was observed in the p-AV reached during oil heating essay. In conclusion, peanut oil could be used to fry peanuts obtaining products with high consumer acceptance and shelf-life, thus preventing loss of their sensory and nutritional quality.

## Acknowledgments

This work was supported by CONICET and SECYT-UNC.

## References

- Ahmed, E.H. & Young, C.T. (1982). Composition, quality, and flavour of peanuts. In: *Peanut Science and Technology* (edited by H.E. Pattee & C.T. Young). Pp. 655–688. Yoakum, TX: American Peanut Research and Education Society, Inc.
- AOAC (1980). Official methods of analysis. In: *Official Methods of Analysis of the AOAC* (edited by W. Horwitz). 13th edn. Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- Belitz, H.-D. & Grosch, M. (1999). Edible fats and oils. In: *Food Chemistry* (edited by H.-D. Belitz & M. Grosch). 2nd edn. Pp. 612. New York, NY: Springer-Verlag.
- Bolton, G.E. & Sanders, T.H. (2002). Effect of roasting oil composition on the stability of roasted high-oleic peanuts. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, **79**, 129–132.
- Grosso, N.R. & Guzman, C.A. (1995). Chemical composition of aboriginal peanut (*A. hypogaea*) seeds from Peru. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **43**, 102–105.
- Grosso, N.R. & Resurreccion, A.V.A. (2002). Predicting consumer acceptance ratings of cracker-coated and roasted peanuts from descriptive analysis and hexanal measurements. *Journal of Food Science*, **67**, 1530–1537.
- Grosso, N.R., Nepote, V. & Guzman, C.A. (2000). Chemical composition of some wild peanut species (*Arachis L.*) seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **48**, 806–809.
- Hashim, I.B., Koehler, P.E., Eitenmiller, R.R. & Kvien, C. (1993). Fatty acid composition and tocopherol content of drought stressed Florunner peanuts. *Journal of Peanut Science*, **20**, 21–24.
- Hidalgo, F.J., Gomez, G., Navarro, J.L. & Zamora, R. (2002). Oil stability prediction by high-resolution <sup>13</sup>C nuclear magnetic resonance spectroscopy. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **50**, 5825–5831.
- IUPAC (1987). Method Number 2.504. Determination of the p-anisidine value (p-A.V.). In: *Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives* (edited by C. Paquot & A. Hautfenne). 7th edn. Oxford: Blackwell Scientific Publications.

- Jellum, M.D. & Worthington, R.E. (1966). A rapid method of fatty acid analysis of oil from individual corn (*Zeamays* L.) kernels. *Crop Science*, **6**, 251–253.
- Johnsen, P.B., Civille, G.V., Vercellotti, J.R., Sanders, T.H. & Dus, C.A. (1988). Development of a lexicon for the description of peanut flavour. *Journal of Sensory Studies*, **3**, 9–17.
- Kristott, J. (2000). Fats and Oils. In: *The Stability and Shelf life of Food* (edited by D. Kilcast & P. Subramaniam). Pp. 279–309. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Liu, H.-R. & White, P.J. (1992). Oxidative stability of soybean oil with altered fatty acid compositions. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, **69**, 528–532.
- Meilgaard, M., Civille, G.V. & Carr, B.T. (1991). *Sensory Evaluation Techniques*, 2nd edn. Pp. 201–235. Boca Raton, FL: CRC Press Inc.
- Nawar, W.W. (1993). Lipids. In: *Food Chemistry* (edited by O.R. Fennema). Pp. 157–274. Zaragoza: Acribia.
- Neff, W.E., Warner, K. & Byrdwell, W.C. (2000). Odor significance of undesirable degradation compounds in heated triolein and trilinolein. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, **77**, 1303–1313.
- Nepote, V., Mestrallet, M.G. & Grosso, N.R. (2004). Natural antioxidant effect from peanut skins in honey roasted peanuts. *Journal of Food Science*, **69**, S295–S300.
- Nepote, V., Mestrallet, M.G. & Grosso, N.R. (2006). 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.
- O'Keefe, S.F., Wiley, V.A. & Knauft, D.A. (1993). Comparison of oxidative stability of high- and normal-oleic peanut oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, **70**, 489–492.
- Resurreccion, A.V.A. (1998). *Consumer Sensory Testing for Product Development*. Pp. 10–11. Gaithersburg, MD: Aspen Publishers, Inc.
- St. Angelo, A.J. (1996). Lipid oxidation in foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **36**, 175–224.
- Warner, K. & Eskin, N.A.M. (1995). *Methods to Assess Quality and Stability of Oils and Fat-containing Foods*. Champaign, IL: AOCS Press.
- Warner, K., Orr, P. & Glynn, M. (1997). Effect of fatty acid composition of oils on flavour and stability of fried foods. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, **74**, 347–356.
- Warner, K., Neff, W.E., Byrdwell, W.C. & Gardner, H.W. (2001). Effect of oleic and linoleic acids on the production of deep-fried odor in heated triolein and trilinolein. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **49**, 899–905.

## Honey roasted peanuts and roasted peanuts from Argentina. Sensorial and chemical analyses

By Marta G. Mestrallet<sup>1</sup>, Laura Carnacini<sup>2</sup>, María J. Días<sup>2</sup>, Valeria Nepote<sup>1</sup>, Lilliana Ryan<sup>2</sup>, Silvia Conci<sup>2</sup> and Nelson R. Grosso<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Química Biológica, Facultad de Ciencias Agropecuarias (UNC), ICTA, IMBIV-CONICET, CC 509, 5000 Córdoba, Argentina.

<sup>2</sup>Escuela de Nutrición, Facultad de Ciencias Médicas (UNC), 5000 Córdoba, Argentina.

\* Author to whom correspondence should be addressed (e-mail nrgrasso@agro.uncor.edu).

### RESUMEN

#### Maní tostado con miel y maní tostado de Argentina. Análisis químico y sensorial.

El objetivo del trabajo fue caracterizar química y sensorialmente al Maní Tostado con Miel (MTM) y Maní Tostado (MT). Estos dos productos fueron evaluados sensorialmente analizando su aceptabilidad por parte de consumidores (test de aceptabilidad) y sus atributos sensoriales por el uso de un panel de jueces entrenados (prueba descriptiva). Por otra parte se describió la composición química porcentual: porcentajes de proteínas, aceites, hidratos de carbonos y cenizas. Los contenidos de hidratos de carbonos, aceites y proteínas en MTM fueron de 28,22%, 45,56% y 21,06%. MT presentó mayores porcentajes de lípidos y proteínas y menor contenido de hidratos de carbono que MTM. El valor energético total de MTM es levemente menor que en MT. La aceptabilidad de los productos mostró mayor número de consumidores que le asignaron un valor de 8 (me gusta mucho) dentro de una escala hedónica de 9 puntos a MTM y de 6 (me gusta ligeramente) a MT. El panel de jueces entrenados describieron 11 atributos: color marrón, rugosidad, sabores a maní tostado, oxidado y cartón, dulce, salado, amargo, ácido, dureza y crujiente. La intensidad del atributo maní tostado fue mayor en MT que en MTM mientras que este último presentó mayor intensidad en los atributos rugosidad, dulce y salado.

**PALABRAS-CLAVE:** Aceptabilidad - Análisis sensorial - *Arachis hypogaea* - Composición química - Maní - Maní tostado con miel.

### SUMMARY

#### Honey roasted peanuts and roasted peanuts from Argentina. Sensorial and chemical analyses.

The objective of this work was to characterize the chemical and sensory aspects of Honey Roasted (HRP) and Roasted Peanuts (RP). These products were evaluated for sensory analysis: overall acceptance using a consumer test and a descriptive analysis using a trained panel. Percentages of protein, oil, carbohydrate and ash was analyzed in HRP and RP. The contents of carbohydrate, oil and protein in HRP were 28.22%, 45.56% and 21.06%, respectively. RP showed higher percentages of lipids and protein and lower percentages of carbohydrate content than HRP. The total energetic value was lower in HRP. Values of 8 (like very much) were chosen by a higher number of consumer panelist for HRP while values of 6 (like slightly) were found in a higher proportion for RP. The trained panel described 11 attributes: brown color, roughness, roasted peanutty, oxidize, cardboard, sweet, salty, bitter, sour, hardness and crunchiness. The roasted peanutty intensity in RP was higher than in HRP. The intensities of roughness, sweet and salty in HRP were higher than in RP.

**KEY WORDS:** *Arachis hypogaea* - Chemical composition - Consumer test - Honey roasted peanuts - Peanut - Sensory analysis.

### 1. INTRODUCTION

Peanuts are grown worldwide in the tropics and temperate zones primarily as an oilseed crop. Peanut seeds make an important contribution to the human diet in many countries, and their widespread acceptability is attributed to their economic value to the industry and their nutritional benefits to consumers (Bansal *et al.*, 1993).

Peanuts are characterized by high oil and protein contents and a low percentage of carbohydrates and ash (Grosso and Guzmán, 1995). A large proportion of peanut production in the world goes into domestic food use, the end products being peanut butter, salted peanut products, confections, and roasting stock. These peanut-containing foods enjoy widespread popularity because of their unique roasted peanut flavor. The rest of the peanut production is utilized as an edible oil source of high quality. Peanuts are continually applied for the preparation of new and improved food products; thus, a more complete knowledge of their composition and flavor properties is desirable (Amhed and Young, 1982). The use of roasted peanuts in making different types of candies and confections is due largely to their pronounced flavor, crunchy texture and high protein content (Asiedu, 1994). Peanuts are sold fresh as a vegetable, canned, frozen, roasted in the shell, toasted and salted, used in more than 50 confections and bakery products, and are ground into butter for use in more than 100 recipes (Woodroof, 1983).

