

## CAPÍTULO 13



## UTILIZACIÓN Y TRANSFORMACIÓN INDUSTRIAL

Miguel Ellena D., Ing. Agrónomo Dr.  
Paola Sandoval F., Ing. Agrónomo  
Felipe Marchant C., Ing. Agrícola

## Introducción

El avellano (*Corylus avellana* L.) es uno de los frutales de nuez más importantes cultivados en el mundo, por sus propiedades nutritivas y nutraceuticas. Por sus características organolépticas, las avellanas son utilizadas como materia prima para la elaboración de diferentes alimentos en industrias como pastelería, chocolatería, heladerías y para fabricación de aceites, licores, postres, entre otros (Alasalvar *et al.*, 2010).

La avellana, originaria del Asia Menor, era conocida y consumida en la antigüedad. Las poblaciones del Neolítico las preferían en los meses invernales y los griegos las consumieron en abundancia. Teofrasto las menciona en sus escritos en el siglo IV A.C. A la vez, la dieta de los atletas griegos en las olimpiadas consideraba avellanas junto a grano turco y queso. En la antigua Roma era muy apetecida como fruta fresca o consumo directo, seca y tostada, y como componente de salsas para carnes.

### 13.1. Aspectos nutricionales

Las características nutricionales positivas de las avellanas son conocidas desde hace mucho tiempo, lo cual ha sido confirmado últimamente por estudios específicos. Destaca su aroma único, delicadeza, textura crocante y típico sabor, que la identifican como un producto insustituible en diversos usos o composiciones de alimentos.

La variedad, origen geográfico, año de cosecha y condiciones climáticas son algunos factores que influyen en la composición cualitativa y cuantitativa de las avellanas. Los manejos agronómicos que se efectúan en el huerto y el tipo de suelo junto a su nivel de fertilidad, entre otros factores pueden incidir por ejemplo, en el contenido de minerales del fruto. La presencia de algunos minerales y el contenido en ácidos grasos tienen un efecto importante sobre la estabilidad de las avellanas y en los productos que se obtienen de su transformación industrial. Algunos factores físico-químicos también pueden contribuir a su valorización, entre estos, es importante que el contenido lipídico no sea demasiado elevado y que la composición de los ácidos grasos confiera características organolépticas óptimas a la semilla tostada (durante el proceso de transformación industrial), limitando simultáneamente riesgos de enranciamiento durante la conservación de las avellanas o del producto de transformación obtenido a partir de éstas (Antoniazzi, 1996; Alphan *et al.*, 1997; Bignami *et al.*, 1999; Botta *et al.*, 1997).

Por otra parte, los procesos tecnológicos (transformación industrial), como el tostado de la avellana, producen modificaciones en sus características nutricionales y organolépticas. En estos cambios se considera la composición aminoacídica y su disponibilidad, contenido en vitaminas, ácidos grasos libres y estado de oxidación.

### 13.1.2. Principios nutricionales

Las avellanas son una importante fuente de energía, con elevado poder nutricional, con un alto nivel de macronutrientes, buen contenido de proteína y particularmente una elevada concentración de lípidos. La fracción lipídica es particularmente rica en ácido oleico y también presenta tocoferoles y fitoesteroles (Savage *et al.*, 1999; Giusti y Cannella, 2002). Según estudios realizados en Italia, 100 g de la parte comestible del fruto (semilla) tienen 655 calorías. El contenido de proteína es alrededor de 12,7-17,7% (dependiendo de las variedades) y presenta algunos aminoácidos esenciales (Bignami *et al.*, 1999). El porcentaje de carbohidratos es bajo, prácticamente el 50% de ellos corresponden a azúcares simples de rápida absorción por el organismo. El contenido en azúcares presenta valores cercanos al 4% del peso seco de la semilla, siendo la sacarosa aquella de mayor importancia (80%), (Botta *et al.*, 1997).

Por otra parte, su composición en fibra reviste gran importancia pues reduce la absorción de azúcares y grasas, mejorando la funcionalidad del aparato gastroentérico. Lo anterior permite proteger al organismo contra la carcinogénesis intestinal. El porcentaje de fibra es de aproximadamente un 8,1%. Los lípidos son responsables del poder calórico de las avellanas, siendo su mayor componente nutricional (64% del total). De éste, el 90% son insaturados y la mayor parte monoinsaturado como el ácido oleico (Arcoleo, 1991; Parcerisa *et al.*, 1999). El ácido oleico, adicionalmente, mejora la capacidad de utilización de la insulina, mantiene constante los niveles glicémicos reduciendo el riesgo de contraer diabetes.

Las avellanas contienen Omega 3 y Omega 6 (ácidos grasos poliinsaturados) que reducen el riesgo de aparición de enfermedades cardiovasculares. El ácido linolenico, precursor de los omega 3 de cadena larga, tienen una función favorable sobre la coagulación de la sangre y el estado de las arterias. Estas cualidades permiten su consumo en personas que hayan tenido enfermedades cardiovasculares (ej. infartos o ictus), siempre en el ámbito de una dieta equilibrada (Monagas *et al.*, 2009; Richardson, 1997). El equilibrado contenido en ácidos grasos y la presencia de compuestos con propiedades antioxidantes confieren a las avellanas un rol importante en la alimentación humana (Arlorio *et al.*, 1996; Richardson *et al.*, 1997). Compuestos lipídicos como la vitamina E (alfa tocoferol) han evidenciado un efecto positivo sobre la salud (Ozdemir *et al.*, 2001; Giusti *et al.*, 2002).

### 13.1.3. Efectos beneficiosos de los ácidos grasos para la salud

Los ácidos grasos insaturados reducen el riesgo de enfermedades cardiovasculares y degenerativas, disminuyendo los triglicéridos. Las avellanas poseen un buen control de la diabetes, ya que pueden disminuir los niveles de glucosa en la sangre, dicha combinación de factores los

hacen protectores en relación a las patologías cardiovasculares. Parece que los ácidos grasos insaturados esenciales presentan una acción protectora, en relación al envejecimiento cerebral, manteniendo el cerebelo activo. Lo anterior, ya que el ácido graso esencial docosahexaenoico (DHA) es el principal componente de la sinapsis cerebral y de los fotorreceptores retínicos. Adicionalmente, presentan importantes acciones en el hígado, debido a que promueven la movilización del colesterol y triglicéridos desde este órgano a otros tejidos, desintoxicando al hígado y previniendo fenómenos de acumulación de grasa a nivel hepático (esteatosis hepática). Por otra parte, presentan efectos benéficos a nivel de la piel. La falta de ácidos grasos en la dieta favorece la aparición de patologías cutáneas como eccema y piel seca. Ello, porque los ácidos grasos insaturados participan en la formación de las membranas celulares que protegen todas las células, comprendidas las cutáneas, por lo cual no deben faltar en la dieta (Arcoleo, 1991).

