

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES



**CARACTERIZACION DE LA CALIDAD DE FRUTOS DE AVELLANO EUROPEO
(*Corylus avellana* L.) CULTIVAR BARCELONA, PROVENIENTE DE PLANTACIONES
COMERCIALES DE LA ZONA CENTRO SUR Y SUR DE CHILE, TEMPORADA 2011**

Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de La Frontera. Como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

KHRISTOPHER MAX OGASS CONTRERAS

TEMUCO – CHILE

2012

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES



**CARACTERIZACION DE LA CALIDAD DE FRUTOS DE AVELLANO EUROPEO
(*Corylus avellana* L.) CULTIVAR BARCELONA, PROVENIENTE DE PLANTACIONES
COMERCIALES DE LA ZONA CENTRO SUR Y SUR DE CHILE, TEMPORADA 2011**

Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de La Frontera. Como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

KHRISTOPHER MAX OGASS CONTRERAS
PROFESOR GUIA: JAIME ANTONIO GUERRERO CONTRERAS
TEMUCO – CHILE
2012

**CARACTERIZACION DE LA CALIDAD DE FRUTOS DE AVELLANO EUROPEO
(*Corylus avellana* L.) CULTIVAR BARCELONA, PROVENIENTE DE PLANTACIONES
COMERCIALES DE LA ZONA CENTRO SUR Y SUR DE CHILE, TEMPORADA 2011**

PROFESOR GUIA

: JAIME GUERRERO CONTRERAS.

Ingeniero Agrónomo., Mg. Cs., Dr.

Departamento de Producción agropecuaria.

PROFESOR CONSEJERO

: EMMA BENSCH TAPIA.

Ingeniero Agrónomo., Mg. Cs.

Departamento de Ciencias Agronómicas y
Recursos Naturales.

CALIFICACION

: 7,0

A mis padres, Max y Gladys

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mis padres, Max y Gladys, pilares fundamentales en todas las etapas de mi vida, en especial en este proceso, ya que sin ellos, no hubiese sido posible este hermoso sueño, gracias a su incansable sacrificio, paciencia y comprensión. A los profesores Jaime Guerrero y Emma Bensch, por su disponibilidad de tiempo y por los innumerables consejos tanto académicos como valóricos. Agradecer también a los señores Jaime Armengolli y Gabriel Aguilar, por su amabilidad en la entrega de información y material para la realización de esta tesis.

INDICE DE MATERIAS

CAPITULO		PÁGINA
1	INTRODUCCIÓN	1
2	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1	Origen y distribución geográfica	3
2.2	Aspectos generales del avellano	5
2.2.1	Características botánicas	5
2.2.2	Fenología del avellano	6
2.2.3	Requerimientos del cultivo	8
2.2.4	Área de adaptación en Chile	12
2.2.5	Principales cultivares	12
2.3	Cultivar Barcelona	15
2.4	Mercado de la avellana	16
2.4.1	Producción mundial	16
2.4.2	Producción nacional	20
2.4.3	Precios	21
2.5	Uso de la avellana y características requeridas	22
2.6	Composición de la avellana	23
2.7	Características nutricionales	26
2.8	Calidad de la avellana	29
2.8.1	Características físicas	29
2.8.2	Características químicas y microbiológicas	30
2.8.3	Características organolépticas	32
3	MATERIALES Y MÉTODOS	34
3.1	Ubicación y duración del estudio	34
3.2	Lugar de recolección	34
3.3	Materiales	35

3.3.1	Laboratorio	35
3.3.2	Biológico	35
3.4	Método	35
3.4.1	Recolección de muestras	35
3.4.2	Secado	35
3.5	Evaluaciones	35
3.5.1	Físicas	35
3.5.2	Químicas	37
3.5.3	Sensorial	37
3.6	Diseño experimental y análisis estadístico	37
3.6.1	Características físicas	38
3.6.2	Características químicas	38
3.6.3	Características organolépticas	38
4.	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	39
4.1	Características físicas	39
4.1.1	Peso de fruto y semilla	39
4.1.2	Rendimiento	39
4.1.3	Índice de redondez y calibre	40
4.1.4	Desprendimiento del perisperma	43
4.1.5	Hongos, semillas arrugadas, deformes, dobles y frutos vanos	45
4.1.6	Análisis de factores latentes	46
4.1.7	Análisis de las variables según clasificación de los Cluster	47
4.1.8	Comparación de las variables mediante significancia BLUP	48
4.1.9	Efecto localidad sobre las variables evaluadas	54
4.2	Características químicas.	57
4.2.1	Análisis proximal	57
4.2.2	Efecto localidad sobre las distintas variables	57
4.2.3	Comparación de las variables mediante significancia BLUP	58
4.2.4	Acidez e índice de peróxidos	59
4.2.5	Efecto de <i>Aspergillus</i> sp. en la acidez e índice de peróxidos	60

4.3	Características organolépticas	61
4.3.1	Análisis sensorial de aceptabilidad	61
5	CONCLUSIONES	62
6	RESUMEN	64
7	SUMMARY	66
8	LITERATURA CITADA	68
9	ANEXOS	76

1 INTRODUCCIÓN

El Avellano Europeo (*Corylus avellana* L.) es un frutal de nuez, originario de Europa Central y Asia Occidental, difundido en Europa y América del Norte; introducido en Chile a mediados del siglo XIX, actualmente plantados en huertos comerciales desde la Región del Maule hasta la Región de Los Lagos. El principal país productor de Avellanas es Turquía con alrededor del 75% de la producción mundial, seguido de Italia, Estados Unidos y España. En Chile, la producción actual se incrementa gradualmente y con el aumento de las plantaciones en los últimos años, surge la posibilidad de ser un productor importante a nivel mundial.

Los cultivares comerciales dependiendo de las características del fruto, adquieren diferentes destinos. La mayor demanda del producto proviene de la industria del procesamiento, seguido del consumo de mesa, ambos con requerimientos específicos en calidad del fruto. Dentro de los requerimientos de calidad, se encuentran los propuestos por la industria, como características morfológicas y tecnológicas del fruto, la composición química, que es importante, por el beneficio para la salud y el análisis sensorial, que determina las propiedades organolépticas de calidad y aceptabilidad del producto, evidenciando las características típicas del cultivar y lugar de cultivo.

La calidad es una consecuencia, y como tal en el caso de la avellana se origina en el campo, siendo dependiente de las características de sitio específicas y de las prácticas agronómicas, como fertilización, riego, poda, polinización y manejo fitosanitario. Estas prácticas agronómicas influyen en la composición de los ácidos grasos, minerales y vitaminas, afectando las propiedades sensoriales y nutricionales y en consecuencia, la calidad y estabilidad del producto. En este sentido, resulta fundamental conocer y estudiar la calidad y condición de la avellana y correlacionar con factores agronómicos que influya en la calidad del producto. En Chile, la información disponible en este sentido es mínima y, claramente constituye una necesidad y motivo de investigación para categorizar y propender a producir avellana de calidad y condición diferenciada que mejore la rentabilidad de esta especie frutal.

El principal cultivar en Chile es Barcelona, con el 80% de la superficie total de avellanos, siendo esta última cercana a las 14.000 ha, con producciones de alrededor de 3000 toneladas. Este cultivar es requerido para consumo de mesa o industrial y se encuentra hace más de 40 años en Chile, se caracteriza por ser un ecotipo adaptado a las condiciones edafoclimáticas del país, con una distribución geográfica que abarca alrededor de 700 km desde la región del Maule hasta la región de los Lagos. Por lo tanto, dada la importancia que adquiere éste frutal en el país, es deseable aportar con información que sea de utilidad para el mercado nacional como internacional.

Como Hipótesis de trabajo se postula que: La calidad y condición de avellana europea cultivar Barcelona varía significativamente entre localidades, dependiendo del factor a evaluar.

El Objetivo General fue: Evaluar la calidad y condición de avellana europea cultivar Barcelona, proveniente de plantaciones comerciales de la zona centro-sur y sur de Chile.

Como Objetivos Específicos se propone:

1. Determinar características físicas, químicas y organolépticas de avellana europea, proveniente de las plantaciones establecidas en 12 localidades de la zona centro-sur y sur de Chile.
2. Correlacionar calidad y condición de la avellana entre localidades, según cada parámetro evaluado.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA.