Peanuts are rich in energy. One kilogram of peanuts provides approximately the same energy value of 2 kilogram of beef, 1.5 kilogram of Cheddar cheese or 36 medium size eggs (Woodroof, 1983). Peanuts contain approximately 50-55% oil with 30-35% and 45-50% of the oil being linoleic and oleic acids, respectively, which becomes

susceptible to development of rancid and off-flavors through lipid oxidation (St. Angelo, 1996). Lipid oxidation occurs during the storage of peanut products and contributes to the development of undesirable flavors in foods where peanuts are an ingredient. The oxidation reactions lead indirectly to the formation of numerous aliphatic aldehydes, ketones, and alcohols (Bett and Boylston, 1992). Simultaneously, off-flavors like oxidized, cardboard and painty increase in such peanut products (Gills and Resurreccion, 2000; Grosso and Resurreccion, 2002).

Edible coatings in peanut products may a) prevent moisture loss and oxygen diffusion, b) be used as a vehicle for additives such as antioxidants and flavoring agents, and c) improve consumer acceptance for applying flavoring (Baker *et al.*, 1994). Honey roasted peanuts have a coating that is mainly a combination of honey and sugar. The effect of the honey coating on the peanut flavor and the sensory descriptive analysis is not known. The objective of this work was to determine the chemical composition, sensory description and consumer acceptance of honey roasted peanuts in comparison with roasted peanuts elaborated with Argentinian peanuts.

## 2. EXPERIMENTAL

### 2.1. Materials

Sound and mature seeds of blanched peanuts (*Arachis hypogaea* L.) type Runner, size 38/42 kernels per oz (2001 crop) were provided by the company, Lorenzati, Ruescht y Cia of Ticino, Córdoba, Argentina. Before processing, peanuts were inspected; damaged and bruised kernels were removed manually.

### 2.2. Product Elaboration

**Roasted Peanuts (RP).** Blanched peanuts were roasted at 140°C in an oven (Memert, model 600, Schwabach, Germany) for 30 min. Peanuts were heated to a medium roast or an average Hunter color Lightness (L) value of  $50 \pm 1.0$  (Johnsen *et al.* 1988).

**Honey Roasted Peanuts (HRP).** This product was prepared with 85% RP and 5% syrup solution and 10% dried-solid mix (w/w/w). A syrup solution was prepared consisting of 50% sucrose, 35% honey and 15% distilled water (w/w/w). A dried-solid mix was prepared consisting of 70% impalpable sucrose, 20% impalpable salt and 10% corn starch. RP were placed into a stainless steel coating pan rotating at 28 rpm. Then a syrup solution was applied on the RP. Finally, dried-solid mix was poured into the coating pan to separate the kernels.

### 2.3. Chemical analysis: oil, protein, ash, carbohydrate and moisture contents.

Three samples of HR and HRP were examined for oil, protein, ash and moisture contents. Kernels of each sample were milled and oil was extracted for 16 h with petroleum ether (boiling range 30-60 °C) in a Soxhlet apparatus. The extracted oils were dried over anhydrous sodium sulfate and the solvent removed under reduced pressure in a rotary film evaporator. Oil percentages were determined by weight difference.

Moisture, ash, nitrogen contents were determined on a dry weight basis according to AOAC (1980). Ash determination was performed by incineration in a muffle furnace at 525 °C. The nitrogen content was estimated by the Kjeldahl method and converted to protein percentage using the conversion factor 5.46 (Young and Hammons, 1973). Carbohydrate content was estimated by difference with the other values.

### 2.4. Sensory Methods.

**Consumer Analysis.** Panelists (n = 100) were from Córdoba (Argentina) and were recruited using the following criteria: ages between 18 to 65, non-smokers, no food allergies, and eat roasted peanuts and/or peanut products at least twice a week. For sample evaluation, 5 grams of the peanut samples were placed into plastic cups with lids, coded with 3 digit random numbers. The 6 samples consisting of HRP and RP (two products x 3 replications) were tested on the same day and presented to panelists at random, (monadic) in order to avoid interaction between samples during the test day. Samples were presented with water and paper ballots on a plastic tray. Panelists were instructed to consume the whole sample and rinse their mouths with water between samples to minimize any residual effect. A 9-point hedonic scale ranging from 1 = dislike extremely to 9 = like extremely (Peryam and Pilgrim, 1957) was used to evaluate overall acceptance from HRP and RP samples.

Consumer preference as paired preference test was estimated using the information obtained from the acceptance test (Resurreccion, 1998).

**Descriptive Analysis. Panel.** A total of 12 trained panelists participated in the descriptive analysis of Honey Roasted Peanuts and Roasted Peanuts study. All panelists were selected on the following criteria: natural dentition, no food allergies, non-smokers, between the ages of 18-64, consume roasted peanuts and/or peanut products at least once a month, available for all sessions, interest in participating, and able to verbally communicate regarding the product (Plemmons and Resurreccion 1998). All panelists had to have a perfect score in a taste sensitivity test and the ability to identify 5 out of

7 commonly found food flavors before they qualified as panelists.

**Training.** All 12 panelists were trained and calibrated for 4 days. Each training session lasted 2 h each day for a total of 8 h. Descriptive analysis test procedures as described by Meilgaard *et al.* (1991) were used to train the panelists.

On the first day of training, panelist were given a review of concepts of sensory analysis. Then, they were asked to taste standard solutions of sucrose, sodium chloride, citric acid, and caffeine at varying concentrations and intensities that corresponded to points on a 150 mm unstructured line scale (Plemmons and Resurreccion, 1998). After that, all 12 panelists worked together to develop the language to describe perceivable product attributes in HRP and RP. Fresh and rancid samples of HRP and RP were presented to each panelist. Panelists

identified appearance, aroma, taste and texture attributes that would be used to described the product samples. A lexicon for peanut samples (Johnsen *et al.*, 1988) was used to provide an initial list of attributes. Panelists decided whether terms were redundant and should be removed or if additional terms should be included in the list of attributes and defined each attribute (Table I). Panelists also identified references to be used to rate each appearance, flavor, and textural attributes. Each panelist gave an intensity rating of each reference between 0 and 150 for each attribute. The mean intensity rating was calculated and used as an attribute in intensity rating for that particular reference (Table II).

On the second day of training, panelist reviewed descriptors, definitions, and reference standards to describe HRP and RP samples. Panelist tasted each

Table I  
Definitions of attributes used by the trained panel to describe Honey Roasted Peanuts and Roasted Peanuts

Attribute <sup>1</sup>	Definition
<b>Appearance</b>	
1- Brown Color	The intensity or the strength of brown color from light to dark brown.
2- Roughness	The appearance associated with uneven surface.
<b>Aromatics</b>	
3- Roasted Peanuttly	The aromatic associated with medium roasted peanuts.
4- Oxidized	The aromatic associated with rancid fats and oils.
5- Cardboard	The aromatic associated with wet cardboard.
<b>Tastes</b>	
6- Sweet	Taste on the tongue associated with sucrose solutions.
7- Salty	Taste on the tongue associated with sodium chloride solutions.
8- Bitter	Taste on the tongue associated with acid agents such as citric acid solutions.
9- Sour	Taste on the tongue associated with bitter solutions such as caffeine.
<b>Texture</b>	
10- Hardness	Force needed to compress a food between molar teeth.
11- Crunchiness	Force needed and amount of sound generated from chewing a sample with molar teeth.

<sup>1</sup> Attributes listed in order as perceived by panelists.

Table II  
Standard reference and warm up intensity of attributes used in descriptive tests for Honey Roasted Peanuts and Roasted Peanuts

	Reference	Reference intensity <sup>1</sup>	Warm up intensity <sup>1,2</sup>
<b>Appearance</b>			
1- Brown Color	Cardboard (lightness value, L = 47±1.0).	61	44
2- Roughness	Corn flakes (Granix, Buenos Aires Argentina).	85	38
<b>Aromatics</b>			
3- Roasted Peanuty	Dry roasted peanuts (JL SA, Ticino, Córdoba, Argentina).	81	59
4- Oxidized	Rancid peanuts.	103	5
5- Cardboard	Moist cardboard.	53	8
<b>Tastes</b>			
6- Sweet	2.0% sucrose solution.	20	16
	5.0% sucrose solution.	50	
	10% sucrose solution.	100	
	15% sucrose solution.	150	
7- Salty	0.2% NaCl solution.	25	9
	0.35% NaCl solution.	50	
	0.5% NaCl solution.	85	
8- Bitter	0.05% caffeine solution.	20	7
	0.08% caffeine solution.	50	
	0.15% caffeine solution.	100	
9- Sour	0.05% citric acid solution.	20	2
	0.08% citric acid solution.	50	
	0.15% citric acid solution.	100	
<b>Texture</b>			
10- Hardness	Almonds (Grandiet, Córdoba, Argentina).	61	52
11- Crunchiness	Corn flakes (Granix, Buenos Aires Argentina).	100	41

<sup>1</sup> Intensity ratings are based on 150 mm unstructured line scales.