En términos de elementos nutritivos, las avellanas se caracterizan por contener zinc, cobre, selenio con actividad antioxidante y magnesio. Además, también poseen potasio, hierro, fósforo y calcio. El fósforo y calcio de las avellanas contribuyen a la salud de los dientes, reforzándolos y con la ventaja que es un alimento escasamente cariogénico. Las avellanas también contienen hierro, constituyente principal de la hemoglobina (molécula que une al oxígeno en la sangre y lo cede o entrega a los tejidos), oxigenando los tejidos (Pala *et al.*, 1996). También se encuentran en ellas vitaminas B1 y B2 que son fundamentales en el desarrollo de las fibras nerviosas, excelente fuente de piridoxina, Vitamina B6 que reduce los riesgos de enfermedades al corazón y diferentes formas de cáncer (Sullivan *et al.*, 2014), vitamina A y E con elevada capacidad antioxidante que contrarrestan los radicales libres y la oxidación del colesterol o lipoproteína de baja densidad (LDL) que circula en la sangre, oxidación que constituye un factor importante en el desarrollo de la arterosclerosis, ya que facilita la deposición de colesterol sobre la pared de las arterias. El LDL tiene como funciones importantes transportar ácidos grasos, antioxidantes y colesterol al cerebro, particularmente a las neuronas, donde desempeña funciones vitales en las redes neuronales para transmitir mensajes y fomenta el desarrollo de nuevas células nerviosas (Seneff, 2009). La oxidación causa la anulación de la función de la LDL y también el exceso de glucosa puede hacerla disfuncional al adherirse a ella y acelerar el proceso de la oxidación que conlleva al desarrollo de la arteroesclerosis. Contiene también vitaminas hidrosolubles como la tiamina y la niacina, en particular las avellanas son ricas en vitamina B6 cuyo contenido oscila entre 0,55 y 0,88 mg 100g<sup>-1</sup>. Además, en esta fruta se encuentran otras aminoácidos importantes como la arginina, precursor del óxido nítrico, potente regulador de la función de los vasos sanguíneos, esteroides y varios compuestos fenólicos bioactivos que presentan efectos beneficiosos sobre la salud humana, reduciendo el estrés oxidativo y la inflamación sistemática, a menudo causada por patologías crónicas

degenerativas, cardio-metabólicas y neurodegenerativas. En relación a dichos componentes menores, estos son muy variables e influenciados por múltiples factores, como por ejemplo la variedad, origen geográfico, período de cosecha y manejo agronómico (fertilización, riego), (De Salvador *et al.*, 2009).

#### 13.1.4. Alimentación saludable

La fruta seca (tipo nuez), entre las cuales destacan las avellanas, son ricas en ácidos grasos insaturados, fibra, minerales, vitaminas y fitonutrientes (Sullivan *et al.*, 2014). No obstante, a pesar que esta fruta es altamente calórica, muchos estudios epidemiológicos han evidenciado que las personas que la consumen regularmente son más longevas, respecto a aquellos individuos que no la ingieren. Las dietas para adelgazar, mediante el consumo de fruta seca (tipo nuez, como las avellanas) presentan una mayor pérdida de peso, mejoramiento de los factores de riesgo cardiovascular y cerebral respecto a aquellas dietas con pocas grasas.

Estudios realizados por la Clínica Mayo en Estados Unidos, determinaron que los individuos con dietas altas en grasas saludables tenían 42% menos probabilidades de presentar un deterioro cognitivo (Mulder, 1998). Por otra parte, otros estudios han evidenciado que consumidores habituales de aceites ricos en omega 3, como aceite de frutos secos, oliva, linaza, tenían un 60% menos riesgo de presentar demencia respecto a personas que no consumían este tipo de aceites saludables (Bargerger-Gateau., 2007).

El consumo de alimentos con omega 3 (DHA, ácido docosahexaenoico) junto con realizar ejercicios y bajar las calorías ha evidenciado una mayor producción de una proteína denominada factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF), que desempeña un papel fundamental en la creación de nuevas neuronas junto a la neurogénesis. A su vez, protege las neuronas existentes, garantizando su supervivencia y fomentando la formación de sinapsis (conexión entre neuronas), proceso primordial para el pensamiento, aprendizaje y niveles altos de función cerebral.

Cabe destacar que más de dos terceras partes del peso seco del cerebro humano corresponde a grasa, y de ésta, un cuarto es DHA o ácido docosahexaenoico que presenta funciones estructurales a nivel de las membranas que rodean las neuronas. Además, es un importante regulador de la inflamación, reduciendo la actividad de la enzima cox-2 que fomenta la producción de compuestos inflamatorios. Asimismo, puede bloquear los efectos dañinos de una dieta elevada en azúcares, particularmente en fructosa, previniendo disfunciones metabólicas a nivel cerebral que ocurran debido a una dieta elevada en carbohidratos. Otro rol importante del DHA es la regulación de la expresión genética para la producción del BDNF y reducción de desarrollar Alzheimer (Yurko-Mauro, 2010). Estudios realizados

en individuos de 65 a 94 años han determinado que el consumo alto de DHA reducía en 60% el riesgo de desarrollar la enfermedad de Alzheimer (Morris., 2003). No obstante, los productos de origen vegetal presentan un bajo contenido en DHA, que principalmente se encuentra en peces y mariscos, recomendados de incluir en la dieta. Sin embargo, es importante considerar el riesgo de ingerir metales pesados, particularmente al consumir peces de gran tamaño que pueden almacenar mayor cantidad de estos compuestos en relación a peces de menor tamaño (anchoas, sardinas) y pequeños crustáceos como el krill. Existen numerosas razones para que el consumo de frutas tipo nuez no produzca aumento de peso. Ello se debe a que este tipo de fruta contiene bastante proteína (13%) y fibra (8,6%) y además presenta un bajo índice glicémico, promoviendo la sensación de saciedad y disminuyendo la ingesta de calorías con otros alimentos. La consistencia crocante de la fruta seca entera promueve el sentido de saciedad, dado que el acto mecánico de la masticación determina la secreción de las hormonas del apetito como las colecistoquininas y un péptido similar al glucagón (hormona que actúa en el metabolismo del glucógeno). El glucagón es una hormona producida en el páncreas. Diversos estudios indican que el consumo de fruta tipo nuez, dada su elevada relación entre grasas insaturadas y saturadas, conduce a un aumento del gasto energético. Otros estudios sugieren que los lípidos encontrados en estos frutos no son fácilmente bio-accesibles, es decir que una gran fracción de éstos son excretados con las heces y no están disponibles para el metabolismo energético