2.1 Origen y distribución geográfica.

El origen del avellano europeo (*Corylus avellana* L.) aún no ha sido especificado. Sin embargo, antecedentes señalan que durante la más reciente glaciación, esta planta, fue restringida a un refugio glacial en Europa del Sur, pero los niveles de polen fueron depositados en Europa central durante todo el periodo glacial (Bennett *et al.*, 1991). Otros como Huntley y Birks (1983), citados por Boccacci y Botta (2009), sugieren que en el sur de Italia y alrededor del Golfo de Biscay al sur-oeste de Francia, era el refugio más importante. No obstante, análisis de polen y del resto de la planta en turberas de Europa del Norte, por el cual Nathorst (reportado por Evreinoff, 1963), deduce que la especie es originaria de Europa (Me y Botta, 2007).

El lugar de domesticación de la avellana se basa en una declaración de “Plinythe Elder” (23–79 A.D.) en el trabajo *Naturalis Historia*, la cual propone que la avellana venía de Asia menor y del Ponto (costa norte de Turquía). Estudios realizados por Boccacci y Botta (2009), sugieren que la extensión de los cultivares se produjo de Este a Oeste y la avellana no se introdujo en la cuenca oriental del mediterráneo en España y el sur de Italia por los griegos o árabes, estos resultados sugieren un considerable intercambio del germoplasma entre Italia y España, probablemente por los romanos, sumado a esto, la avellana parece haber sido domesticada independientemente en tres áreas; El Mediterráneo, Turquía e Irán.

Viñas (2004), menciona que *Corylus avellana* L. es difundido en Europa y América del Norte, su área de distribución es eurosiberiana, encontrándose entre bosques caducifolios de Europa, se ubica en laderas, fondo de valles fluviales, en sitios frescos y sombríos no más allá de los 1.500 m.s.n.m. La distribución geográfica actual tanto silvestre como cultivada según Me y Botta (2007), se extiende entre el paralelo 38° y 68° en Europa y parte de Asia hasta Portugal, Irlanda, Noruega, Suecia, Rusia, Kasakistan, Irán, Siria, Libano, Grecia, Italia y España.

Esta distribución, produjo una amplia variabilidad genética y la notable adaptabilidad a diversos climas, como muestra la Figura 1. En muchos países se han seleccionado nuevos cultivares para el consumo fresco y para la industria, con características de mayor adaptabilidad a diversos climas. Los cultivares actualmente utilizados, están limitados en zonas donde el clima es influenciado por la presencia de grandes lagos o proximidad al mar. De hecho, las zonas más intensamente cultivadas se benefician de inviernos suaves, húmedos y veranos frescos, encontrándose en Turquía, cercano al Mar Negro, en Italia y España por la presencia del Mediterráneo, en Francia de la costa atlántica en Burdeos y en el valle de Willamette (Oregon), cerca de la costa del Océano Pacífico (Me y Botta, 2007).

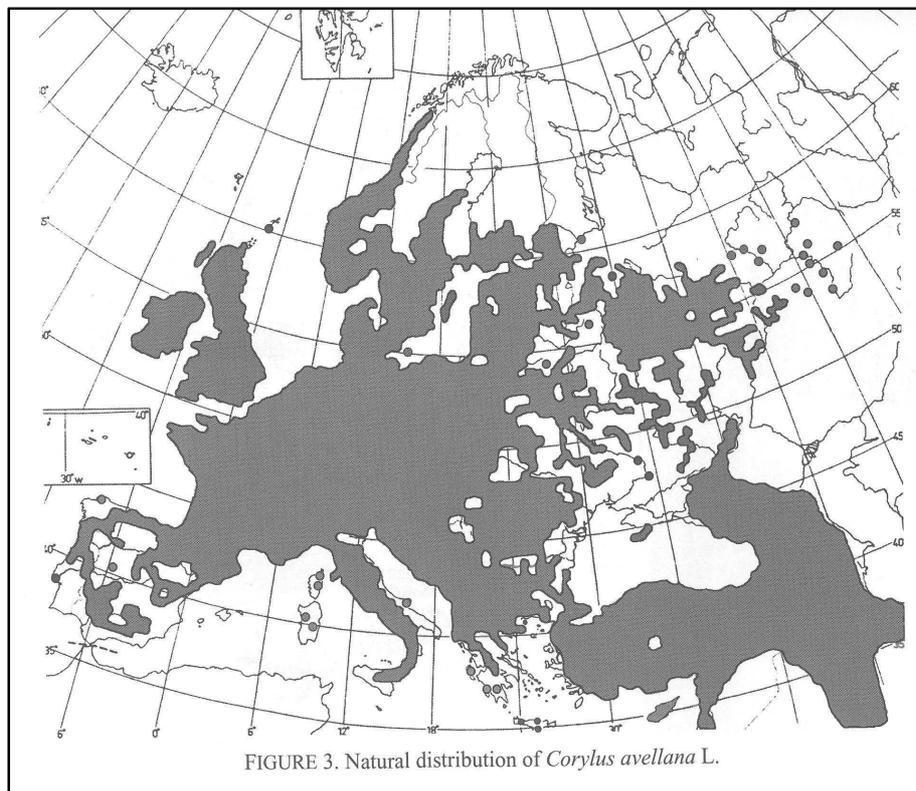


Figura 1. Distribución natural de *Corylus avellana* L.

Fuente. Mehlenbacher, 2003, citado por Mehlenbacher, 2011.

2.2 Aspectos generales del avellano.

2.2.1 Características botánicas. El avellano pertenece al Orden Fagales, Familia Betulaceae y Género *Corylus*, que comprende 25 especies descritas (Thompson *et al.*, 1996), de éstas, la industria se basa en la selección de *Corylus avellana* L., el cual, es un arbusto de dos a cinco metros de altura, con raíces poco profundas, largas y nudosas, sus hojas son grandes, alternas, ovales, redondeadas, pecioladas, de color verde-amarillento y doblemente aserradas (Figura 2 c). El fruto es un aquenio, redondo u alargado, el pericarpio es óseo, la testa es lisa, puede ser único o reunido en infrutescencias y envuelve generalmente una sola semilla (Figura 2 d). Las flores masculinas están dispuestas en amentos cilíndricos, de 4-6 cm de largo, colgantes y amarillentos (Figura 2 b). Las flores femeninas están reunidas en la terminación de las ramillas laterales en número de 1-5, formando glomérulos escamosos de los que sobresalen los estigmas rojizos (Figura 2 a) (Grau, 2003).

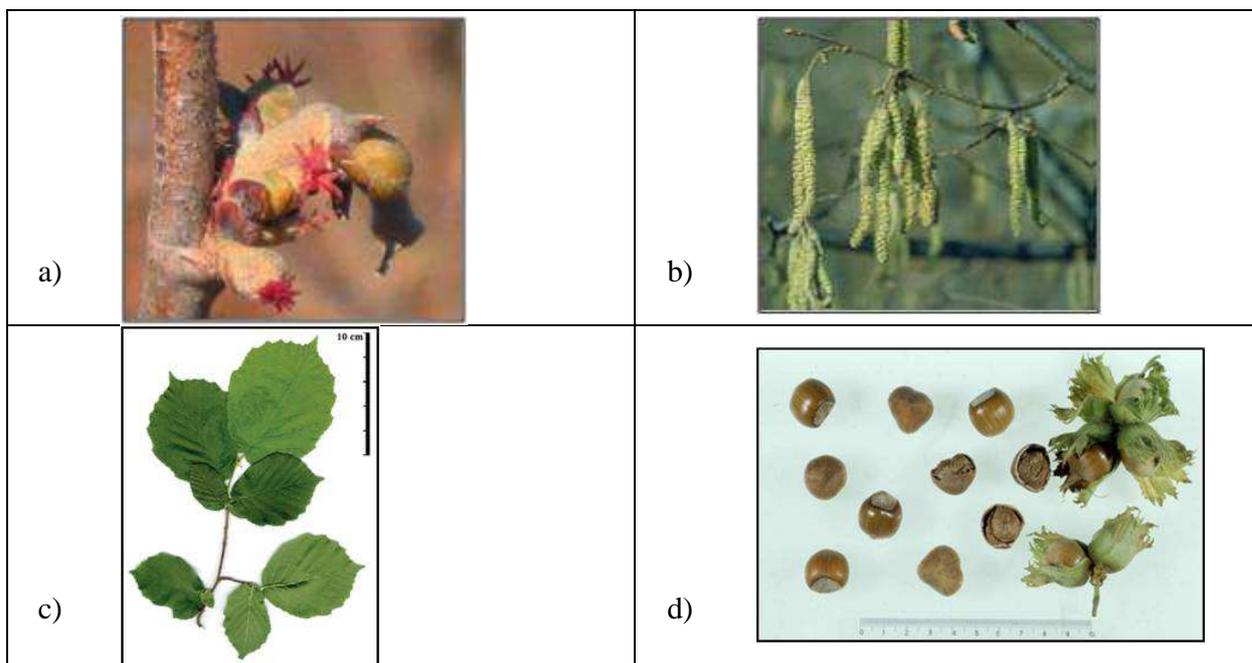


Figura 2. Glomérulo o flor femenina **a)**, amento o flor masculina **b)**, hojas **c)**, frutos **d)**.