<sup>2</sup> Medium (lightness value, L = 50±1.0) roasted peanuts (Blanched Runner).

reference and provided a rating for each one. The panel was calibrated by obtaining an average panel rating with a standard deviation within 10 points. Panelists not rating within  $\pm 10$  points of the mean rating were asked to re-evaluate the sample and adjust their rating until a consensus was reached. After that, medium roasted peanuts were presented as a warm-up sample to be used for each panelist as the initial sample during training and testing sessions (Plemmons and Resurreccion, 1998).

On the third day of training, panelist finalized the definitions, descriptors, and reference standard intensities to describe HRP and RP. Then, The list of definitions (Table I) and warm-up and reference intensity ratings (Table II) were finalized. After that,

panelists evaluated two RP samples elaborated with different degrees of roasting using paper ballots in order to calibrate themselves.

On the last day of training, panelists continued evaluating 2 HRP and 2 RP samples elaborated with different peanut varieties (Colorado and Runner) to practice and to calibrate themselves within 10 points of the mean ratings for each attribute of the samples.

**Sample evaluation.** The samples (2 products: HRP and RP x 3 replications) evaluated in descriptive analysis were the same that those used by the consumer test. The quality of the samples was homogeneous. RP and HRP were prepared with blanched peanuts, type Runner, size 38/42 kernel per oz, 2001 crop year and cultivated in the location of Ticino, Córdoba,

Table III  
Mean of centesimal composition and energetic value from Honey Roasted Peanuts (HRP) and Roasted Peanuts (RP)

	RP	HRP
Protein (%) <sup>1,2</sup>	24.83±2.20 <sup>a</sup>	21.06±2.69 <sup>b</sup>
Oil (%) <sup>1,2</sup>	50.28±0.57 <sup>a</sup>	45.56±1.05 <sup>b</sup>
Total Carbohydrates (%) <sup>1,2</sup>	21.01±1.87 <sup>a</sup>	28.22±4.36 <sup>b</sup>
Ash (%) <sup>1,2</sup>	2.18±0.17 <sup>a</sup>	2.86±0.17 <sup>b</sup>
Moisture	1.7±0.10 <sup>a</sup>	2.3±0.09 <sup>b</sup>
Energetic Value	635.88	607.16

<sup>1</sup> Expressed on dry weight basis.

<sup>2</sup> Mean followed by the same letter within each row are not significantly different at  $\alpha = 0.05$ .

Argentina. All samples were evaluated in a booths under fluorescent light at room temperature. Ten grams of the product sample were placed into plastic cups with lids coded with 3 digit random numbers. Panelist evaluated the samples plus a warm-up sample on the test day. The final lists of warm-up and reference intensity ratings and definitions were posted in the booths for the test session. Samples were tested using a complete randomized block design. The data were registered on paper ballots.

### 2.5. Statistical Analysis

The data were analyzed using the InfoStat software, version 1.1 (Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba) software. Means and standard deviations were calculated. Analysis of variance was used to detect significant differences between samples in sensory attributes and chemical analysis using LSD tests to find significant differences ( $\alpha = 0.05$ ) between means. In the paired preference test, binomial probability was used (Resurreccion, 1998); the null hypothesis,  $H_0: 1/2 = p$ ; the alternative hypothesis,  $H_a: p(\text{HRP}) \neq p(\text{RP})$ . If the calculated Z score is not  $>1.96$  (5% level of significance), therefore the  $p$ -value is less than 0.05, so there is no evidence to reject the null hypothesis.

## 3. RESULTS AND DISCUSSION

### 3.1. Chemical composition and energetic value

One of the important crop plants in the world is the peanut. Peanuts contain about 50 to 55% oil and

25 to 28% protein (St. Angelo, 1996). For this reason, peanuts make an important contribution to the human diet in many countries because of their nutritional benefits to consumers (Bansal *et al.*, 1993). The protein, oil, total carbohydrates and ash percentages are presented in Table III. Significant differences ( $\alpha = 0.05$ ) in protein, oil and total carbohydrate contents were detected between HRP and RP. RP showed higher protein and oil percentages while HRP had a higher percentage of carbohydrates. The cause of these results was the layer of coating added to HRP which contains honey and sugar as its main compounds. In addition these results affected the energetic values of the products. HRP had a lower energetic value than RP due to its lower fat content.

### 3.2. Consumer Analysis

In the paired preference test, the percentages of preference were 51.8% in HRP and 48.2% in RP. In the binomial analysis of these data, the null hypothesis,  $H_0: p(\text{HRP}) = p(\text{RP})$  was not rejected. Then, it was concluded that there was no perceptible difference in preference between the two products. The acceptance means from each group of preference product showed higher values in HRP ( $7.13 \pm 1.11$ ) than in RP ( $6.76 \pm 1.08$ ).

Consumer testing is one of the most important activities in product development. The primary purpose of consumer tests is to assess the personal response by current and potential customers of a product, product ideas, or specific product characteristics. Consumer evaluation concerns itself with testing certain products using untrained people who are or will become the ultimate users of the



Table IV

Mean of answer percentage for each point in hedonic scale and general average of the overall acceptance from consumer test of Honey Roasted Peanuts (HRP) and Roasted Peanuts (RP)

	RP	HRP
1- Dislike Extremely <sup>1,2</sup>	0.67±1.15a	0.00±0.00a
2- Dislike Very Much <sup>1,2</sup>	1.00±0.00a	1.00±0.00a
3- Dislike Moderately <sup>1,2</sup>	3.67±1.53a	7.67±2.33b
4- Dislike Slightly <sup>1,2</sup>	8.33±3.51a	12.67±3.06a
5- Neither Like nor Dislike <sup>1,2</sup>	22.00±4.36a	17.67±2.08a
6- Like Slightly <sup>1,2</sup>	29.33±1.53a	18.67±2.08b
7- Like Moderately <sup>1,2</sup>	19.67±3.51a	18.33±1.53a
8- Like Very Much <sup>1,2</sup>	13.33±1.53a	22.67±2.08b
9- Like Extremely <sup>1,2</sup>	2.00±0.00a	1.00±1.00a
General Average <sup>2,3</sup>	5.95±1.45a	5.97±1.67a

<sup>1</sup> Hedonic scale of 9 points (Peryam and pilgrim, 1957).

<sup>2</sup> Mean followed by the same letter within each row are not significantly different at  $\alpha = 0.05$ .

<sup>3</sup> General average corresponding to the mean value from the all consumer answers in a hedonic scale of 9 point.

product. Consumer testing is necessary throughout the various stages of a product cycle. These stages include the development of the product itself, product maintenance, product improvement and optimization, and assessment of market potential (Resurreccion, 1998). In this study, the consumer test was conducted to detect differences between products. The response percentage means for each point in the hedonic scale of the overall acceptance and general averages from consumer test in HRP and RP are presented in Table IV. Significant differences ( $\alpha = 0.05$ ) in response percentage means of the overall acceptance between the products were found in point 6 (like slightly) and point 8 (like very much) in a hedonic scale of 9 points. The response percentages in point 6 and 8 were higher in RP and HRP, respectively. This result could be indicating that HRP would have a better overall acceptance but the general average is not significantly different between HRP and RP. In general, the products had an overall acceptance close to "6 = like slightly" in an hedonic scale of 9 point. Grosso and Resurreccion (2002) found a slightly higher overall acceptance mean on cracker coated and roasted peanuts elaborated with American peanuts and evaluated by American consumers.

### 3.3. Descriptive Analyses

The mean values of the sensory attribute intensities from the descriptive analysis in HRP and RP are presented in Table V. Eleven sensory attributes were described by the panelists of the trained sensory panel in HRP and RP. The attributes are the followings: for appearance: brown color and roughness; for aroma: roasted peanutty, oxidized, cardboard; for taste: sweet, salty, bitter and sour; and for texture: hardness and crunchiness.

Roughness, roasted peanutty, sweet, salty and hardness were the sensory attributes from the descriptive analysis which showed significant differences (at  $\alpha = 0.05$ ) between HRP and RP (Table V). The intensity of Roughness was higher in HRP (57.97 points in line scale of 0-150 points) due to the coating layer of honey with sugar and salt. Roasted peanutty is the attribute used to characterize peanut flavor in peanut products (Johnsen *et al.*, 1988). This attribute showed higher intensity in RP. In HRP, the intensity of this attribute could have been partially covered up by other attributes like sweet and salty. Therefore, the panel detected roasted peanutty with less intensity in HRP. The attributes, sweet and salty had higher intensity in

Table V  
Mean of the sensory attribute intensities from descriptive analysis of Honey Roasted Peanuts (HRP) and Roasted Peanuts (RP)

Sensory attributes	RP	HRP
<b>Appearance</b>		
1- Brown Color <sup>1,2</sup>	43.89±1.98a	42.31±6.51a
2- Roughness <sup>1,2</sup>	38.03±2.22a	57.97±7.09b
<b>Aromatics</b>		
3- Roasted Peanuty <sup>1,2</sup>	55.08±6.42a	48.28±9.07b
4- Oxidized <sup>1,2</sup>	3.64±2.29a	4.36±3.45a
5- Cardboard <sup>1,2</sup>	6.53±3.15a	6.31±3.05a
<b>Tastes</b>		
6- Sweet <sup>1,2</sup>	14.58±2.59a	39.72±8.22b
7- Salty <sup>1,2</sup>	8.19±2.66a	36.94±9.13b
8- Bitter <sup>1,2</sup>	6.00±2.45a	6.53±3.21a
9- Sour <sup>1,2</sup>	1.27±1.03a	3.67±3.66a
<b>Texture</b>		
10- Hardness <sup>1,2</sup>	51.00±3.33a	48.72±3.85b
11- Crunchiness <sup>1,2</sup>	41.06±4.04a	38.92±5.34a

<sup>1</sup> Intensity ratings are based on 150 mm unstructured line scales.