Análisis químicos realizadas a las avellanas producidas en el sur de Chile indicaron buen contenido en proteínas, fibra dietética, minerales, particularmente calcio, magnesio, fósforo, vitamina E y composición lipídica. En el estudio se analizaron avellanas de 2 variedades: Barcelona y Tonda di Giffoni, provenientes de dos localidades de la Región de La Araucanía (comunas de Nueva Imperial y Gorbea). En cada muestra de avellanas se determinó el contenido proximal, minerales, vitaminas, perfil de fitoesterol, capacidad antioxidante (Cuadro 1), y el contenido de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados (Cuadro 2).

**Cuadro 1. Comparación de análisis proximal, contenido de minerales, vitaminas y perfil de fitoesterol de cinco muestras de fruta en estudio.**

	100 g				
	IMBR*	IMGF*	GOBR*	GOGF*	TSBA
<b>Proximal</b>					
Humedad	7,9	6,5	7,4	8,2	3,6
Cenizas (g)	2,1	2,1	1,8	1,6	1,9
Proteínas (g)	16	13,4	13,7	12,6	14
Grasa cruda (g)	48,4	56	53,4	55,5	57,4
Fibra dietética (g)	18,9	15,8	17,2	17,8	11,7
Hidratos de carbo- nos disponibles (g)	6,7	6,2	6,5	4,3	11,4
Energía (Kcal)	526	583	561	567	618
<b>Minerales</b>					
Calcio (mg)	110	105	105	101	99
Cobre (mg)	1,7	1,8	1,7	1,8	1,9
Hierro (mg)	4,2	3,7	4,2	3,1	4
Magnesio (mg)	159	152	158	132	167
Zinc (mg)	2,5	2,1	2,5	1,6	3
Fósforo (mg)	187	205	216	177	205
<b>Vitaminas</b>					
Vitamina E (mg)	14,4	11			
Vitamina D3 (mg)	ND (<0,05)	ND (<0,05)	ND (<0,05)	ND (<0,05)	ND (<0,05)
Betacarotenos(mg)	0,01	0,013	0,018	0,015	0,015
<b>Perfil Fitoesterol</b>					
Campesterol	1,82	1,92	1,76	2,06	1,97
Stigmasterol	ND (<0,08)	ND (<0,08)	ND (<0,08)	ND (<0,08)	ND (<0,08)
Betasitosterol	6.847	9,27	6,62	9,33	7,88
Acidez Libre	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5

\***IMBR**: fruta cv. Barcelona (Comuna de Nueva Imperial), \***IMGF**: fruta cv. Tonda di Giffoni (Comuna de Nueva Imperial)

\***GOBR**: fruta cv. Barcelona (Comuna de Gorbea), \***GOGF**: fruta cultivar Tonda di Giffoni (Comuna de Gorbea)

\***TSBA**: fruta cv. Barcelona tostada, **ND**: No determinado.

Cuadro 2. Contenido de ácidos grasos en avellanas.

Muestras	IMBR		IMGF		GOBR		GOGF		TSBA	
	g/100g	%M.E.	g/100g	%M.E.	g/100g	%M.E.	g/100g	%M.E.	g/100g	%M.E.
Saturados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Butanoico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caproico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caprílico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Decanoico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Undecanoico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dodecanoico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tridecanoico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tetradecanoico	0,07	0,14	0,07	0,15	0,15	0,4	0,07	0,14	0,08	0,15
Pentadecanoico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Palmitico	2,02	4,65	2,22	4,69	4,32	11,9	2,11	4,67	2,41	4,59
Heptadecanoico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Esteárico	0,94	2,2	1,13	2,44	1,92	5,39	1,12	2,53	1,08	2,1
Eicosanoico	0	0	0	0	0	0	0	0	0,06	0,12
Heineicosanoico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Docosanoico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tetracosanoico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Monoinsaturados										
Tetradecenoico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pentadecaenoico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Palmitoleico	0,03	0,06	0,07	0,15	0,14	0,39	0,07	0,14	0,07	0,14
Heptadecenoico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oleico	30,83	76,3	36,66	79,9	15,27	43,3	34,98	79,7	38,58	75,7
Eicosaenoico	0	0	0,1	0,22	0	0	0	0	0	0
Erucico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tetracosanoico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Poli insaturados										
Linoleico	6,84	16,7	5,73	12,5	13,66	38,7	5,62	12,8	8,65	17
Y-linolénico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
α-linolénico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eicosatetraenoico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(EPA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Docosapentanoico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(DHA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Resultado de laboratorio, INTA-Universidad de Chile

Luego de haber enviado muestras de avellano europeo a los laboratorios de INTA, no se observaron diferencias en el análisis proximal, tanto de la variedad Barcelona como Tonda di Giffoni en las dos comunas en estudio, salvo en el contenido de hidratos de carbono en frutos tostados del cv. Barcelona, que presentan un valor mayor que en el resto de las muestras. En relación al contenido de minerales, no hubo diferencias importantes entre las muestras de fruta sin tostar versus tostada.



El contenido de ácidos grasos insaturados analizados, equivale aproximadamente al 93% del total de los ácidos grasos. Los ácidos monoinsaturados como el palmitoleico, está presente sólo en un 0,18%, mientras que en avellano chileno su valor varía entre 22-28%. Por otro lado, el ácido oleico alcanzó valores entre 75-80% en avellano europeo y en Gevuin sólo el 40% del total de los ácidos grasos (Karmelic, 1982). Por su parte, la concentración de ácido linoleico (ácido graso poliinsaturado) en avellano europeo fue superior a Geviun, con valores entre 12-17% versus 5-9 % respectivamente. Los ácidos grasos saturados tetradecanoico, palmítico y esteárico, están presentes en las 5 muestras estudiadas, con valores similares (aproximadamente en un 5%). Un cuarto ácido graso, eicosanoico se observó sólo en la muestra tostada, indicando que el proceso de tostado ayuda a promover la producción de ácidos grasos no benéficos para la salud humana, bajo las condiciones experimentales en que se realizó el estudio.