2.2.2 Fenología del Avellano Europeo. En Chile, la inducción floral masculina se produce en el mes de Diciembre, la organización morfológica se desarrolla durante Enero y Febrero y la formación de los granos de polen en Marzo. La organización fisiológica de los amentos prosigue durante el mes de Febrero, Marzo y Abril y todas las flores están completamente formadas a principios del mes de Mayo (Ellena, 2010). La maduración y la consiguiente emisión del polen tiene lugar entre los meses de Junio y Agosto según cultivares y climatología. Un invierno suave adelanta la emisión de polen y un invierno fuerte la retrasa en diez o quince días. Una vez cumplida su misión, los amentos se secan y caen en Septiembre (Molina, 1973).

La inducción floral femenina se produce desde Enero hasta principios de Febrero (Ellena, 2010). Los pistilos se observan fuera de las yemas a partir de Junio. Los primeros días de Septiembre comienzan a formarse los ovarios y durante el mes de Octubre se forman los óvulos, y a partir de cuatro meses desde la polinización tiene lugar la fecundación (Molina, 1973). Las flores femeninas, observadas en anthesis durante la época de polinización, no revelan trazas de corola y ovario, debido a que los óvulos se forman entre fines de Septiembre y Octubre y los sacos embrionarios están dispuestos entre mediados de Noviembre y Diciembre. El tubo polínico formado en Invierno queda latente y protegido en la yema para activarse en Primavera, en espera que se formen los óvulos para fecundarlos (Grau, 2003).

Una vez ocurrida la fecundación de los óvulos entre los meses de Noviembre y Enero, se inicia el desarrollo embrionario, que durante las primeras 3 a 5 semanas, su evolución es lenta. El crecimiento del fruto y lignificación del endocarpo (cáscara) se produce entre fines de Enero y principios de Febrero. Posteriormente, el embrión evoluciona con rapidez, alcanzando su volumen definitivo entre 2 a 3 semanas, a mediados de Febrero y a principios de Marzo dependiendo del cultivar. El contenido de materia seca es gradual y constante hasta la cosecha, los frutos maduros caen desprendiéndose del involucro y están constituidos por un 50-60% de cáscara y un 40-50% de semilla dependiendo del cultivar y manejo agronómico. (Ellena, 2010).

La brotación general tiene lugar desde fines de Septiembre hasta Diciembre. Los brotes con más fuerza como chupones y plantas jóvenes pueden seguir creciendo a lo largo del verano, pero llegado el mes de Diciembre la mayoría de los brotes de un árbol adulto detienen su crecimiento. El predominio de una brotación corta lleva a la alternancia de la producción y cosechas de baja calidad y la abundancia de brotes de 15-20 cm es promesa de cosechas de calidad. Las hojas inician su brotación a fines de Septiembre o en los primeros días de Octubre, variando según el cultivar y climatología. La caída se inicia a mediados o a fines de Marzo y termina en Mayo o Junio, según sea la sanidad y el vigor de los árboles (Molina, 1973). La Figura 3, muestra el proceso fisiológico del avellano europeo, adaptado a las condiciones del hemisferio sur.

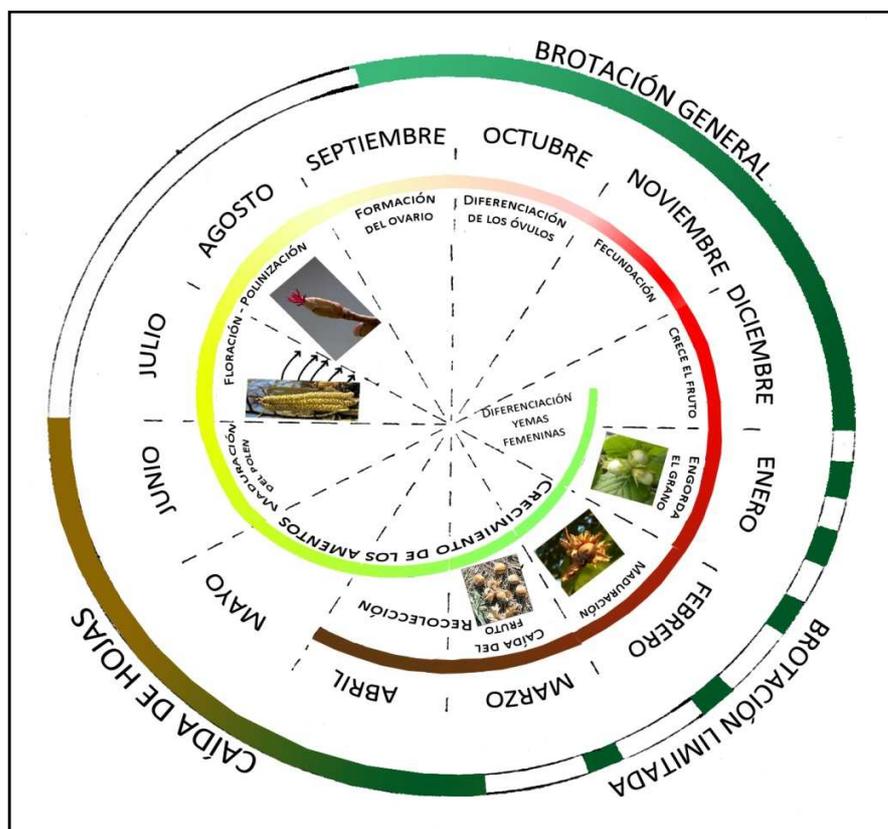


Figura 3. Ciclo vegetativo y reproductivo de *Corylus avellana* L. en Chile.

Fuente. Adaptado de Molina, 1973.

2.2.3 Requerimientos del cultivo.

Suelo. Las condiciones óptimas son terrenos profundos, blandos, de naturaleza franco o franco-arcillosa con un subsuelo permeable con pH entre 5,5 y 6,2. Es una planta muy sensible a los excesos de humedad y por lo tanto, en terrenos donde el subsuelo es impermeable, se debe corregir con oportunos trabajos de drenaje antes de la plantación. La planta no crece bien en terrenos excesivamente arenosos o pedregosos, o en terrenos arcillosos gredosos (Grau, 2003). Me y Botta (2007), señalan que el desarrollo vegetativo de la planta depende de la profundidad y homogeneidad del perfil del suelo, siendo el mínimo 0,5 m.

Clima. Planta de clima templado, la temperatura media anual debe oscilar entre 12 y 16 °C, con un mínimo de 700 horas-frío debajo de los 7°C y temperaturas invernales no inferiores a -8°C. El avellano tiene gran necesidad de agua, 1000 mm de agua en el año para árboles adultos, la humedad relativa óptima es entre 70 y 80% durante todo el periodo vegetativo (Septiembre a Abril). No soporta climas áridos y si se cultiva en zonas secas, debe ser bajo sistema de riego (Grau, 2003). Los requerimientos hídricos de la planta oscilan entre los 80 a 100 mm mensuales desde Octubre hasta Febrero (Germain e Sarraquigne, 2004 citados por Me y Botta, 2007). Los requerimientos de horas frío dependen del cultivar y órgano vegetativo, al respecto, Mehlenbacher (1991a), indica que los requerimientos más bajos corresponden a los amentos y los más altos a las yemas vegetativas; entre 100 a 860 horas frío para amentos, 290 a 1.550 para flores femeninas y 365 a 1.690 para las yemas vegetativas. Los amentos son sensibles a temperaturas de -7°C durante algunas horas y los órganos florales femeninos resisten sin daño temperaturas de -8°C a -10°C. Me y Botta (2007), sugieren que durante la antesis, es útil una brisa suave para ayudar a transportar el polen a las inflorescencias femeninas. Son poco adaptadas a zonas donde el viento es agitado y constante, debido al impacto negativo sobre el crecimiento vegetativo. Para tener una buena formación de óvulos y una exitosa cuaja es necesario que las temperaturas medias máximas 10 semanas después de la floración, sean superiores a 21°C, situación que en Chile se presenta generalmente entre los meses de Octubre y Noviembre.