<sup>2</sup> Mean followed by the same letter within each row are not significantly different at  $\alpha = 0.05$ .

HRP because of its coating layer containing sugar and salt. These values could have influenced the results of consumer acceptability (Table IV). The intensity of hardness was lower in HRP. The higher moisture in HRP (Table III) due to the syrup solution used to prepared the product could be the cause of the lower hardness intensity.

Johnsen *et al.* (1988) developed a basic lexicon for the description of peanut flavor. The lexicon is intended to provide a means of communication among the peanut grower, the peanut industry, the peanut researcher and peanut manufacturers. The roasted peanuty attribute is used to characterize the typical roasted peanut flavor. Roasted peanuty flavor can be attributed to the presence of pyrazines (Buckholz and Daun, 1981; Crippen *et al.*, 1992). Bett and Boylston (1992) found that roasted peanuty flavor intensity and alkylpyrazines decreased in stored roasted peanuts. Warner *et al.* (1996) and

Brannan *et al.* (1999) also found that roasted peanuty flavor decreased in stored roasted peanuts. Meilgaard *et al.* (1991) reported a roasted peanuty intensity of 7 in an scale of 1-15 points equivalent to 70 in a scale of 0-150 points for American peanuts. Grosso and Resurreccion (2002) found that the roasted peanuty intensity was 67 and 63 in Roasted Peanuts and Cracker Coated Peanuts, respectively, also in American peanuts. In this work, the intensities of roasted peanuty in HRP and RP were 55.08 and 48.28, respectively. Another important attribute used to characterize the flavor of peanuts is sweet. This attribute showed an intensity of 14.58 in RP. In American Peanuts, the intensity of sweet attribute was 7 (Grosso and Resurreccion, 2002). These results indicate that the flavor of American peanuts is clearly different from Argentinean peanuts especially for the intensities of sweet and roasted peanuty attributes.

Oxidize, cardboard and painty flavors are sensory attributes associated with chemical changes occurring during the lipid oxidation (Warner *et al.*, 1996). Bett and Boylston (1992) detected that cardboard flavor intensity had a linear increase across storage time in roasted peanuts. Muego-Gnanasekharan and Resurreccion (1992) detected that oxidized and cardboard flavor intensities exhibited a linear increase during storage time in peanut paste. Warner *et al.* (1996) observed that oxidized flavor intensity increased during storage time in ground roasted peanuts. In this work, the intensity of oxidize and cardboard in RP and HRP were very low because the analyzed products were fresh without storage.

### ACKNOWLEDGEMENTS

We want to thank Lorenzati, Ruetsch and CIA from Ticino, Córdoba, Argentina for providing the peanuts. This work was supported by SECYT-UNC.

### REFERENCES

- Ahmed, E. H. and Youngen, C. T. (1982). Composition, Quality, and Flavor of Peanuts in *Peanut Science and Technology*, p. 655-688, H. E. Pattee and C. T. Young, (Eds.), American Peanut Research and Education Society Inc., Yoakum, Texas, USA.
- Asiedu, J. J. K. B. (1994). Industrial Utilization and Processing in *The Groundnut Crop*, p. 480-508, J. Smartt, (Ed.), Chapman & Hall, London, UK.
- AOAC (1980). Official Methods of Analysis, 13th ed., W. Horwitz, (Ed.), Association of Official Analytical Chemists., Washington, DC., USA.
- Baker, A. R., Baldwin, E. A. and Nisperos-Carriedo, M. O. (1994). Edible coatings and films for processed foods in *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality*, p. 89-104, J. M. Krochta, A. R. Baldwin, and M. O. Nisperos-Carriedo, (Eds.), Technomic Publ. Co., Lancaster, Pensilvania, USA.
- Bansal, U. K., Satija, D. R. and Ahuja K. L. (1993). Oil composition of diverse groundnut (*Arachis hypogaea* L.) genotypes in relation to different environments. *J. Sci. Food Agric.* **63**, 17-19.
- Bett, K. L. and Boylston, T. D. (1992). Effect of storage on roasted peanut quality in *Lipid Oxidation in Food*, p. 322-343, A. J. St. Angelo, (Ed.), ACS Symposium Series 500, American Chemical Society., Washington, DC, USA.
- Brannan, G. L.; Koehler, P. E. and Ware, G. O. (1999). Physico-chemical and sensory characteristics of defatted roasted peanuts during storage. *Peanut Sci.*, **26**, 44-53.
- Buckholz, L. L. and Daun, H. (1981). Instrumental and sensory characteristics of roasted peanut flavor volatiles in *Quality of selected fruits and vegetables*, p. 163-181, R. Teranishi, H. Barrera-Benitez, (Eds.), ACS Symposium Series 170, American Chemical Society., Washington, DC, USA.
- Crippen, K. L.; Vercellotti, J. R.; Lovegren, N. V.; Sanders, T. H. (1992). Defining roasted peanut flavor quality. Part. 2. Correlation of GC volatiles and sensory flavor attributes in *Food Science and Human Nutrition.*, p. 211-227, G. Charalambous, (Ed.), Elsevier Science Publisher BV., Amsterdam.
- Gills, L. A. and Resurreccion, A. V. A. (2000). Sensory and physical properties of peanut butter treated with palm oil and hydrogenated vegetable oil to prevent oil separation. *J. Food Sci.*, **65**, 173-180.
- Grosso, N. R. and Guzmán, C. A. (1995). Chemical composition of aboriginal peanut (*A. hypogaea*) seeds from Perú. *J. Agric. Food Chem.*, **43**, 102-105.
- Grosso, N.R. and Resurreccion, A.V.A. (2002). Predicting consumer acceptance ratings of cracker-coated and roasted peanuts from descriptive analysis and hexanal measurements. *J. Food Sci.*, **67**, 1530-1537.
- Johnsen, P. B.; Civille, G. V.; Vercellotti, J. R.; Sanders, T. H. and Dus, C. A. (1988). Development of a lexicon for the description of peanut flavor. *J. Sensory Studies*, **3**, 9-17.
- Meilgaard, M.; Civille, G. V. and Carr, B. T. (1991). Sensory Evaluation Techniques. 2<sup>nd</sup> ed., CRC Press Inc., Boca Raton, Florida.
- Muego-Gnanasekharan, K. F. and Resurrección, A. V. A. (1992). Physicochemical and sensory characteristic of peanut paste stored at different temperatures. *J. Food Sci.*, **57**, 1385-1389.
- Peryam, D. R. and Pilgrim, F. J. (1957). Hedonic scale method of measuring food preferences. *Food Technol.*, **11**, 9-14.
- Plemmons, L. E. and Resurreccion, A. V. A. (1998). A warm-up sample improves reliability of responses in descriptive analysis. *J. Sensory Studies*, **13**, 359-376.
- Resurreccion, A. V. A. (1998). Consumer Sensory Testing for Product Development. Aspen Publisher Inc., Gaithersburg, Maryland.
- St. Angelo, A. J. (1996). Lipid oxidation in food. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **36**, 175-224.
- Warner, K. J. H.; Ddimick, P. S.; Ziegler, G. R.; Mumma, R.O. and Hollender, R. (1996). Flavor-fade and off flavor in ground roasted peanuts as related to selected pyrazines and aldehydes. *J. Food Sci.*, **61**, 496-472.
- Woodroof, J. G. (1983). Peanuts. Production, Processing, Products. 3<sup>rd</sup> Ed. AVI Publishing Company Inc., Westport, Connecticut.
- Young, C. T. and Hammons, R. O. (1973). Variations in the protein levels of a wide range of peanut genotypes (*Arachis hypogaea* L.). *Oleagineux*, **28**, 293-297.

# Grasas y aceites

International Journal of Fats and Oils

Volumen 59

N.º 2

abril-junio 2008

Sevilla (España)

ISSN: 0017-3495



INSTITUTO DE LA GRASA

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

## Chemical composition and sensory analysis of roasted peanuts coated with prickly pear and algarrobo pod syrups

By V. Nepote<sup>2</sup>, M. G. Mestrallet<sup>1</sup>, R. H. Olmedo<sup>1</sup>, L. C. Ryan<sup>3</sup>, S. Conci<sup>3</sup> and N. R. Grosso<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Química Biológica, Facultad de Ciencias Agropecuarias (UNC), IMBIV-CONICET, CC 509, 5000 Córdoba, Argentina.

<sup>2</sup> ICTA, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, IMBIV-CONICET, Córdoba, Argentina.

<sup>3</sup> Escuela de Nutrición, Facultad de Ciencias Médicas (UNC), Córdoba, Argentina.