En el caso de los ácidos grasos insaturados, el oleico representa el mayor contenido de los ácidos grasos totales. En 4 de las 5 muestras evaluadas (variedades Tonda di Giffoni, comuna de Gorbea; Barcelona y Tonda di Giffoni en comuna de Nueva Imperial, y Barcelona tostada en Gorbea) su valor porcentual es de 75-80%, excepto en el caso de Barcelona-Gorbea, que es de 43,3%. El segundo ácido graso insaturado presente es el linoleico, cuyos valores oscilaron entre 12 y 17%, excepto en el caso de Barcelona-Gorbea (superior a 38%). Por último un tercer ácido graso presente (en menor cantidad) es el palmitoleico, conocido como omega 7; en las muestras analizadas su rango varió entre 0,14-0,39%, muy inferior a lo obtenido con el ácido oleico y linoleico.

### **13.2. Utilización y transformación industrial**

Las avellanas son utilizadas crudas, tostadas y en la industria de transformación para la elaboración de diferentes productos como pastas, harinas, helados, chocolates, galletas, aceite, entre otros (Koksal, 2002). En la industria del chocolate se utilizan más de 300 mil toneladas anuales de esta fruta seca (Sullivan *et al.*, 2014; Karadeniz *et al.*, 2009). Por otra parte, las avellanas y sus subproductos (cáscara) también se emplean en diversas industrias para la fabricación de pinturas, plásticos, solventes, resinas y aceites (Sullivan *et al.*, 2014; Karadeniz *et al.*, 2009). En la industria farmacéuticas se utiliza para la fabricación de fármacos anticancerígenos, a base de taxanes (Taxol) presentes en la cáscara y hojas del avellano (Ottaggio *et al.*, 2008). Se ha determinado que este compuesto es un inhibidor de la mitosis, siendo utilizado en tratamientos de quimioterapia contra el cáncer (Sullivan *et al.*, 2014). Dicho compuesto ha sido aprobado en Inglaterra para tratamientos de cáncer a los ovarios, hígado, pulmón, cabeza y cuello (Sullivan *et al.*, 2014) y sarcoma de Kaposi (Saville *et al.*, 1995).



Foto 1. Productos a base de avellana europea.

### 13.2.1. Parámetros de calidad para la industria

Las avellanas para uso industrial deben reunir las siguientes características:

1. **Forma del fruto.** La forma ideal para la industria es aquella esferoidal o redonda, especialmente para elaboración de chocolates donde se utilizan fundamentalmente avellanas enteras. Por otra parte, los frutos de forma alargada son usados en el consumo directo y en procesos, como molido para fabricación de productos alimentarios (Ellena, 2013; Ellena *et al.*, 2014).



**Foto 2. Fruto de avellano tipo redondo para uso industrial (izquierda) y fruto de avellano alargado para consumo directo y molienda (derecha).**

Fuente: INIA Carillanca

- Rendimiento al descascarado.** Este parámetro se define como la relación entre peso de las semillas y peso de las avellanas enteras. Dicho parámetro se emplea para la evaluación comercial de las partidas de frutos. Varía entre 38-40% en el caso del cv Barcelona y entre 45-47% en el del cv. Tonda di Giffoni (Ellena, 2013).



**Foto 3. Frutos descascarados cv Tonda di Giffoni (izquierda) y cv Barcelona (derecha).**

Fuente: INIA Carillanca

- Contenido en agua.** Las semillas deben tener 5-6% de humedad, con el fin de garantizar una conservación adecuada del producto.
- Calibre.** Para la obtención de calibres adecuados, según la utilización de semilla, éstas se someten a un proceso de calibrado. Las clases de separación de la fruta son: menos de 11 mm, 11-13 mm, 13-15 mm y más de 15 mm. Los calibres de 11-13 mm y de 13-15 mm son destinados principalmente para consumo industrial.

- 5. Pelado de la semilla.** El proceso del pelado luego del tostado de las avellanas, debe ser adecuado. El tostado se efectúa en hornos a 115° por 30 minutos. Luego de este proceso las avellanas adquieren gran aroma y sabor interno debido a la descomposición parcial de los ácidos grasos y de otros compuestos que forman parte de su composición. El perisperma o película delgada que cubre la semilla, una vez que se seca (producto del tostado), es friable por efecto de una ligera abrasión.



**Foto 4. Descascarado y blanching de diferentes cultivares, Universidad Estatal de Oregon, Estados Unidos. Fuente: Dr. Shawn Mehlenbacher.**

- 6. Contenido de grasa.** El contenido en aceite es muy variable, desde 50-70% y más, dependiendo del cultivar. Un nivel medio de 62-65% permite que se exprese un adecuado aroma y consistencia de las avellanas. En cambio valores superiores causan una rápida oxidación o enranciado, deteriorando la calidad del producto (Ozdemir *et al.*, 2001).

### 13.3. Análisis sensorial

El uso del análisis sensorial para evaluar calidad se considera un instrumento útil, que permite entregar mayor información sobre calidad de las avellanas (Zeppa *et al.*, 2003). La degustación puede ser un medio de evaluación eficaz y fundamental. El aroma y gusto de las avellanas se debe a la presencia de diferentes compuestos que determinan la calidad y el valor nutricional. La calidad del fruto depende fundamentalmente del contenido en aceite y componentes menores como azúcares, ácidos orgánicos, cuya presencia contribuye a mejorar el sabor y aroma, tanto de avellanas crudas como tostadas (Arcoleo, 1991). Por ello es fundamental

definir parámetros organolépticos que describan las avellanas, mediante fichas (panel test) para emplear con degustadores (Cristofori, 2006). La evaluación organoléptica ha sido utilizada para el control de la calidad de avellanas de diferentes variedades y lugares y en la caracterización de nuevas selecciones. Estudios realizados en Italia con nuevas selecciones han determinado tres grupos de preferencia según dulzura y aroma para uso industrial. En particular, la calidad de las frutas de las variedades TGL y Tonda di Giffoni ha sido apreciada por los panelistas para la industria. Para uso directo destacan variedades de mayor tamaño y características de gusto-olfativa de las avellanas (Valentini *et al.*, 2002).