Fertilización. Es una práctica importante y delicada del ciclo cultural del avellano, en consideración de sus respuestas productivas, económicas y ambientales, garantizando un adecuado equilibrio entre la actividad vegetativa y productiva, limitando en cuanto sea posible el costo de las intervenciones, reduciendo el riesgo por pérdidas de lixiviación y en consecuencia los costos e impacto ambiental. Para esto se requiere un conocimiento profundo de las necesidades nutricionales del avellano, la utilización de diversos elementos nutritivos durante el año y de las características climáticas y edafológicas del área de cultivo. La equilibrada fertilización del avellano es una práctica agronómica muy importante para la obtención de una producción elevada, constante y de buena calidad (Corte *et al.*, 2009; Özenç y Özenç, 2009). Canali *et al.*, (2005), sostienen que la racionalización de la fertilización se basa principalmente en la disponibilidad de la información referente a las características climáticas del área de cultivo, de la fertilidad física, química y biológica del suelo y conocimientos específicos relacionados al cultivo. Las referencias bibliográficas relacionadas sobre los criterios de la cantidad de nutrientes a suministrar al avellano son a menudo contradictorias, no obstante, Roversi (2002), propone que el cálculo de aporte de nutrientes debe considerar dos factores, uno relacionado con la planta y el otro relacionado con el terreno. El primero considera: la producción estimada (t/ha); los elementos consumidos para obtener tal producción y el nivel óptimo y existente de cada elemento en las hojas. El segundo factor referido a la composición del suelo, considera parámetros analíticos para cada elemento como el contenido de materia orgánica, pH y textura del suelo. Con respecto a las funciones de los elementos minerales, Ellena *et al.*, (2006), explica que; el nitrógeno es el elemento con efecto más evidente sobre el comportamiento vegetativo del avellano, actuando como restituyente de las reservas en la planta, debido a que esta especie, al igual que otros frutales, recurre fundamentalmente al nitrógeno presente en los órganos de reserva; el fósforo juega un rol importante en la fecundación, fructificación y desarrollo radical; el potasio influye en la calidad de la producción, favoreciendo la asimilación del nitrógeno en las hojas y desarrollo de los frutos; el calcio favorece la asimilación de otros elementos, en particular en suelos ácidos, estimula la permeabilidad celular e influye también en el desarrollo de las raíces; el boro favorece la actividad meristemática, la diferenciación de las yemas, germinación del polen, cuaja y traslocación de los carbohidratos.

Riego. Es dependiente de muchos factores, tales como la naturaleza del suelo, la pendiente, el recurso agua, la técnica de riego, las posibilidades de inversión y factores climáticos (Grau, 2003). Durante la fase de formación del huerto, el riego es muy importante para lograr el desarrollo de la estructura productiva del árbol. En la etapa de producción, el agua es fundamental para lograr el crecimiento de las avellanas, alcanzar buenos rendimientos por árbol, mejorar el descascarado y evitar así alternancias en la producción (Ellena, 2009). En ausencia de riego, para alcanzar buenos resultados productivos se requiere alrededor de 800 mm de lluvias anuales bien distribuidas, estas necesidades son particularmente elevadas durante el periodo que abarca el crecimiento vegetativo, la inducción floral y desarrollo del fruto (Grau, 2003). En condiciones de estrés hídrico, el avellano reduce significativamente su capacidad productiva (Ellena, 2009), ya que es una especie sensible a la escasez hídrica y presenta una baja capacidad de regulación estomática (Cristofori *et al.*, 2010), debido a que la disponibilidad hídrica, regula la relación entre el desarrollo vegetativo y la actividad reproductiva de los árboles frutales, pudiendo influenciar tanto la cantidad como la calidad de la producción (Bignami, *et al.*, 2002), por tanto, en zonas de secano, se debe disponer de suficientes precipitaciones en primavera y verano y un mínimo de lluvia otoñal para mantener una buena vegetación en el momento de la aparición de los órganos florales y del desarrollo del fruto (Grau, 2003). El aporte del riego es necesario, en zonas con escasa disponibilidad de este recurso y la desigual distribución de las precipitaciones durante el año, en suelos con escasa capacidad de retención de agua y en los primeros años de plantación cuando el sistema radical es capaz de explorar volúmenes limitados de suelo (Tombesi, 1994; Bignami y Natali, 1996 citados por Cristofori *et al.*, 2010).

Poda. Durante los primeros cuatro años desde la plantación se realizan podas de formación, equilibrando el sistema aéreo en función del sistema radical, dándole una forma bien equilibrada y aireada, lo que permite una producción más rápida (Grau, 2003). En huertos en fase de producción, la poda es una labor indispensable para lograr rendimientos constantes y de calidad. Consiste principalmente en la renovación de las unidades fructíferas, con cortes en ramas de 2 y 3 años. La falta de poda produce un sombreado excesivo de la copa del árbol, en particular de su interior. Se aconseja realizar una poda anual, ya que, debido a la paridad del volumen, los árboles podados producen más (Ellena, 2009).

Polinización. El avellano europeo es monoico, presenta una condición de autoesterilidad y dicogamia, con falta de sincronización entre la liberación del polen y la receptividad del estigma en el mismo cultivar, que hacen necesario la participación de cultivares polinizantes compatibles genéticamente (Ellena, 2010). En un huerto comercial se aconseja plantar al menos dos cultivares polinizadores, donde los periodos de floración correspondan al principio, medio y fin de la floración del cultivar principal (Grau, 2003). Por ello, para un cultivar principal es necesario establecer de un 10 a 20% de polinizantes (Ellena, 2009). El polen es transportado por el viento, los insectos no juegan ningún rol en la polinización, por lo tanto los cultivares principales y los polinizantes no deben encontrarse a una distancia mayor a 15-20 m. Para favorecer una buena diseminación del polen, debe tenerse en cuenta el sentido de los vientos dominantes, debiéndose plantar 1 o 2 hileras de cultivares polinizadores contra el viento dominante del cultivar principal (Grau, 2003). Según Ellena (2010), las características para un buen polinizante son: buen productor de polen, tener compatibilidad genética y fenológica con el cultivar principal e idealmente que las avellanas tengan buena calidad comercial.

Manejo fitosanitario. Para lograr que la planta logre su máximo desarrollo y expresión en las distintas zonas de cultivo, es indispensable lograr un equilibrio con los diversos agentes bióticos que causan daños considerables, y por ende, adquieren una significancia económica en las plantaciones comerciales. Para esto se deben conocer las distintas plagas y enfermedades que están involucradas en el cultivo del avellano en Chile. En el país, la enfermedad mas prevalente es el tizón bacteriano del avellano, *Xanthomonas arboricola* pv. *corylina*, ésta bacteria afecta hojas, tallos y frutos. Otras bacterias son *Pseudomonas syringae*, que ataca hojas y ramillas y *Agrobacterium tumefaciens*, ocasionalmente detectada. Respecto a los hongos, se mencionan *Phytophthora* sp., *Diaporthe* sp., y *Phomopsis* sp, (Guerrero, 2011), Las principales plagas que atacan al avellano son *Aegorinus* sp. Cuncunilla, gusano blanco, pulgones, chinches y sierra del manzano. Estas plagas ocasionan diversos daños en las plantas como estrangulamientos a nivel radical, incidiendo de manera negativa sobre el vigor de los árboles, rendimientos y calidad de la fruta. La prevención y control de estos organismos deben realizarse a través de un manejo integrado, debido que el control químico siendo eficiente en un principio, se ha visto que produce resistencia y baja eficiencia para la prevención y control de plagas (Aguilera y Rebolledo, 2011).