\* Corresponding autor: nrgrasso@agro.uncor.edu

### RESUMEN

#### Análisis químico y sensorial de maní tostado cubierto con arrope de tuna y de algarrobo.

El objetivo del trabajo fue determinar la composición química, atributos sensoriales y la aceptabilidad del maní tostado cubierto con arrope de tuna (RP-P) y de Algarrobo (RP-A). El maní tostado sin cobertura presentó el mayor contenido de aceite (50,4%) en comparación con los maníes cubiertos, RP-P y RP-A (45,3% y 46,7%, respectivamente). RP-P y RP-A mostraron menor porcentaje de proteína y mayor contenido de hidratos de carbonos que RP. Estos resultados afectaron los valores energéticos de los productos: 6,14 kcal/g in RP-P, 6,24 kcal/g in RP-A y 6,42 kcal/g in RP. En la prueba de consumidores, RP y RP-P tuvieron mayor aceptabilidad para los atributos color, textura y sabor que en RP-A. En la prueba descriptiva, RP-P y RP-A mostraron mayores intensidades en los atributos sensoriales de color marrón, rugosidad, brillo, pulverulencia, dulzor y salado y menor intensidad en sabor crudo/poroto que en RP. Las intensidades del sabor a maní tostado y de los atributos de texturas en el análisis descriptivo no fueron afectadas por la presencia de la cobertura de arrope.

**PALABRAS-CLAVE:** Aceptabilidad – Algarrobo – Arrope – Maní – Sensorial – Tuna.

### SUMMARY

#### Chemical composition and sensory analysis of roasted peanuts coated with prickly pear and algarrobo pod syrups.

The objective of this work was to determine the chemical composition, sensory attributes and consumer acceptance of roasted peanuts coated with prickly pear (RP-P) and "algarrobo" pod syrups (RP-A). Roasted peanuts (RP) without coating had the highest oil content (50.4%) in comparison with the coated products RP-P and RP-A (45.3% and 46.7%, respectively). RP-P and RP-A showed lower protein percentage and higher carbohydrate content than RP. These results affected the energy values of the products: 6.14 kcal/g in RP-P, 6.24 kcal/g in RP-A and 6.42 kcal/g in RP. In the consumer test, RP and RP-P had higher consumer acceptance for the attributes of color, texture and flavor than RP-A. In the descriptive analysis, RP-P and RP-A showed higher intensity ratings in brown color, roughness, glossy, powdery, sweetness, and salty sensory attributes and

lower intensity ratings in raw/beany flavor than in RP. The intensity of roasted peanutty flavor and the texture attributes in the descriptive analysis were not affected for the pod syrup coating.

**KEY-WORDS:** Acceptability – Algarrobo – Peanuts – Prickly pear – Sensory.

### 1. INTRODUCTION

Peanut-containing foods had high consumer acceptance because of their unique roasted peanut flavor. Peanuts are continually applied for the preparation of new and improved food products (Woodroof, 1983). A large proportion of peanut production in the world is destined to domestic foods such as peanut butter, salted peanut products, confections, and roasted. The rest of the peanut production is utilized as an edible oil source of high quality (Ahmed and Young, 1982).

Peanut kernels contain approximately 50-55% oil, 25-28% protein, 19-21% carbohydrates and 2.3-2.5% ashes (Grosso and Guzman, 1995). Due to their high matter content, peanuts are rich in energy but are susceptible to developing rancidity and off-flavours through lipid oxidation because of their composition rich in polyunsaturated fatty acid with 30-35% and 45-50% of the oil being linoleic and oleic acids, respectively (St Angelo, 1996; Frankel, 2005). Edible coatings in peanut products may prevent moisture loss and oxygen diffusion and be used as a vehicle for additives such as antioxidants and flavoring agents and improve consumer acceptance for applying flavoring (Grosso and Resurreccion, 2002). In this sense, coatings with a high content of carbohydrate are an alternative. In previous works, honey was used in the coating showing positive results in relation to consumer acceptance and sensory and chemical stability (Nepote *et al.*, 2004; Mestrallet *et al.*, 2004; Nepote *et al.*, 2006b).

Prickly pear (*Opuntia ficus-indica*) is original from Mexico and the Caribbean and has

importance in arid regions of Argentina because of its adaptability potential to different environmental conditions without cultivation care. Many products and sub-products are obtained from this specie. It is used in Argentina as forage in animal feeding and food for human consumption such as fresh fruit and cooked products (syrup, jelly and marmalade). Some prickly pear products also have medicinal properties (cough treatment, flower infusion as diuretic). The fresh fruits have the following composition: 0.8% protein, 0.7% lipids, 0.19% pectin, 0.1% fiber, 6% carbohydrates, 90% water and 60 mg/100g fruit vitamin C. For producing pod syrup, the fruits are processed by cooking the juice until the sugar is concentrated, then a sweet and dark syrup called "arope de tuna" is prepared. Its consistence is similar to honey and has a sweet flavor and high energy value. This is a traditional, artisan product consumed on a low scale by regional people from Argentina (Demaio *et al.*, 2002).

The Algarrobo tree (*Prosopis spp*) is found in America, Africa and West Asia. In Argentina, the *Prosopis* specie is located in the western and central arid regions of the country. The pods have 6% moisture, 59% carbohydrates, 9% proteins, 3% lipids, 20% fiber, 3% ashes, 0.3% calcium and 0.1% phosphorous. The fruits of the Algarrobo are edible for human beings. Because of their high sugar content, different products were obtained from the pods. One of them is a kind of flour called "patay" in Argentina. Another product elaborated with the fruit is a kind of syrup called "arope de algarrobo". This dark and thick syrup is obtained by boiling the pods until the sugars of the fruit are concentrated (Astudillo *et al.*, 2000; Demaio *et al.*, 2002).

The objective of this work was to determine the chemical composition, sensory attributes and consumer acceptance of roasted peanuts coated with prickly pear and "algarrobo" pod syrups.

## 2. MATERIALS AND METHODS

### 2.1. Materials

Sound, mature seeds of blanched peanuts (*Arachis hypogaea* L.) type Runner, size 38/42 kernels per oz (2004 crop) were provided by the company, Lorenzati, Ruetsch y Cia from Ticino, Córdoba province, Argentina. Before processing, peanuts were inspected and damaged or bruised kernels were manually removed.

Syrups (in Spanish called "Arropes") elaborated from fruits of *Opuntia ficus-indica* (prickly pear) and *Prosopis nigra* (algarrobo negro) were provided by the Company "Gran Diet", Córdoba, Argentina.

### 2.2. Product Elaboration

**Roasted peanuts (RP).** Blanched peanuts were roasted at 140 °C in an oven (Memert, model 600, Schwabach, Germany) for 30 min. Peanuts were

heated to a medium roast measured as an average Hunter color Lightness (L) value of  $50 \pm 1.0$  (Johnsen *et al.*, 1988).

**Roasted peanuts coated with prickly pear pod syrup (RP-P).** This product was prepared with 85% RP and 5% prickly pear pod syrup and 10% dried-solid mixture (w/w/w). A dried-solid mixture was elaborated with 70% impalpable sucrose, 20% impalpable salt and 10% corn starch (w/w/w). RP were placed into the stainless steel coating pan rotating at 28 rpm. Then the syrup was applied to the RP. Finally, the dried-solid mixture was poured onto the coating pan to separate the kernels.

**Roasted peanuts coated with "algarrobo" pod syrup (RP-A).** This product was prepared using the same procedure described for RP-P: 85% RP, 5% "algarrobo" pod syrup and 10% dried-solid mix (w/w/w).

### 2.3. Determination of oil, ash, protein, and carbohydrate contents of the peanut products

Three samples (5 g) from each peanut product (RP, RP-P and RP-A) were examined for moisture, lipid, protein, ash and carbohydrate contents. The kernels were selected at random. The moisture content was determined by the method 27.005 (AOAC, 1980). Kernels were milled and the oil was extracted for 16 h with petroleum ether (boiling range 30-60 °C) in a Soxhlet apparatus. The lipid percentage was determined by weight difference. Ash and nitrogen contents were determined according to the AOAC methods 27.009 and 27.007, respectively (AOAC, 1980). Ash was performed by incineration in a muffle furnace at 525 °C. The nitrogen content was estimated according to the Kjeldahl method and converted to protein percentage by using the conversion factor 5.46 (method 27.007, AOAC, 1980). The carbohydrate content was estimated by calculating its difference from the other components using the following formula (Mestrallet *et al.*, 2004): carbohydrate content = 100% - (% protein + % oil + % ash).

### 2.4. Sensory Methods

**a) Consumer Analysis.** The panellists (n = 100) were from Cordoba (Argentina) and were recruited according to the following criteria: a) ages between 18 and 65, b) non-smokers, c) people without food allergies and d) people who consumed roasted peanuts and/or peanut products at least twice a week. For sample evaluation, 5 g of the peanut samples were placed into plastic cups with lids coded with 3 digit random numbers. Samples consisting of fresh RP, RP-P and RP-A (3 replicates of each) were served to each panelist (Resurreccion, 1998). Samples were presented to panellists in random order during the test day. Samples were presented with water and paper



ballots on a plastic tray. Panellists were instructed to consume the whole sample and rinse their mouths with water between samples to minimize any residual effect (Grosso and Resurreccion, 2002). A 5-point hedonic scale ranging from 1 = dislike it very much to 5 = like it very much was used to evaluate acceptance from the RP, RP-P and RP-CB samples for the attributes of color, texture and flavor (Meilgaard *et al.*, 1991).