### **13.3.1. Estudios de evaluación sensorial realizada en el marco del proyecto INIA-CORFO**

La evaluación sensorial es el análisis normalizado de los alimentos, realizado con los sentidos. Suele denominarse normalizado, a fin de disminuir la subjetividad de la evaluación mediante los sentidos. Esta técnica se emplea en el control de calidad de ciertos productos alimenticios, en la comparación de un nuevo producto para el mercado, en la tecnología alimentaria cuando se evalúa un nuevo producto, etcétera. Una de las evaluaciones sensoriales más conocidas es la de la cata de vinos. En la evaluación sensorial participan personas especializadas o no (evaluadores), quienes se someten a diversas pruebas para realizar un análisis objetivo. Los resultados de éste influyen en el marketing de los productos para que sean más atractivos a los consumidores.

### **13.3.2 Metodología**

Para esta evaluación se identificó la preferencia de 3 variedades de avellano europeo, plantadas en las regiones centro sur y sur de Chile: Barcelona, Tonda di Giffoni y Yamhill, a través del análisis del consumidor.

La metodología usada para este análisis es aquella del Test Hedónico, que consiste en evaluar si el producto agrada o no, es decir, midiendo preferencias por el alimento (avellanas). Para la aplicación de esta evaluación se consideraron panelistas (productores de avellanas) entrenados y no entrenados de las regiones del Maule y La Araucanía.

Las pruebas se realizaron en agosto de 2015 durante los seminarios-taller por cierre de proyecto. El primero se efectuó en la comuna de Gorbea (Región de La Araucanía) y el segundo en comuna de San Javier (Villa Alegre, Región del Maule). Se evaluaron las preferencias y aceptación de 42 consumidores en Gorbea, entrenados y no entrenados (de género masculino y femenino) con diferentes ocupaciones (productores y asesores del rubro del cultivo del avellano en el sur). Por su parte, en Villa Alegre se realizó con 27 consumidores, con características similares a las del primer grupo.

### 13.3.3 Presentación de las muestras

Para la degustación, a cada panelista (productor) se le entregaron seis muestras, identificadas del 1-6 (Cuadro 3), correspondiendo 2 muestras en cada caso de las variedades Barcelona, Tonda di Giffoni y Yamhill en formato tostado y no tostado. Cada muestra se presentó en un pocillo de poliestireno tapado, donde se colocaron 5 semillas de avellanas, para cada una de las variedades y en dos formatos. Todas las muestras recibieron el mismo trato, en cuando al pelado y su posterior tostado. Las muestras se presentaron simultáneamente, cada panelista evaluó la muestra solamente una vez. Se les solicitó que al terminar cada muestra olfatearan café en polvo y tomaran agua, como neutralizante para evitar interferencias con el siguiente producto.

**Cuadro 3. Denominación de las muestras**

Nº muestra	Variedad	Formato
1	Barcelona	Tostado
2	Tonda di Giffoni	Sin Tostar
3	Yamhill	Tostado
4	Barcelona	Sin Tostar
5	Tonda di Giffoni	Tostado
6	Yamhill	Sin tostar

Una vez degustada la muestra, el participante anotó su primera impresión. Es decir, el grado de aprobación (en una escala 5-1, donde 5 es muy bueno y 1 es malo) para las características de (A) aroma, (B) color, (C) textura y (D) sabor de las muestras de avellanas evaluadas. Al final de la evaluación indicó la importancia atribuida a cada parámetro, expresada en porcentaje. Las instrucciones y el orden en que los panelistas debían evaluar las muestras se indican en la hoja de evaluación (Cuadro 4).

**Cuadro 4. Hoja de evaluación para prueba de preferencia.**

**Hoja de Evaluación**  
**Test con escala hedónica**

**Instrucciones:**

Señor consumidor, usted recibirá 6 muestras de avellano europeo. Observe c/u y califique (nota) las características mencionadas de acuerdo a una escala de 5 puntos cuya descripción es la siguiente:

5: Muy Bueno   4: Bueno   3: Regular   2: Deficiente   1: Malo

**Puntaje para el Aroma**

5	Muy Bueno
4	Bueno
3	Regular
2	Deficiente
1	Malo

**Puntaje para el Color**

5	Muy Bueno
4	Bueno
3	Regular
2	Deficiente
1	Malo

**Puntaje para la Textura**

5	Muy Bueno
4	Bueno
3	Regular
2	Deficiente
1	Malo

**Puntaje para el Sabor**

5	Muy Bueno
4	Bueno
3	Regular
2	Deficiente
1	Malo

**13.3.4 Resultados**

Con los datos obtenidos de las pruebas realizadas en el análisis sensorial de seis muestras, provenientes de tres variedades de avellano europeo y dos formatos, se determinaron los porcentajes de preferencia. Para facilitar la lectura de este documento se asignaron letras a las muestras de avellanas evaluadas sensorialmente: A, B, C y D. En las figuras presentadas a continuación se resume la información obtenida.

### Categoría Avellana Tostada

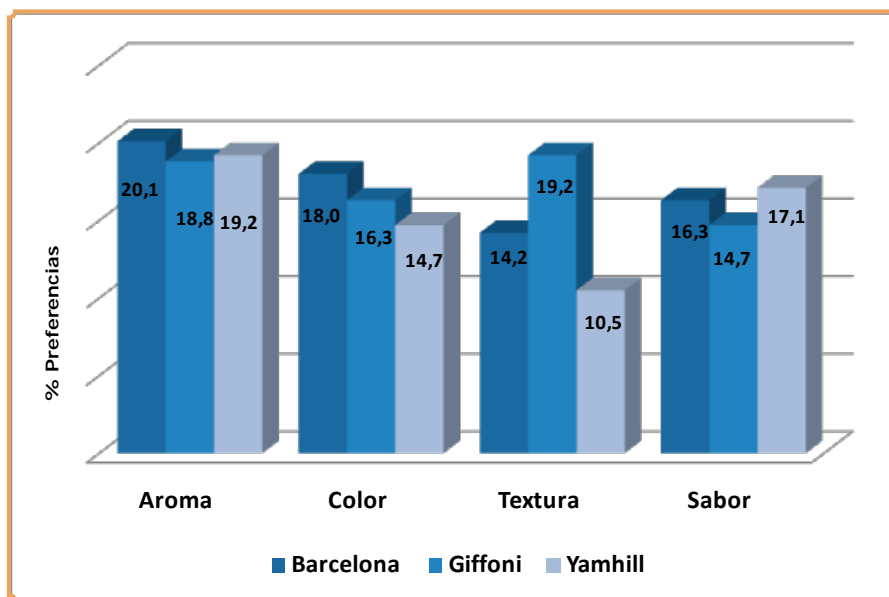


Figura 1. Diferencias de preferencias en tres variedades de avellano europeo, formato tostado. Análisis aplicado en seminario de comuna de Gorbea.