2.2.4 Área de adaptación en Chile. A partir de los años 80, INIA, realizó una introducción oficial de un grupo de los principales cultivares comerciales disponibles en Europa y EE.UU, estableciendo huertos de evaluación en varios Centros de Investigación desde la Región Metropolitana hasta la Región de Los Lagos. Luego de varios años de trabajo en la especie, donde se analizaron los requerimientos y la adaptación de ésta, se desarrollan diversos estudios de evaluación de comportamiento de los cultivares en diferentes localidades de las Regiones del Maule y Bío Bío. Los antecedentes disponibles permiten señalar que esta especie es posible de cultivar en áreas determinadas entre las Regiones del Maule y Los Lagos (Grau, 2001). Las experiencias en las Regiones de Coquimbo y Valparaíso según Lemus (2004), han mostrado la capacidad de la planta para crecer, pero las dificultades más serias se han visto en la fructificación, señalando que en la localidad de San Esteban (Región de Valparaíso), además de la baja producción se ha observado daño foliar por exceso de calor y por el alto contenido de sales de calcio del suelo y del agua de riego.

2.2.5 Principales cultivares en el Mundo y en Chile. La producción mundial se basa en cerca de 20 cultivares que se han seleccionado durante largo tiempo desde plantas espontaneas en las áreas de mayor expansión del cultivo. Se adaptan a condiciones ambientales caracterizadas principalmente por el clima templado, con altas precipitaciones y veranos frescos (Tombesi y Limongelli, 2002). A nivel mundial, existen cerca de 400 cultivares, sin embargo, menos de 20 de estos son dignos de plantación para la producción comercial. Aunque se han seleccionado algunos tipos de frutos de plántulas de polinización abierta, con los años, los programas de mejoramiento para desarrollar nuevos y mejorados cultivares se establecieron a contar de la década de 1960 en los EE.UU, Italia, Francia, y en la década de 1970 en España (Mehlenbacher, 1991b). Los principales programas se han desarrollado en la Universidad Estatal de Oregon, con la difusión y creación de seis variedades; Willamette, Lewis, Clark, Sacajava, Santiam y Yamhill. El INRA de Bordeaux ha lanzado dos variedades; Corabel y Ferial. La Universidad de Torino la variedad Daria y en Rumania se han descrito las variedades Valcea y Arutela (Tombesi *et al.*, 2010).

El antiguo origen de la avellana y la presencia de muchas plantas de semillas han ofrecido una amplia variabilidad genética, por lo que han sido seleccionados y propagados los cultivares mejor adaptados al medio ambiente, necesidades culturales y comerciales. Los principales cultivares reconocidos en todo el mundo por sus características son: Tombul, Tonda Gentile delle Langhe, Tonda Romana, Tonda di Giffoni, Negret y Barcelona (Tombesi y Limongelli, 2002). El Cuadro 1, muestra los principales cultivares en las diferentes zonas de producción, demostrando una gran variedad de éstos, a lo largo de la zona de producción. Los cultivares que a nivel internacional son mayormente difusos, representan una importante referencia para la elección del material a utilizar en el mejoramiento genético, evaluando las características de producción, calidad de la fruta y adaptabilidad a distintos ambientes en zonas de cultivo (Tombesi *et al.*, 2010). Existen algunas limitaciones en lo que respecta a la productividad, la adaptación a las condiciones ambientales, las características cualitativas o la resistencia a enfermedades. Es necesario, considerar la posibilidad de mejorar uno o más caracteres. Esto consiste en la selección de individuos que poseen las cualidades deseadas, proveniente de poblaciones en las que exista una amplia variación y combinación de caracteres (Tombesi y Limongelli, 2002).

Antecedentes aportados por Grau (2003), señalan que en Chile han sido evaluados diversos cultivares (INIA) correspondientes a Negret, Daviana, Tonda Gentile delle Langhe, Tonda Gentile Romana, Tonda di Giffoni, Morell, Gironell y Barcelona. Según Ellena (2009), en la zona de cultivo, predomina comercialmente el cultivar Barcelona debido a su gran adaptabilidad y comportamiento productivo y en los últimos años, establecimientos con huertos de la variedad Tonda di Giffoni. Grau (2003), a determinado que la compleja biología floral de esta especie y la enorme influencia que ejerce el clima en el comportamiento fenológico de los diferentes cultivares, causó una modificación del comportamiento de éstos al introducirlos a Chile. La mayoría de ellos modificó sus procesos biológicos causando diferentes anomalías como: ausencia de emisión de polen, caída prematura de los amentos, ausencia de sincronía entre el polinizante y cultivar principal. Por lo anterior, no es recomendable tener como referencia el comportamiento de cultivares y polinizantes en otros países.

Cuadro 1. Distribución de cultivares de Avellano Europeo en distintos países y regiones.

País	Región	Principales cultivares (% de la producción regional)
Turquía	Trabzon (10,9%)	Mincane (38%), Fosa (33%), Tombul (12%), Sivri (9%)
	Giresun (23,4%)	Tombul (75%), Sivri (12%), Kalinkara (5%)
	Ordu y Samsun (35,9 %)	Tombul (40%), Palaz (28%), Cakildak (25%)
	Bolu, Adapazari, Zonguldak (27,5%)	Karafindik (38%), Mincane (29%), Cakildak (15%), Fosa (13%), Uzunmusa, Cavcava, Digerleri
Italia	Campania (35,35%)	Mortarella (33%), San Giovanni (32%),Tonda di Giffoni (8%), Bianca y Rossa (14%) Camponica (4%)
	Lazio (34,18%)	TondaGentile Romana (80%), Nocchione (20%) y Tonda di Giffoni (5%)
	Piemonte (14,33%)	TondaGentiledelleLanghe>90%
	Sicilia (14,19%)	Siciliana, Ghirara, Minnulara, Lancinante
USA	Oregon	Barcelona (80%), Ennis (10%), Daviana (6%), Butler (2%)
España	Cataluña	Negret (80%), Gironell, Culpla, Grifoll, Trenet, Pautet, Ribet, Tonda di Giffoni
Azebarijan	Mar negro	Cherkesskii, Scorospelka, Kudryavchik, Chkhivistava, Pioneer, Ata-Baba
Francia	Sur Oeste	Fertile de Coutard (Barcelona) (44%), Segorbe (21%), Ennis (15%), Butler (6%), Hall'sGiant (5%)
Grecia	Nord	Tombul (sin. Extra Ghiagli), SivriGhiagli, TombulGhiagli, Palaz, Badem, Negret

Fuente: Tombesi, y Limongelli, (2002) y Tombesi *et al.*, (2010).

2.3 Cultivar Barcelona.

Saini (2004), indica que el cultivar es conocido con ese nombre en Estados Unidos, en Francia como Fertile de Coutard, como Castanyera en España y en Portugal como Grada di Viseu. Su origen es desconocido, es uno de los principales cultivares en el mundo, difundido ampliamente en Oregon (EE.UU) y Francia (Grau, 2003). De Salvador *et al.*, (2002), lo definen como una variedad de doble propósito, tanto para la industria como consumo de mesa. Barcelona es un cultivar versátil que parece adaptarse a una amplia gama de condiciones, investigaciones en Australia con el cultivar Barcelona, han dado buenos resultados, obteniendo en varios lugares de plantación altos rendimientos (Baldwin *et al.*, 2007).

Este cultivar se encuentra presente en Chile hace más de 40 años, caracterizado por ser un ecotipo adaptado a las condiciones edafoclimáticas del país. Grau, (2003), señala que este ecotipo ha logrado adaptarse a las diferentes áreas agroclimáticas de Chile. Esto queda demostrado en los resultados de la evaluación del desarrollo de los distintos cultivares de avellano europeo en distintas localidades de Chile de la zona centro-sur, los cuales mostraron que el cultivar Barcelona tiene un desempeño adecuado en todas las zonas, ya que éste presenta un buen establecimiento y crecimiento inicial, demostrando tener una buena adaptabilidad, comparada con otros cultivares evaluados (FIA, 2008). Lo que confirma Ellena *et al.*, (2011), quienes señalan que este cultivar tiene una gran adaptación a las condiciones edafoclimáticas del sur de Chile. Este ecotipo fue seleccionado y propagado en el país por el productor Jaime Armengolli y el cultivar es conocido como “Barcelona chilena” (Ellena, 2009), o como Barcelona Armengolli (Chase-Lansdale y Perry, 2008). Según Ellena (2009), el cultivar Barcelona distribuido en el país presenta un crecimiento cerrado, alta precocidad productiva, vigor elevado, precoz floración femenina y masculina, dicogamia, proteandria, brotación tardía, un promedio de 3,2 núculas por grupo, longitud del involucro más bien largo, forma cónica, color marrón oscuro, grueso espesor de la cáscara, peso promedio de la avellana de 3,5 g, peso promedio de la semilla de 1,5 g, 43% de rendimiento al descascarado, pelado o blanching intermedio, con producciones de 3.000 a 4.200kg/ha.