**b) Descriptive Analysis.** A total of 12 trained panellists (9 female and 3 male) participated for the descriptive analysis of peanut products (RP, RP-P and RP-A). All panellists had 4 years of experience evaluating peanut products and were selected according to the following criteria: a) people with natural dentition, b) people without food allergies, c) non-smokers, d) people between the ages of 18-64, e) people who consume roasted peanuts and/or peanut products at least once a month, f) people available for all sessions, g) people interested in participating, and h) people able to verbally communicate their observations regarding the product (Plemmons and Resurreccion, 1998). Before being qualified, all panellists showed a perfect score in a taste sensitivity test and the ability to identify 5 of 7 commonly found food flavors.

All 12 panellists were trained and participated in 4 training sessions over 4 days. Each training session lasted 2 h. Descriptive analysis test procedures as described by Meilgaard *et al.* (1991), Grosso and Resurreccion (2002) and Nepote *et al.* (2006a) were followed to train the panellists. Panellists evaluated samples using a "hybrid" descriptive analysis method consisting of the Quantitative Descriptive Analysis (Tragon Corp.,

Redwood City, Calif., U.S.A.) and the Spectrum™ Analysis Methods (Sensory Spectrum, Inc., Chatham, N.J., U.S.A.). A 150 mm unstructured line scale was used (Plemmons and Resurreccion, 1998). A list of definitions (Table 1) and a sheet with warm-up and reference intensity ratings (Table 2) were developed during the training sessions (Grosso and Resurreccion, 2002; Mestrallet *et al.*, 2004). The attribute definitions were based on a peanut lexicon (Johnsen *et al.*, 1988).

All samples were evaluated in partitioned booths under fluorescent light at room temperature. Ten grams of product sample were placed into plastic cups with lids coded with 3 digit random numbers. Panellists evaluated 12 samples per day plus a warm-up sample. The final lists of warm-up and reference intensity ratings and definitions (Table 1 and 2) were posted in the booths for all test sessions (Grosso and Resurreccion, 2002). Samples were tested using a complete randomized block design. The data were registered on paper ballots.

## 2.5. Statistical Analysis

The data were analyzed using the InfoStat software, version 1.1 (Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba). All analyses were performed in three repetitions. Means and standard deviations were calculated. Analysis of variance and Duncan test were used to detect significant differences ( $\alpha = 0.05$ ) in consumer responses, sensory attribute ratings and chemical analysis measurements.

Table 1  
Definitions of attributes to describe roasted peanuts and roasted peanuts coated with prickly pear and "algarrobo" pod syrups

Attribute <sup>a</sup>	Definition
<i>Appearance</i>	
1- Brown Color	The intensity or the strength of brown color from light to dark brown.
2- Roughness	The appearance associated with uneven surface.
3- Glossy	The appearance associated with the amount of light reflected by the product surface.
4- Powdery	The appearance associated with the amount of powder particles on the surface.
<i>Aromatics</i>	
5- Roasted Peanuty	The aroma associated with medium roasted peanuts.
6- Oxidized	The aroma associated with rancid fats and oils.
7- Cardboard	The aroma associated with wet cardboard.
8- Raw/Beany	The aroma associated with raw peanuts having green bean character.
<i>Tastes</i>	
9- Sweetness	Taste on the tongue associated with sucrose solutions.
10- Salty	Taste on the tongue associated with sodium chloride solutions.
11- Sour	Taste on the tongue associated with acidic agents such as citric acid solutions.
12- Bitterness	Taste on the tongue associated with bitter solutions such as caffeine.
<i>Texture</i>	
13- Hardness	Force needed to compress a food between molar teeth.
14- Crunchiness	Force needed and amount of sound generated from chewing a sample with molar teeth.
15- Tooth Pack	The amount of sample left in or on teeth after chewing.

<sup>a</sup> Attributes listed in order as perceived by panelists.

Table 2  
**Standard reference and warm up intensity ratings used in the descriptive analyses of roasted peanuts and roasted peanuts coated with prickly pear and "algarrobo" pod syrups**

Attribute	Reference	Reference intensity <sup>a</sup>	Warm up intensity <sup>a, b</sup>
<i>Appearance</i>			
1- Brown Color	Cardboard.	46	38
2- Roughness	Corn flakes (Granix, Buenos Aires, Argentina).	93	36
3- Glossy	White Bean (Salta, Argentina)	64	15
4- Powdery	Blanched Peanuts (Lorenzati, Ruestch y CIA, Córdoba, Argentina) with 5% wheat flour.	79	11
<i>Aromatics</i>			
5- Roasted Peanuty	Dry roasted peanuts (JL SA, Ticino, Cordoba, Argentina).	69	57
6- Oxidized	Rancid peanuts.	82	6
7- Cardboard	Moist cardboard.	66	12
8- Raw/Beany	Raw blanched peanuts (Lorenzati, Ruestch y CIA, Córdoba, Argentina).	75	17
<i>Tastes</i>			
9- Sweetness	2% sucrose solution.	20	17
	5% sucrose solution.	50	
	10% sucrose solution.	100	
	15% sucrose solution.	150	
10- Salty	0.2% NaCl solution.	25	12
	0.35% NaCl solution.	50	
	0.5% NaCl solution.	85	
11- Sour	0.05% citric acid solution.	20	7
	0.08% citric acid solution.	50	
	0.15% citric acid solution.	100	
12- Bitterness	0.05% caffeine solution.	20	9
	0.08% caffeine solution.	50	
	0.15% caffeine solution.	100	
<i>Texture</i>			
13- Hardness	Almonds (Grandiet, Córdoba, Argentina).	69	47
14- Crunchiness	Corn flakes (Granix, Buenos Aires, Argentina).	110	62
15- Tooth Pack	Raw Blanched Peanuts (Lorenzati, Ruestch y CIA, Córdoba, Argentina).	90	55

<sup>a</sup> Intensity ratings are based on 150 mm unstructured line scales. <sup>b</sup> Medium (lightness value, L = 50 ± 1) roasted peanuts (Blanched, size 40/50, type Runner).

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

#### 3.1. Oil, ash, protein, and carbohydrate contents in the peanut products

Peanuts contain about 50 to 55% oil and 25 to 28% protein (Ahmed and Young, 1982). For this reason, peanuts make an important contribution to the human diet in many countries for their nutritional benefits to consumers. Therefore, it is important to know the chemical composition of a peanut product. The oil, protein, ash and carbohydrate contents of the roasted peanuts and roasted peanuts coated with prickly pear and "algarrobo" pod syrups are presented in Figure 1. The products coated with syrup (RP-P and RP-A) showed significant differences ( $\alpha = 0.05$ ) in protein, oil and carbohydrate contents with respect to RP. Roasted

peanuts had the highest oil content (50.4%) in comparison with the coated products RP-P and RP-A (45.3% and 46.7%, respectively). RP-P and RP-A showed lower protein contents (24.6% and 24.1%, respectively) than RP (27.0%). On the contrary, RP-P and RP-A had higher carbohydrate contents (27.3% and 26.9%, respectively) than RP (20.3%). These differences observed in the chemical composition of the products were statistically significant. The coating layer for RP-P and RP-A was 15% (5% pod syrup + 10% dried-solid mix). This layer is rich in carbohydrates constituted by sugar and pod syrups. This coating layer composition affected the chemical composition of the products making RP-P and RP-A higher in carbohydrate content and lower in protein and oil percentages. In addition, these results affected the energy values of the products. Lipids are the main



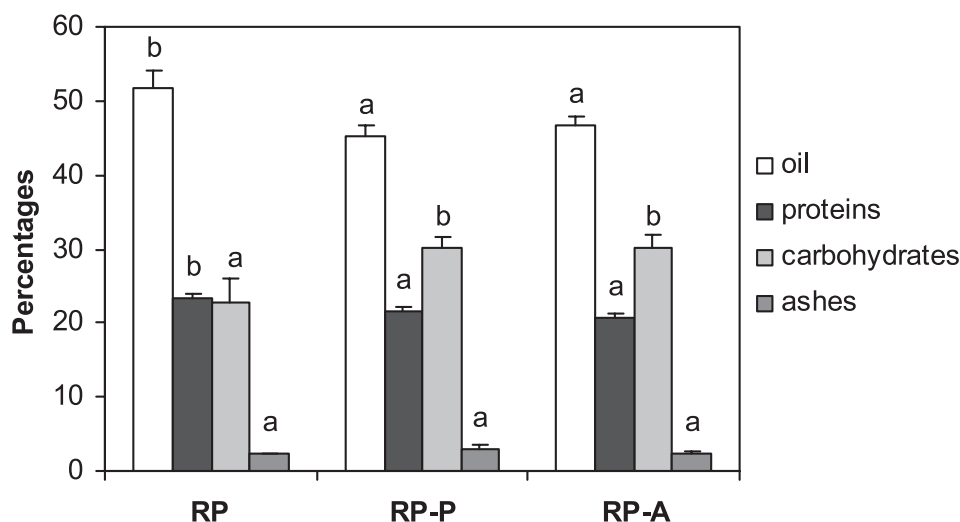


Figure 1  
 Oil, protein, ash and carbohydrate percentages in roasted peanuts (RP) and roasted peanuts coated with prickly pear (RP-P) and "algarrobo" (RP-A) pod syrups.  
 \* Bar of the same component with the same letter among peanut products are not significantly different at  $\alpha = 0.05$ .

source of calories; so RP-P (6.14 kcal/g) and RP-A (6.24 kcal/g) had lower energy values than RP (6.43 kcal/g). Mestrallet *et al.* (2004) reported similar results in roasted peanuts coated with honey (honey roasted peanuts) where the protein, lipid and carbohydrates contents were 22.06%, 45.6% and 28.22%, respectively.