**Aroma:** en relación a este parámetro la variedad Barcelona obtuvo el mayor puntaje con 21% de las preferencias; en segundo lugar está la variedad Yamhill con 19,2% de las preferencias, levemente superior a la variedad Tonda di Giffoni con 18,8% de las preferencias.

**Color:** para este parámetro las mayores preferencias correspondieron a Barcelona y Tonda di Giffoni con 18 y 16,3% respectivamente. Yamhill solamente logró 14,7% de las preferencias.

**Textura:** en relación a la textura, la variedad Tonda di Giffoni obtuvo el mayor porcentaje de las preferencias, alcanzando el 19,2%.

**Sabor:** respecto a este parámetro, las variedades Yamhill y Barcelona obtuvieron el mayor porcentaje de preferencias: 17,1 y 16,3 % respectivamente.



## Categoría avellana sin tostar

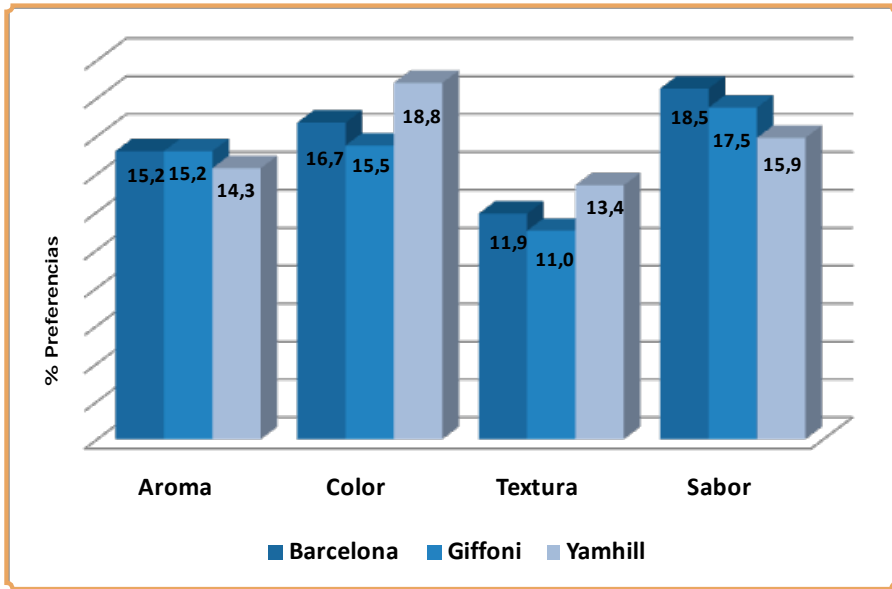


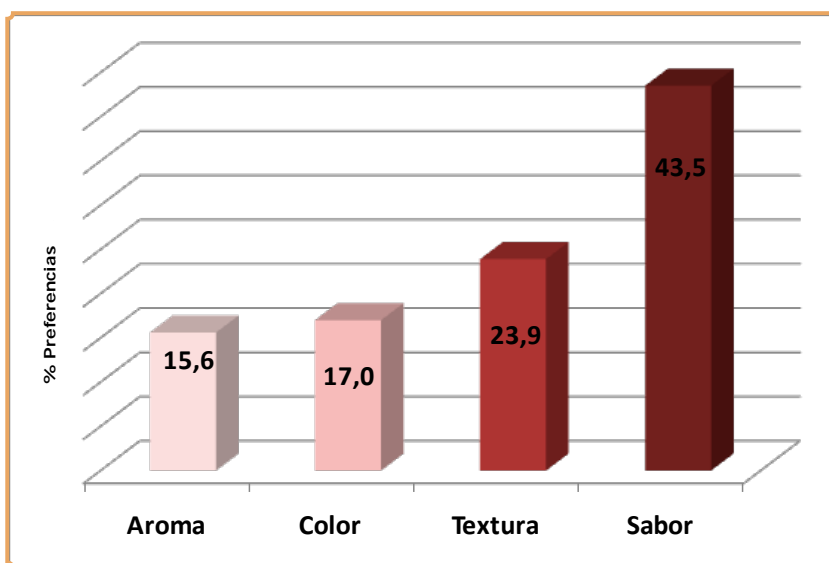
Figura 2. Diferencias de preferencias en tres variedades de avellana europeo, formato sin tostar. Análisis aplicado en seminario de comuna de Gorbea.

**Aroma:** respecto al parámetro aroma, no hubo diferencias en las preferencias de los panelistas para las variedades Barcelona y Tonda di Giffoni, ambas con 15%.

**Color:** en relación al color, la mayor preferencia fue para la variedad Yamhill con 18,8%.

**Textura:** los mayores porcentajes fueron para las variedades Yamhill y Barcelona, con 13,4 y 11,9 % de preferencias respectivamente.

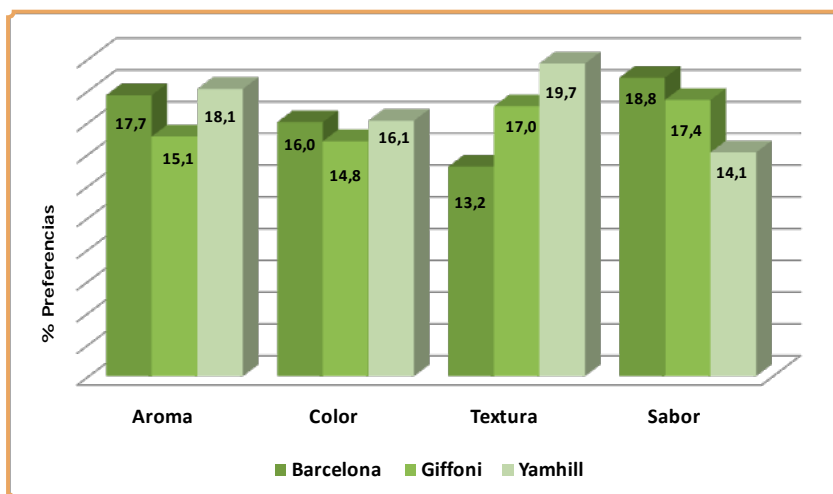
**Sabor:** el mayor porcentaje de preferencias fue para la variedad Barcelona con 18,5%.



**Figura 3. Porcentaje de preferencias, según parámetro de evaluación.**

De acuerdo a la figura 3 el parámetro sabor fue el de mayor grado de preferencia, asignado por los participantes.