2.4 Mercado de la avellana.

2.4.1 Producción mundial. En el mundo existe una superficie de alrededor de 600.000 ha y una producción promedio de 850.000 toneladas (FAOSTAT, 2011). El país con mayor producción de avellanas es Turquía, el cual posee alrededor de 400.000 ha, con producciones que van desde las 500.000 a 800.000 toneladas, debido a la alternancia de la producción en el país. En Turquía, el cultivo se encuentra en las regiones costeras del Mar Negro, zona que suministra cerca del 60% de la producción nacional, ubicada al Noreste (Trabzon, Giresun y Ordu) en una región montañosa donde se cultiva en suelos infértiles y con pendientes de hasta un 20%. Esta zona, posee condiciones climáticas ideales para el crecimiento de la planta, debido a las buenas precipitaciones y temperaturas estivales. Los huertos son pequeños (promedio 1,5 ha) sin riego, con formas arbustivas del cultivo y plantaciones de alta densidad (600 a 700 plantas/ha), con rendimientos de entre 0,6 a 1,0 t/ha. Sin embargo, la inclinación excesiva del terreno hace difícil la mecanización, por lo que se requiere una alta mano de obra (400-700 horas/año). La situación es diferente en las regiones del Centro-Oeste (Samsun, Akcakoca, Bolu, Zonguldak) donde las plantaciones se encuentran en la llanuras fértiles y el tamaño de las explotaciones oscilan entre 1,7 a 2,5 ha y el rendimiento por hectárea es mayor, proporcionando el 40% de la producción nacional. Cerca del 12% de la producción se destina al consumo interno, mientras lo restante es para exportación, en especial a países de la Unión Europea (Bozoglu, 2005).

Italia, es el segundo país productor, con alrededor de 70.000 ha y una producción promedio de 120.000 toneladas (FAOSTAT, 2011). Las avellanas italianas, al menos en sus mejores variedades, representan producciones de calidad que son mejor calificadas y debidamente presentadas a los consumidores con un valor agregado, producto que es único en las cualidades organolépticas de cada variedad, relacionados con el origen, la labor humana en un territorio específico, la historia, cultura, antropología y tradiciones. En la actualidad existen dos cultivares, Tonda Gentile delle Langhe y Tonda di Giffoni que han obtenido por La Unión Europea el reconocimiento de producto IGP (Indicación Geográfica protegida) (Adua, 2002).

La producción se encuentra distribuida en cuatro regiones: Piemonte (12%), Lazio (32%), Campania (40%), Sicilia (14%) y Otros (2%). En Campania las plantaciones están situadas en un 70% en colinas medio-alta, los huertos son aproximadamente de 2 ha y un rendimiento cercano a 1,5 t/ha, el otro 30% son huertos mayormente mecanizados, con un mejor manejo cultural, algunos con riego y con altos rendimientos, su producción total corresponde a 54.000 toneladas. En Lazio el 92% de la superficie se encuentra en la provincia de Viterbo, los cultivos son a menudo regados, cosechas totalmente mecanizadas, con rendimientos promedios de 2 t/ha, su producción es aproximadamente de 35.000 ton. En Sicilia, la mayor parte de la superficie se encuentra en Messina (78%) seguido de Catania y Palermo, su principal variedad es denominada Siciliana, con una producción de 18.000 toneladas. En Piemonte se encuentran huertos de 2-4 ha, son raramente regados, cosecha mecanizada, el principal cultivar es Tonda Gentile delle Langhe, sus huertos se encuentran en la provincia de Cuneo y Asti con una producción cercana a 15.000 toneladas (Me y Valentini, 2006).

EE.UU, es el tercer productor mundial con una extensión promedio cercana a 11.500 ha y una producción de 30.000 toneladas. (FAOSTAT, 2011). El 80% de la producción se encuentra en la costa del pacífico en el valle de Willamette (Oregon). El suelo y el clima son ideales para el cultivo, el terreno es plano y fértil, la pluviometría es buena. Los huertos son de 15 a 30 ha y tienen un alto nivel de mecanización, por lo que se requiere una baja mano de obra (35-40 horas/año). El sistema de conducción de la planta es con eje monocaulinar y una densidad de 260 a 400 plantas/ha, con rendimientos promedio de 2,73 t/ha. Los cultivares utilizados son Barcelona (66%) y Ennis (13%) destinados principalmente al consumo de mesa, Casina, Lewis y Daviana son cultivares para la industria. La comercialización de la Avellana es preferentemente con cáscara; cerca del 14% de la producción se destina al mercado interno y un 45% es exportado a países europeos, China (Hong-Kong), Sudamérica y Canadá (Mehlenbacher, 2005).

España, es un importante productor con 22.500 ha y una producción promedio de 22.000 toneladas principalmente en la región de Cataluña (más del 90%) representando el 3% de la producción mundial. En Cataluña, hay 7.000 huertos de avellanas con un tamaño pequeño por huerto, con un promedio de entre 1 y 5 hectáreas.

El principal cultivar para el uso industrial es Negret (80% de la superficie total) otras cultivares son; Gironell, Pauetet, Culplà y Morell. Parte de las plantaciones se encuentran situadas en zonas de montaña con pendientes, escasa disponibilidad de agua, bajos niveles de mecanización y productividad (0,5-0,8 t/ha). Últimamente el cultivo se ha difundido en zonas planas cercanas a la costa mediterránea, las plantas se encuentran con riego, altamente mecanizados y con buena productividad (2,0-2,5 t/ha). La producción se destina en un 55% al mercado interno y en un 45% a la exportación de los cuales el 96% corresponde a frutos sin cáscara y el 4% con cáscara (Tous, 2005). En Francia, la industria de avellanas es propiedad de cooperativas, principalmente UNICOQUE con alrededor de 2.500 ha, también hay otras 80-100 ha en manos de agricultores individuales (Sarraquigne, 2005). Otros productores a nivel mundial son Azerbaijan, Georgia, Iran, y China los cuales, solo una pequeña parte de su producción está destinada a la exportación.

El Cuadro 2 muestra claramente un aumento de la producción a nivel mundial, pero que los últimos años es menos evidente, debido a la disponibilidad de superficies en países europeos para la expansión del cultivo, además, pone en evidencia la alternancia de la producción de algunos países como Turquía.

Cuadro 2. Producción de los principales países productores de avellana.

País/Año	2008	2007	2006	2005	2004	2003
Turquía	800.791	530.000	661.000	530.000	350.000	480.000
Italia	111.841	128.231	142.109	87.879	143.356	83.292
EE.UU	29.030	33.568	37.195	25.038	34.019	34.380
Azerbaiyán	27.745	27.462	24.625	27.986	5.491	19.895
España	24.000	16.134	24.810	23.027	26.919	12.559
Georgia	18.700	21.200	23.500	16.393	8.327	14.820
Irán	18.000	18.000	18.000	17.889	15.384	5.794
China	16.000	15.000	14.000	13.500	14.000	13.000
Francia	4.999	5.371	6.083	4.459	6.456	3.710
Polonia	3.434	3.470	2.637	3.061	2.278	2.320
Mundial	1.066.444	810.515	965.264	759.741	616.564	679.626

Fuente. FAOSTAT, 2011.

La Figura 4, indica notoriamente los principales productores de avellana, donde Turquía es el principal exportador de fruta sin cáscara y EE.UU de fruta con cáscara. La Figura 5 muestra que los principales importadores son países europeos, especialmente Alemania, y China aparece como el principal importador de fruta con cáscara.



Figura 4. Países exportadores de avellana con y sin cáscara (2008).

Fuente. FAOSTAT, 2011.