### 3.2. Consumer Analysis

Consumer testing is one of the most important activities in product development. The primary purpose of consumer testing is to assess the personal response by current and potential customers of a product, product ideas, or specific product characteristics. Consumer evaluation concerns itself with testing certain products using untrained people who are or will become the ultimate users of the product. Consumer testing is necessary throughout the various stages of the product cycle. These stages include the development of the product itself, product maintenance, product improvement and optimization, and assessment of market potential (Resurreccion, 1998). In this study, the consumer test was conducted to detect differences between products. The answer percentage means for each point in the hedonic scale of flavor, color and texture acceptance and general averages from the consumer test for RP and RP-P and RP-A are presented in Table 3. For flavor acceptance, significant differences ( $\alpha = 0.05$ ) in the answer percentage means were found between the products in points 1 (dislike very much) and 5 (like very much) on a 5-point hedonic scale. The answer percentages in point 5 were higher for RP. The flavor acceptance mean (general average) was higher for RP and significantly different with respect to RP-A. In color

acceptance, significant differences in the answer percentage means were found between the products in points 1 (dislike very much), 2 (dislike moderately), 3 (neither like nor dislike) and 5 (like very much) on a 5-point hedonic scale. The answer percentages in points 3 and 5 were higher for RP. The color acceptance mean (general average) was higher for RP and significantly different with respect to RP-A. In texture acceptance, significant differences in the answer percentage means were found between the products in all points of the 5-point hedonic scale. In general, the texture acceptance (general average) was higher for RP and significantly different with respect to RP-A.

The results of the consumer test showed that the roasted peanuts coated with pod syrups (RP-P and RP-A) have good acceptability for flavor, color and texture acceptance in the consumer test because the acceptability of the flavor, color and texture attributes were higher than point 3 (neither like nor dislike) on the hedonic scale of 5 points. The pod syrup ("arropo") from prickly pear and "algarrobo" is a traditional food in the northwest of Argentina. People in that Argentinean region have high preference for this food. People from other Argentinean regions have not developed the liking for pod syrups. For this reason, these people do not have preference for this flavor. The province of Córdoba is between the northwest and the center of Argentina. Probably, the diversity of preference in people from this area lead to a variable rating on the 5-point hedonic scale from the consumer test. In this work, it was observed that some consumer panellists gave high ratings to roasted peanuts coated with pod syrups in the consumer test and these same panelists gave lower ratings to roasted peanuts without coating and viceversa; some

Table 3  
Means of answer percentage for each point in hedonic scale and general average of the flavor, color and texture acceptance from consumer tests of roasted peanuts (RP) and roasted peanuts coated with prickly pear (RP-P) and "algarrobo" (RP-A) pod syrups

	RP	RP-P	RP-A
<i>For flavor</i>			
1- Dislike Very Much <sup>1,2</sup>	8.67 ± 0.75a	11.33 ± 2.72b	12.00 ± 2.15b
2- Dislike Moderately <sup>1,2</sup>	10.33 ± 1.62a	12.67 ± 2.16a	14.67 ± 2.72a
3- Neither Like nor Dislike <sup>1,2</sup>	20.00 ± 3.89a	23.00 ± 3.62a	28.67 ± 3.79a
4- Like Moderately <sup>1,2</sup>	24.67 ± 3.56a	25.33 ± 3.27a	23.33 ± 3.12a
5- Like Very Much <sup>1,2</sup>	36.33 ± 4.89a	27.67 ± 3.19ab	21.33 ± 2.99b
General Average <sup>2,3</sup>	3.71 ± 1.28a	3.45 ± 1.53ab	3.27 ± 1.47b
<i>For color</i>			
1- Dislike Very Much <sup>1,2</sup>	2.67 ± 0.27a	8.33 ± 2.61b	10.00 ± 2.07b
2- Dislike Moderately <sup>1,2</sup>	8.33 ± 2.53a	8.67 ± 1.35a	11.67 ± 2.43b
3- Neither Like nor Dislike <sup>1,2</sup>	35.00 ± 4.56a	29.00 ± 3.97b	30.67 ± 4.28b
4- Like Moderately <sup>1,2</sup>	23.67 ± 2.91a	27.33 ± 4.16a	24.33 ± 3.16a
5- Like Very Much <sup>1,2</sup>	30.33 ± 4.73a	26.67 ± 3.19ab	23.33 ± 2.08b
General Average <sup>2,3</sup>	3.71 ± 1.08a	3.55 ± 1.20ab	3.39 ± 1.29b
<i>For texture</i>			
1- Dislike Very Much <sup>1,2</sup>	3.67 ± 0.77a	8.33 ± 2.81b	10.00 ± 2.00b
2- Dislike Moderately <sup>1,2</sup>	7.67 ± 2.53a	10.33 ± 2.85b	11.67 ± 2.33b
3- Neither Like nor Dislike <sup>1,2</sup>	36.00 ± 4.36a	26.67 ± 4.01b	27.67 ± 4.08b
4- Like Moderately <sup>1,2</sup>	25.33 ± 3.51a	31.00 ± 4.27b	27.33 ± 3.53ab
5- Like Very Much <sup>1,2</sup>	27.33 ± 4.53a	23.67 ± 3.79ab	22.33 ± 3.08b
General Average <sup>2,3</sup>	3.65 ± 1.04a	3.51 ± 1.18ab	3.36 ± 1.29b

<sup>1</sup> Hedonic scale of 5 points (Meilgard et al 1991). <sup>2</sup> Mean followed by the same letter within each row are not significantly different at  $\alpha = 0.05$ . <sup>3</sup> General averages corresponding to the mean value from the all consumer answers in a hedonic scale of 5 points.

consumer panellist gave high ratings to RP and lower ratings to RP-P and RP-A. In other works, higher overall acceptance in other peanut products like cracker coated peanuts (Grosso and Resurreccion, 2002) and honey roasted peanuts (Mestrallet *et al.*, 2004) were also found.

### 3.3. Descriptive Analyses

The mean values of the sensory attribute intensities from the descriptive analysis in RP, RP-P and RP-A are presented in Table 4. Fifteen sensory attributes were described by the panellists of the trained sensory panel in the peanut products analyzed. The attributes are the following: for appearance: brown color, roughness, glossy and powdery; for aroma: roasted peanutty, oxidized, cardboard and raw/beany; for taste: sweetness, salty, bitterness and sour; and for texture: hardness, crunchiness and tooth pack.

The samples showed significant differences ( $\alpha = 0.05$ ) in some described sensory attributes. RP-P and RP-A showed higher intensity ratings in the following attributes: brown color, roughness, glossy, powdery, sweetness, and salty and lower intensity rating in raw/ beany flavor than in RP. RP-A had higher intensity ratings in brown color and lower intensity rating in the glossy appearance attribute and sweet taste than RP-P.

The intensity of roughness and powdery sensory attributes were higher in RP-P and RP-A

due to the coating layer of pod syrup with sugar and salt. Roasted peanutty flavor is the attribute used to characterize peanut flavor in peanut products (Johnsen *et al.*, 1988). This attribute did not show significant differences between samples. This result indicates that the intensity of this attribute was not covered up by other attributes like sweet and salty. Mestrallet *et al.* (2004) found that the intensity of roasted peanutty flavor in honey roasted peanuts was partially covered up by the flavor produced by the ingredients used in the coating layers.

Johnsen *et al.* (1988) developed a basic lexicon for the description of peanut flavor. The lexicon is intended to provide a means of communication among the peanut grower, the peanut industry, the peanut researcher and the peanut manufacturers. The roasted peanutty attribute is used to characterize the typical roasted peanut flavor. Roasted peanutty flavor can be attributed to the presence of pyrazines (Buckholz and Daun, 1981; Crippen *et al.*, 1992). Bett and Boylston (1992) found that roasted peanutty flavor intensity and alkylpyrazines decreased in stored roasted peanuts. Warner *et al.* (1996), Brannan *et al.* (1999) Nepote *et al.* (2006b) also found that roasted peanutty flavor decreased in stored roasted peanuts. Meilgaard *et al.* (1991) reported a roasted peanutty intensity of 7 on a scale of 1-15 points equivalent to 70 on an scale of 0-150 points measured by a trained panel in roasted peanuts from America. Grosso and Resurreccion (2002)

Table 4  
Means of sensory attribute intensities from descriptive analyses in roasted peanuts (RP) and roasted peanuts coated with prickly pear (RP-P) and "algarrobo" (RP-A) pod syrups