### Categoría avellana tostada



**Figura 4. Diferencias de preferencias en tres variedades de avellano europeo, formato tostado. Análisis aplicado en seminario de comuna San Javier, Región del Maule.**

**Aroma:** en relación a este parámetro, el mayor porcentaje de preferencia fue para las variedades Yamhill y Barcelona, con 18,1 y 17,7% respectivamente.

**Color:** para este parámetro, el mayor porcentaje de preferencia fue para las variedades Yamhill y Barcelona, con 16,1 y 16% respectivamente.

**Textura:** los mayores porcentajes de preferencia fueron obtenidos por las variedades Yamhill y Tonda di Giffoni con 19,7 y 17% respectivamente.

**Sabor:** los mayores porcentajes de preferencias correspondieron a las variedades Barcelona y Tonda di Giffoni, con 18,8 y 17,4% respectivamente.

### Categoría avellana sin tostar

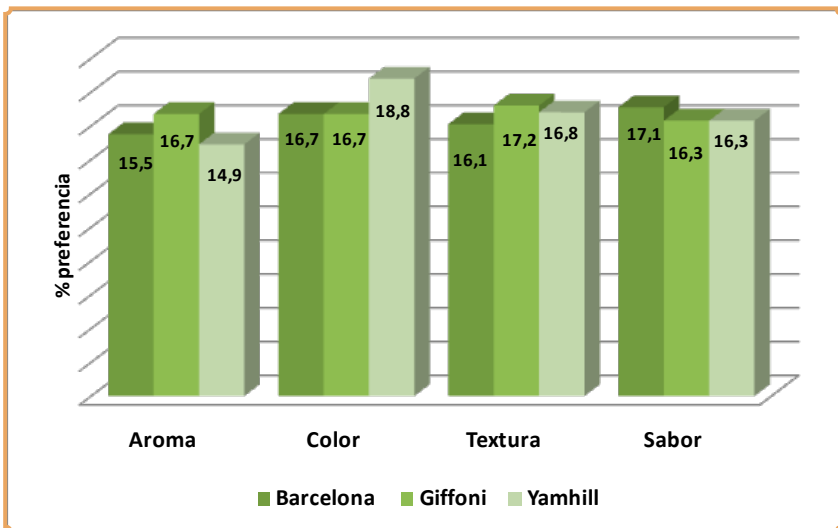


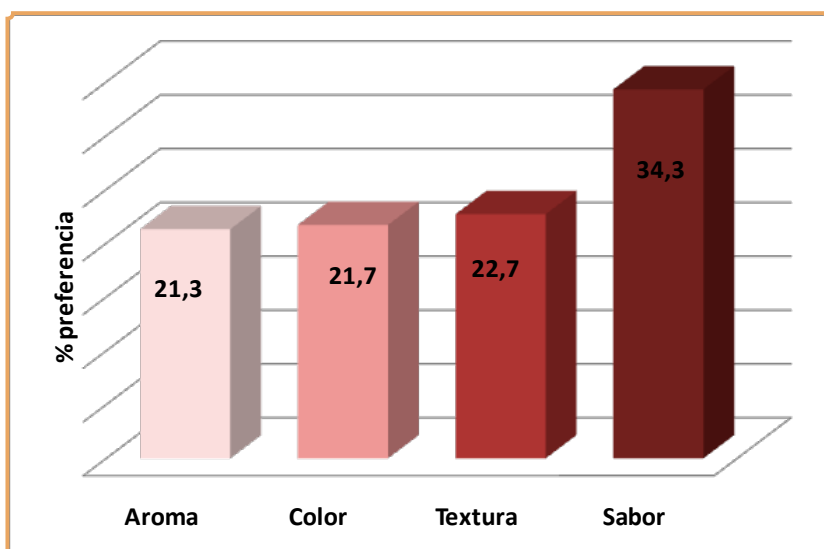
Figura 5. Diferencias de preferencias en tres variedades de avellana europeo, formato sin tostar. Análisis aplicado en seminario de comuna San Javier, Región del Maule.

**Aroma:** el mayor porcentaje de preferencias en este parámetro correspondió a la variedad Tonda di Giffoni con 16,7%, seguida por Barcelona con 15,5%.

**Color:** el mayor porcentaje de preferencias para este parámetro correspondió a la variedad Yamhill con 18,8%.

**Textura:** la variedad Tonda di Giffoni logró el mayor porcentaje de preferencias en el parámetro, con 17,2%.

**Sabor:** la variedad Barcelona obtuvo el mayor porcentaje de preferencias en el parámetro, con 17,1%.



**Figura 6. Porcentaje de preferencias, según parámetro de evaluación.**

El parámetro con mayor preferencia por parte de los panelistas fue sabor, con 34,3%.



**Foto 5. Material para aplicación del test sensorial (6 muestras, café, agua, hoja de evaluación y lápiz).**

Fuente: INIA Carillanca



**Foto 6. Muestras de 3 variedades evaluadas y sus formatos (6)**

Fuente: INIA Carillanca



**Foto 7. Panel sensorial con productores de la comuna de Gorbea, Región de La Araucanía.**

Fuente: INIA Carillanca

## Conclusión

El parámetro sabor obtuvo las mayores preferencias en ambos grupos de panelistas para la variedad Barcelona y bajo el formato sin tostar. En el panel test realizado en la comuna de San Javier (localidad de Villa Alegre), el mayor porcentaje de preferencia en el parámetro sabor, en ambos formatos evaluados correspondió a la variedad Barcelona.

El parámetro sabor alcanzó el mayor grado de preferencia por parte de los dos grupos evaluadores. En este sentido, dicho parámetro es el que tiene mayor importancia para discriminar la calidad organoléptica de una determinada variedad.