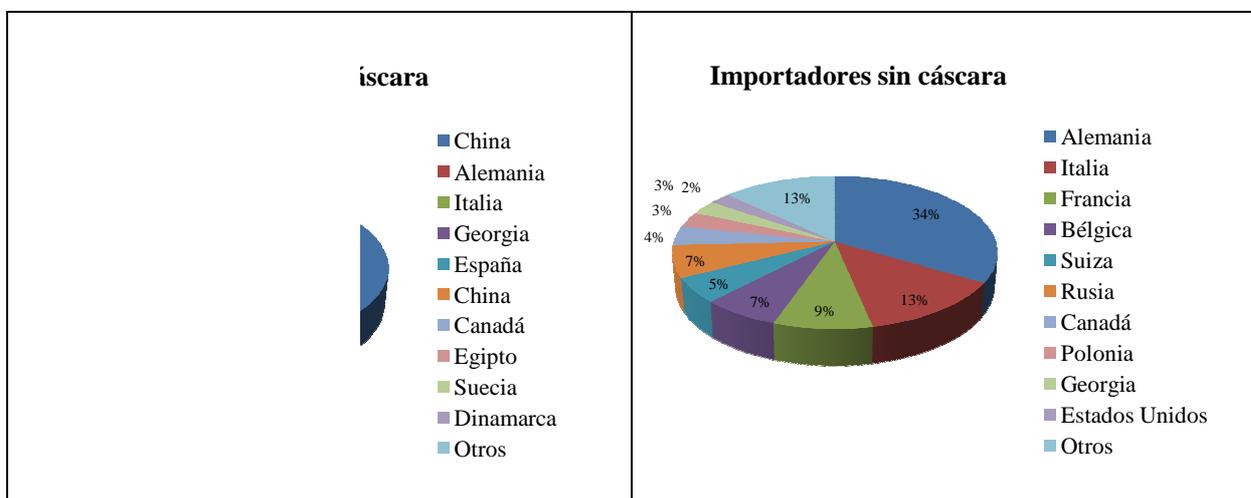


Figura 5. Países importadores de avellana con y sin cáscara (2008).

Fuente. FAOSTAT, 2011.

2.4.2 Producción nacional. La superficie de avellano europeo en Chile ha tenido un notable incremento en los últimos años desde 12 ha el año 1990 hasta 5.000 ha el año 2007, (INE, 2007), lo que dista mucho de las aproximaciones actuales que hablan de alrededor de 12.000 a 13.000 ha, con un incremento de 800 a 1.000 ha anuales. De la superficie actual, solo el 60% se encuentra en producción, pero con volúmenes muy bajos respecto a la plena producción que se alcanza a partir del noveno año (Romero y Torres, 2010). Actualmente, es el país líder en producción en el hemisferio sur. En el área de cultivo predomina el cultivar Barcelona el cual posee una gran adaptación y comportamiento productivo y últimamente se han establecido plantaciones de Tonda di Giffoni (Ellena *et al.*, 2010).

Cruzat (2010), indica que un 80% es Barcelona, 18% Tonda di Giffoni y un 2% Tonda Gentile delle Langhe, esta última, con un muy mal comportamiento productivo en el sur de Chile (Ellena *et al.*, 2010). Establecimientos a lo largo del país con el cultivar Barcelona, han presentado un buen crecimiento inicial y buena adaptabilidad. Como variedades polinizadoras se utilizan ecotipos nacionales Azul y Blanco en un 11%, ya que poseen sincronía y compatibilidad con el cultivar (FIA, 2008).

El mercado nacional se focaliza principalmente en la exportación de avellanas con cáscara, las que representan más del 96% del total de las exportaciones. Las plantaciones comerciales han permitido aumentar las exportaciones desde el año 2002 con 21 toneladas de avellana hasta el 2009 con envíos que alcanzaron las 28.000 toneladas, con cifras equivalentes a US\$ 51.063 para el año 2002 y US\$ 6.620.612 en 2009. Las exportaciones presentan una estacionalidad muy marcada durante los meses de marzo abril y mayo, debido a que se concentran en los meses posteriores a la cosecha y presenta por lo mismo una ventaja comparativa por la diferencia de hemisferios. El principal exportador es Frutícola Agrichile con el 97,4% del total de las exportaciones en 2009, seguido de Exportadora Sun West con un 1,78%, siendo esta última, la principal exportadora de avellana sin cáscara. El destino de las avellanas es principalmente Italia con más del 90% del total de exportaciones, seguido de Brasil, Argentina, Alemania, España y Uruguay (Romero y Torres, 2010).

2.4.3 Precios. Los precios se ven fuertemente influenciados por la alternancia de la producción, stock del año anterior y volúmenes ofertados por Turquía, debido a su alta producción es quien regula el mercado, orientado principalmente a las avellanas sin cáscara (Cruzat, 2010). En Turquía los precios son regulados por FISKOBIRLIK (Unión de Cooperativas Vendedoras de Avellanas). Esta es una cooperativa estatal por lo que el gobierno turco a veces es incapaz de regular su propio mercado debido a problemas económicos y políticos. Esto se traspa a todo el mundo ya que es Turquía quien regula el mercado mundial. Los precios Fob para Chile son del orden de USD 1,8 – 2,50 para avellana con cáscara y USD 6,8 para avellana sin cáscara. Los precios por variedad son para Barcelona de 1,5–3,2 US\$/Kg y para Tonda di Giffoni 2,0–4,0 US\$/Kg. dependiendo de la temporada (Ellena, 2009). Los precios de retorno a productor se pagan en base a kilos netos, determinados mediante diferentes parámetros, en los que destacan principalmente el porcentaje de frutos vanos y humedad. Importante de señalar que el parámetro de compra es 6% de humedad para obtener una buena conservación. El Cuadro 3, revela los precios obtenidos por país a lo largo de los años, mostrando claras diferencias en el precio de Turquía, esto, debido a la subvención que existe en ese país, al contrario de Chile y EE.UU donde los precios se mantienen constantes.

Cuadro 3. Valores de exportación de avellanas con y sin cáscara según país y año de producción.

Con cáscara US\$/Kg					Sin cáscara US\$/Kg				
País/año	2007	2006	2005	2004	País/año	2007	2006	2005	2004
Turquía	2,97	1,95	5,07	2,41	Turquía	4,69	4,58	9,16	5,48
Italia	3,89	3,34	4,39	3,10	Italia	6,77	7,57	7,97	5,66
EE.UU	2,17	1,88	1,90	1,94	España	5,66	5,84	8,14	5,44
Chile	2,80	2,35	2,17	-	Azerbaiyán	5,10	6,13	7,78	3,23

Fuente. FAOSTAT, 2011

2.5 Uso de la avellana y características requeridas.

Entre el 5 y 10% de las avellanas son usadas directamente con cáscaras o como avellanas enteras, para esto son requeridas avellanas grandes y atractivas. El 90-95% de la producción es utilizada por la industria y las avellanas se venden con o sin cáscara y tostadas (Tombesi y Limongelli, 2002). En la actualidad, este porcentaje difiere de la realidad actual, debido al aumento de las producciones y exportaciones en los últimos años de avellanas con cáscara en EE.UU, Francia y Azerbaiyan. Las avellanas con cáscaras son utilizadas para el partido casero (snacks) o decoraciones, mientras que las avellanas sin cáscara pueden ser comercializadas secas, tostadas, saladas, picadas, rebanadas, como harina, pastas o puré. Por lo general se utilizan para la chocolatería, aceites, productos de confitería, cereales, aperitivos y helados.

La mejor forma de la nuez para los procesos industriales es la esférica y los tamaños utilizados son de 9 a 15 mm. Las características físicas que son consideradas en el producto sin cáscara son: Forma, tamaño, rendimiento al descascarado, incidencia de semillas dobles, consistencia y la presencia de fibra. Las características para un producto tostado son: Pelabilidad (eliminación de la película), fragilidad y el tamaño de la cavidad interna (Garrone y Vacchetti, 1994; Tombesi y Limongelli, 2002).

Cristófori (2005), menciona los siguientes parámetros de aptitud para la utilización industrial de la avellana: forma esferoidal de la núcula, buen rendimiento al descascarado, contenido de agua (humedad) no superior a 6%, libre de sustancias extrañas, separación por calibre, buena pelabilidad al tostado y un contenido de grasa de 62-65%. Para la avellana con cáscara, la norma señala una humedad no superior al 9%, cáscara entera, limpia, con semilla bien desarrollada, libre de plagas y hongos, sin rancidez y sabores extraños, además de la separación por calibre. Entre las características organolépticas son importantes el sabor de la avellana sin cáscara y el aroma de la avellana tostada. Todas las características físicas y organolépticas deben ser referidas a un cultivo puro, o tener menor importancia si se refieren a un producto obtenido mediante la mezcla de diferentes cultivares.