Sensory attributes	RP <sup>a</sup>	RP-P <sup>a</sup>	RP-A <sup>a</sup>
<i>Appearance</i>			
1- Brown Color	17.3 ± 3.5 A	24.7 ± 5.5 B	29.2 ± 6.7 C
2- Roughness	30.9 ± 7.3 A	48.8 ± 10.8 B	49.3 ± 9.0 B
3- Glossy	13.7 ± 4.5 A	19.3 ± 9.5 C	17.3 ± 6.2 B
4- Powdery	8.8 ± 6.8 A	18.4 ± 7.9 B	19.7 ± 9.0 B
<i>Aromatics</i>			
5- Roasted Peanuty	51.4 ± 11.9 A	49.4 ± 9.8 A	49.9 ± 10.4 A
6- Oxidized	3.6 ± 1.4 A	3.2 ± 2.5 A	3.8 ± 3.2 A
7- Cardboard	6.3 ± 5.9 A	5.7 ± 3.7 A	6.5 ± 6.1 A
8- Raw/Beany	11.2 ± 5.6 B	4.9 ± 3.4 A	4.4 ± 3.6 A
<i>Tastes</i>			
9- Sweetness	14.7 ± 6.1 A	29.2 ± 6.3 C	26.5 ± 5.3 B
10- Salty	8.2 ± 3.4 A	14.5 ± 5.3 B	12.3 ± 4.2 A
11- Sour	3.3 ± 2.3 A	5.3 ± 2.8 A	4.7 ± 3.5 A
12- Bitterness	5.8 ± 3.5 A	5.6 ± 3.1 A	5.5 ± 3.0 A
<i>Texture</i>			
13- Hardness	47.8 ± 4.6 A	45.9 ± 7.4 A	45.1 ± 4.9 A
14- Crunchiness	55.5 ± 7.6 A	54.9 ± 8.5 A	54.3 ± 7.3 A
15- Tooth pack	50.9 ± 10.1 A	49.9 ± 11.1 A	50.6 ± 10.2 A

<sup>a</sup> Mean followed by the same letter within each row are not significantly different at  $\alpha = 0.05$ .

found that the roasted peanuty intensity was 67 and 63 in Roasted Peanuts and Cracker Coated Peanuts, respectively, also in peanut products prepared with American peanuts. In this work, the intensities of roasted peanuty in RP, RP-P and RP-A were 51.4 49.4 and 49.9, respectively.

Another important attribute used to characterize the flavor of peanuts is sweetness. This attribute showed an intensity of 14.7 in RP, 29.2 in RP-P and 26.5 in RP-A measured in an unstructured line scale of 150 mm. Grosso and Resurreccion (2002) reported an intensity 7 in sweetness for roasted peanut prepared with American peanuts. The attributes, sweetness and salty had higher intensities in RP-P and RP-A because of their coating layer containing sugar and salt. The intensity ratings of these taste attributes could have influenced the results of consumer acceptability (Table 3).

Oxidized, cardboard and painty flavors are sensory attributes associated with chemical changes occurring during lipid oxidation (Warner *et al.*, 1996; Frankel, 2005). Bett and Boylston (1992) detected that cardboard flavor intensity had a linear increase across storage time in roasted peanuts. Muego-Gnanasekharan and Resurreccion (1992) detected that oxidized and cardboard flavor intensities exhibited a linear increase during storage time in peanut paste. Warner *et al.* (1996) observed that oxidized flavor intensity increased during storage time in ground roasted peanuts. In this work, the intensity of oxidized and cardboard flavors in RP, RP-P and RP-A were very low because the analyzed products were fresh without storage. This kind of coating in roasted peanuts like

honey in honey roasted peanuts improves the stability of the product by making it more resistant to lipid oxidation and the development of rancid flavors (Nepote *et al.* 2006b). These syrups could be used for increasing the shelf life of roasted peanuts, preventing a loss in sensory and nutritional quality.

The texture sensory attributes, hardness, crunchiness and tooth pack, have an important influence on the acceptability of peanut products (Meilgard *et al.*, 1991). In this work, these three texture attributes did not show significant differences between the peanut products. Therefore the coating layer composed of syrup, sugar and salt did not affect the texture of the final products. Similar results in the intensity ratings of these texture attributes were found by Grosso and Resurrección (2002) in roasted peanuts prepared with American peanuts and by Mestrallet *et al.* (2004) in roasted peanuts and honey roasted peanuts prepared with Argentinean peanuts.

#### 4. CONCLUSIONS

The results of this work indicate that the use of the coatings of prickly pear and "algarrobo" pod syrups in roasted peanuts are acceptable for the consumer. The intensity of roasted peanuty flavor, the more significant attribute for a peanut product, is not affected by the pod syrup coating. For this reason, this new product with a natural coating could be introduced into the market having good nutritional quality due to its main ingredient which is peanuts.

## ACKNOWLEDGMENT

This work was supported by CONICET, Agencia Córdoba Ciencia and SECYT-UNC.

## REFERENCES

- Ahmed EH, Young CT. 1982. Composition, quality, and flavor of peanuts en Pattee HE, Young CT. (Ed.) *Peanut Science and Technology*, 655-688. American Peanut Research and Education Society Inc., Yoakum, TX.
- AOAC. 1980. Official Methods of Analysis. Horwitz W. (Ed.), 13th ed., 435-440. *Association of Official Analytical Chemists*, Washington, DC.
- Astudillo L, Schmeda-Hirschmann G, Herrera JP, Cortés M. 2000. Proximate composition and biological activity of Chilean *Prosopis* species. *J Sci Food Agric*. **80** (5) 567-573.
- Bett KL, Boylston TD. 1992. Effect of storage on roasted peanut quality en St. Angelo AJ. (Ed.) *Lipid Oxidation in Food*, 322-343. ACS Symposium Series 500, American Chemical Society, Washington DC.
- Brannan GL, Koehler PE, Ware GO. 1999. Physicochemical and sensory characteristics of defatted roasted peanuts during storage. *Peanut Sci*. **26**, 44-53.
- Buckholz LL, Daun H. 1981. Instrumental and sensory characteristics of roasted peanut flavor volatiles en Teranishi R, Barrera-Benitez H. (Ed.) *Quality of Selected Fruits and Vegetables*, 163-181. ACS Symposium Series 170, American Chemical Society, Washington, DC.
- Crippen KL, Vercellotti JR, Lovegren NV, Sanders TH. 1992. Defining roasted peanut flavor quality, Part 2, Correlation of GC volatiles and sensory flavor attributes en Charalambous G. (Ed.) *Food Science and Human Nutrition*, 211-227. Elsevier Science Publisher BV, Amsterdam.
- Demaio P, Karlin UO, Medina M. 2002. Arboles Nativos del Centro de Argentina, 66-119. L.O.L.A (Literature of Latin America), Buenos Aires, Argentina.
- Frankel EN. 2005. *Lipid Oxidation*, 2nd Ed., 1-470. The Oily Press. Bridgewater, England.
- Grosso NR, Guzman CA. 1995. Chemical composition of aboriginal peanut (*A. hypogaea*) seeds from Peru. *J Agric Food Chem*. **43**, 102-105.
- 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.
- Johnsen PB, Civille GV, Vercellotti JR, Sanders TH, Dus CA. 1988. Development of a lexicon for the description of peanut flavor. *J Sensory Studies* **3**, 9-17.
- Meilgaard M, Civille GV, Carr BT. 1991. *Sensory Evaluation Techniques*, 2nd Ed., 135-235. CRC Press Inc, Boca Raton, Florida.
- Mestrallet MG, Carnacini L, Días MJ, Nepote V, Ryan L, Conci S, Grosso NR. 2004. Honey Roasted Peanuts and Roasted Peanuts from Argentina. Sensorial and Chemical Analyses. *Grasas Aceites* **55** (4) 401-408. Spain.
- Muego-Gnanasekharan KF, Resurrección AVA. 1992. Physicochemical and sensory characteristic of peanut paste stored at different temperatures. *J Food Sci*. **57**, 1385-1389.
- Nepote V, Mestrallet MG, Grosso NR. 2004. Natural Antioxidant Effect from Peanut Skins in Honey Roasted Peanuts. *J Food Sci*. **69** (7) 295-300.
- Nepote V, Mestrallet MG, Accietto RH, Galizzi M, Grosso NR. 2006a. Chemical and sensory stability of roasted high-oleic acid peanuts from Argentina. *J. Sci. Food Agric*. **86**, 944-952.
- Nepote V, Mestrallet MG, Ryan L, Conci S, Grosso NR. 2006b. Sensorial and Chemical Changes in Honey Roasted Peanuts and Roasted Peanuts Stored under Different Temperatures. *J. Sci. Food Agric*. **86**, 1057-1063.
- Plemmons LE, Resurreccion AVA. 1998. A warm-up sample improves reliability of responses in descriptive analysis. *J. Sensory Studies* **13**, 359-376.
- Resurreccion, A. V. A. (1998). *Consumer Sensory Testing for Product Development*. Aspen Publisher Inc. Gaithersburg, Maryland.
- St. Angelo AJ. 1996. Lipid oxidation in food. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* **36** (3), 175-224.
- Warner KJH, Dimick PS, Ziegler GR, Mumma RO, Hollender R. 1996. Flavor-fade and off flavor in ground roasted peanuts as related to selected pyrazines and aldehydes. *J. Food Sci*. **61**, 496-472.
- Woodroof JG. 1983. *Peanuts. Production, Processing, Products*. 3th edn., 8-10. AVI Publishing Company Inc., Westport, CT, USA.

Recibido: 8/11/08  
Aceptado: 10/1/08