## Referencias Bibliográficas

- Alphan, E., Pala, M., Açkurt, F., and T. Yilmaz. 1997. Nutritional composition of hazelnut and its effects on glucose and lipid metabolism. *Acta Hort.* 445: 305-310.
- Alasalvar, C., Pelvan, E., and R. Amarowicz. 2010. Effects of roasting on taste-active compounds of turkish hazelnut varieties (*Corylus avellana* L.). *J. Agric. Food Chem.* 58: 8674-8679.
- Antoniazzi, F. 1996. La qualità delle nocciole dal punto di vista dell'industria. *Atti del Convegno " Il Nocciuolo", Avellino, 27 aprile, 71-77.*
- Arcoleo, G. 1991. Caratteristiche e composizione di nocciole di alcune varietà coltivate in Sicilia. *La rivista delle sostanze grasse*, 68: 257-260.
- Arlorio, M; Martelli, A; and Tourn, M.L. 1996. *Atti del Convegno internazionale sugli alimenti montani; 9-11 ottobre 1996.*
- Bargerger-Gateau P. 2007. Dietary patterns and risk of dementia: The Three –city Cohort Study, *Neurology* 69, 20, pp. 1921-1930.
- Bignami, C., De Salvador, R., e G. Strabbioli. 1999. Aspetti agronomici e prospettive di valorizzazione della corilicoltura italiana. *Frutticoltura* N° 11: 16-27.
- Botta, R., Gianotti, C., and G. Me. 1997. Kernel quality in hazelnut cultivars and selections analysed for sugars, lipids and fatty acid composition. *Acta Horticulturae* 445: 319-326.
- Cristofori, V. 2006. Fattori di qualità della nocciola. 153 p. Tesi di Dottorato di Ricerca. Università Degli Studi della Tuscia di Viterbo, Italia.
- De Salvador, F.R; Proietti, G; Loletti, D; Delfini, M; Di Cocco, M.E; Tombesi, A; and Farinelli, D. Influence of Pedoclimatic Conditions and Orchard Managment on Fruit Quality Characteristics in Hazelnut Cultivars Tonda Gentile Romana and Tonda di Giffoni. *Proc. VII<sup>th</sup> International Congress on Hazelnut.* *Acta Hort.* 845.
- Ellena, M. 2013. Avellano europeo: establecimiento y formación de la estructura productiva. *Boletín INIAN*° 274. 202 p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional INIA Carillanca, Temuco, Chile.
- Ellena, M., Sandoval, P., and G. Anders. 2014 Prospection of hazelnut germplasm (*Corylus avellana* L.) in the Araucania Region, south of Chile. *Proc. VIII<sup>th</sup> International Congress on Hazelnut.* *Acta Hort.* 1052: 79-84.

- Giusti, A.M., e C.Cannella. 2002. La nocciola: aspetti nutrizionali. 2° Convegno nazionale sul nocciolo, Giffoni V.P. 104-112.
- Karadeniz, T; Bostan, Z; Tuncer, C; y Tarakcioglu, c. 2009. Findik Yetistiriciligi. Ordu Ziraat Odasi Baskanligi Bilimsel Yayinlar Seresi, Yayin N°: 1, 154p.
- Karmelic, J. 1982. Recolección e industrialización de avellana chilena. INTEC. 87p. Santiago, Chile.
- Koksal, A.I. 2002. Turkish hazelnut cultivars. 136 p.Hazelnut Promotion Group, Ankara, Turkey.
- Monagas, M., Garrido, I., Lebrón-Aguilar, R., Gómez-Cordovés, M.C., Rybarczyk, A., Amarowicz, R., and B.Bartolomé. 2009. Comparative Flavan-3-ol profile and antioxidant capacity of roasted peanut, hazelnut and almond skins. J. Agric. Food Chem. 57: 10590-10599.
- Morris, M.C. 2003. Consumption of fish and n-3 fatty acids and risk of incident Alzheimer disease, Archives of Neurology 60, 7. Pp.940-946.
- Mulder, M. 1998. Reduced levels of cholesterol, phospholipids, and fatty acids in cerebrospinal fluid os Alzheimer disease and patients are not related to apolipoprotein E4, Alzheimer Disease and Associated Disorders 12, pp. 198-203.
- Ottaggio, L; Bestoso, F; Armirotti, A; Balbi, A; Damonte, G; Mazzei, M; Sancandi, M and Miele, M. 2008. Taxanes from shells and leaves of *Corylus avellana* L. Journal of Natural Products 71(1): 58-60.
- Ozdemir, M., Açkurt, F., Yildiz, M., Biringen, G., Gürcan, T., and M. Löker. 2001. Effect of roasting on some nutrients of hazelnut (*Corylus avellana* L.). Food Chemistry 73, 185-190.
- Pala, M., Açkurt F., Löker M., Yildiz, M., and S.Ömeroglu. 1996. Findik çeşitlerinin bileşimi ve beslenme fizyolojisi açısından değerlendirilmesi. Tr. J. of Agriculture and Forestry 20: 43-48.
- Parcerisa, J., Codony, R., Boatella J., and M. Rafecas. 1999. Triacylglycerol and phospholipid composition of hazelnut (*Corylus avellana* L.) lipid fraction during fruit development. J. Agric. Food Chemistry 47: 1410-1415.
- Richardson, D.G. 1997. The health benefits of eating hazelnuts: implications for blood lipid profiles, coronary heart disease, and cancer risks. Acta Horticulturae 445: 295-300.

Savage, G.P., McNeil, D.L., and P.C. Dutta. 1997. Lipid composition and oxidative stability of oils in hazelnuts (*Corylus avellana* L.) grown in New Zealand. J. Am. Oil Chem. Soc. 74(6): 755-759.

Saville, M.W., Lietzau, J., Pluda, J.M., Feuerstein, I., Odom, J., Wilson, W.H., Humphrey, R.W., Feigal, E., Steinberg, S.M., Broder, S. and R. Yarchoan. 1995. Treatment of HIV – associated Kaposi´s sarcoma with paclitaxel. Lancet 346: 26-28

Seneff, S. 2009. ApoE-4: The clue to why low fat diet and statins may cause Alzheimer´s: <http://people.csail.mit.edu/seneff/alzheimers-statins.html>.

Sullivan, G.T., Ozman-Sullivan, S.K., Akbasli, O., and M.Sahin. 2014. A tribute to the hazelnut plant (*Corylus spp.*) – the multiple uses of nature´s magnificent gifts. Proc. VIII<sup>th</sup> International Congress on Hazelnut. Acta Hort. 1052: 371-376.

Valentini, N; Zeppa, G, Rolle, L; and Me, G. 2002. Caratterizzazione chimico-fisica e sensoriale della nocciola Tonda Gentile delle Langhe, 2º Convegno Nazionale sul Nocciolo, Giffoni, VP, ottobre, 2002, p. 279-287.

Yurko-Mauro K. 2010. Beneficial effects of docosahexaenoic acid on cognition in age-related cognitive decline, Alzheimer´s and Dementia 6, pp. 456-464.

Zeppa, G., Valentini, N., e L. Rolle. 2003. Applicazione della colorimetria delle texture analysis e dell´analisi sensoriale nella caratterizzazione delle nocciole italiane. Frutticoltura 10: 54-57