2.6 Composición de la avellana.

La avellana es considerada un alimento con alto contenido energético y rico en ácidos grasos. Los principales ácidos grasos presentes en la avellana son el ácido esteárico, palmítico, oleico, linoleico y linolénico. Los primeros dos son ácidos grasos saturados (SFA) y representan menos del 10% de los ácidos totales; el ácido oleico es monoinsaturado (MUFA) y su contenido gira en torno al 80%, mientras linoleico y linolénico son polinsaturados (PUFA) (Alasalvar *et al.*, 2006; Paoletti, 2007). El contenido de sustancia grasa y la presencia de ácidos grasos polinsaturados influyen la estabilidad de la avellana durante la conservación. Los ácidos grasos polinsaturados están mayormente sujetos a la oxidación y en consecuencia al enranciamiento. Un contenido medio de 62 a 65% asegura una expresión armoniosa de sabor, aroma y textura de las avellanas. Cantidades mayores son un requisito previo para una más rápida rancidez y deterioro (Ozdemir *et al.*, 2001).

Se han realizado varios estudios sobre la composición lipídica de la avellana, pero existen pocos datos bibliográficos sobre los componentes menores como los azúcares, ácidos orgánicos y minerales. El contenido de azúcar tiene valores de alrededor del 4% del peso seco de la semilla. Los azúcares solubles presentes en mayor cantidad son la sacarosa, en un 80% de los azúcares totales, seguido de estaquiosa y rafinosa, respectivamente con un 6% y 3% (Bignami *et al.*, 2005). Entre los ácidos orgánicos, los más representativos es el ácido málico, cuyo contenido varía de 0,5 a 2 mg/g de peso seco. Hay también un número de otros ácidos, tales como el ácido succínico, el galacturónico, el levulínico, cítrico, acético y el butírico presentes en cantidades ínfimas (Giusti y Cannella, 2002). La presencia de componentes de sabor activo tales como aminoácidos, azúcares y ácidos orgánicos, pueden mejorar las características sensoriales de los productos, por lo tanto, mejor sabor y aroma de la avellana, puede aumentar el consumo de este fruto seco de importante valor nutricional (Alasalvar *et al.*, 2003). Debido al efecto de estos compuestos en los atributos sensoriales que percibe el consumidor, su concentración y las diferencias varietales se pueden considerar los principales determinantes de la calidad de frutos secos y deben ser valorados en la planificación de la elección para cultivar nuevas plantaciones (Cristofori *et al.*, 2008).

La avellana es una buena fuente de proteína, su valor no se aleja del 15% (Paoletti, 2007), sin embargo, Pala, Açkurt, Loker, Yıldız y Ömeroglu (1996), citados por Köksal *et al.*, (2006), señalan que el contenido varía entre un 10 a 24%. Con respecto a los minerales, estudios en Turquía revelan que el potasio es el más abundante (519 a 857 mg/100 g), seguido de fósforo (256-314 mg/100 g), calcio (161-264 mg/100 g) y magnesio (34,9 a 152 mg/100 g) (Alasalvar *et al.*, 2009), además contempla importantes cantidades de oligoelementos como hierro, cobre, zinc y selenio (Giusti y Cannella, 2002). Posee un gran número de compuestos cardioprotectores como vitamina E (α -tocoferol), fitoesteroles, vitamina B6, ácido fólico, L-arginina, polifenoles y fibra (Alasalvar *et al.*, 2006), que contribuyen a los efectos beneficiosos del fruto y otras como vitamina C y del grupo B (tiamina y niacina) muy importante para el buen funcionamiento celular. El Cuadro 4, muestra la composición nutricional de la avellana, con rangos obtenidos de diferentes cultivares comerciales y el Cuadro 5, una comparación de la composición química, con respecto a las principales especies de frutales de nuez.

Cuadro 4. Composición nutricional de la avellana (100 g de semilla).

Componentes principales	g	Vitaminas	mg
Calorías (kcal)	672	Vitamina B1	0,3-0,6
Lípidos	55-70	Vitamina B2	0,1
Proteínas	12-18	Vitamina B6	0,2-0,6
Carbohidratos	16	Vitamina C	6
Fibra	1,8-6,2	Vitamina E	19-28
Minerales	mg	Perfil ácido	%
Calcio	188-195	Palmítico (16:0)	5,2-6,3
Fierro	3,39	Palmitoléico(16:1)	0-0,5
Magnesio	285-296	Estearico (18:0)	1,7-2,6
Fósforo	312-323	Oléico(18:1)	71,3-84,8
Potasio	462-655	Linoléico(18:2)	6,5-21,4
Manganeso	6	Linolénico(18:3)	0,07-0,2
Selenio	4		
Zinc	2,4-3,0		
Cobre	2		

Fuente. Mehelenbacher, 1990; Antoniazzi, 1996; Alphan *et al.*, 1997; Botta *et al.*, 1997; Richardson, 1997; Bignami *et al.*, 2005; citados por Cristofori, 2005.

Cuadro 5. Comparación de la composición nutricional de nueces en 1 onza (OZ) = 28,35 g.

Nutrientes	Unidad	Avellana	Almendra	Macadamia	Pistacho	Nuez
	Semilla/OZ	21	23	10-12	49	14
Calorías	kcal	180	160	200	160	190
Proteína	g	4	6	2	6	4
Grasa total	g	17	14	22	13	18
Grasa Saturada	g	1,5	1	3,5	1,5	1,5
Grasa Monoinsaturada	g	13	9	17	7	2,5
Grasa Polinsaturada	g	2	3,5	0,5	4	13
Ácido linoleico	g	2	3	0,5	4	11
Ácido linolénico	g	0	0	0	0	2,5
Colesterol	mg	0	0	0	0	0
Carbohidratos	g	5	6	4	8	4
Fibra	g	3	4	2	3	2
Calcio	mg	32	75	20	31	28
Hierro	mg	1.33	1.05	0.75	1.19	0.82
Magnesio	mg	46	76	33	34	45
Fosforo	mg	82	137	56	137	98
Potasio	mg	193	200	103	295	125
Zinc	mg	0.69	0.87	0.37	0.65	0.88
Cobre	mg	0.489	0.282	0.162	0.376	0.45
Manganeso	mg	1.751	0.648	0.861	0.361	0.968
Vitamina C	mg	1,8	0	0,2	0,7	0,4
Tiamina	mg	0.182	0.06	0.201	0.238	0.097
Riboflavina	mg	0.032	0.287	0.025	0.045	0.043
Niacina	mg	0.510	0.96	0.645	0.404	0.319
Arginina	g	0.627	0.693	0.391	0.598	0.646
Vitamina B6	mg	0.16	0.041	0.102	0.361	0.152
Vitamina K	mcg	4	0	0	3.7	0.8
Vitamina E	mg	4.26	7.43	0.16	0.55	0.2
Total fitosteroles	mg	27	31	32	61	20

Fuente. USDA, National Nutrient Database for Standard Reference, 2007.

2.7 Características nutricionales.

Estudios han demostrado que la incidencia de enfermedades cardiovasculares es mucho menor en las poblaciones que consumen grandes cantidades de frutos secos. De esta investigación se desprende que la presencia de frutos secos en la dieta puede ejercer un efecto protector contra la aterosclerosis (Giusti y Cannella, 2002), reducción del riesgo de alguna enfermedad crónica, cardíaca, diabetes, cáncer a la próstata y al colon (Paoletti, 2007).

La avellana (*Corylus avellana* L.) posee un fruto con una cubierta leñosa que contiene una buena cantidad de grasa (alrededor del 64%) y representa como almendras y nueces un alimento altamente energético. Alrededor del 40% de la grasa son ácidos grasos monoinsaturados, y esto es particularmente importante desde el punto de vista nutricional y fisiológico, como ha quedado ampliamente demostrado que una dieta rica en ácido oleico ayuda a mantener el colesterol LDL (el llamado "colesterol malo ") en niveles bajos en la sangre, con un efecto protector contra la enfermedad de la aterosclerosis y enfermedades cardíacas. La avellana también presenta ácidos grasos esenciales, los niveles discretos de b-sitosterol y vitamina E, que se combinan para ejercer un efecto beneficioso sobre el sistema cardiovascular (Giusti y Cannella, 2002; Yucesan *et al.*, 2010). La susceptibilidad de LDL a la oxidación, depende principalmente de la composición de los ácidos grasos y el contenido de vitamina E de la partícula de LDL, ya que cuando ésta se oxida, juega un papel más importante en la patogénesis de la aterosclerosis (Yucesan *et al.*, 2010).

El efecto positivo del consumo de avellanas en la reducción de los niveles séricos del colesterol, manifiesta que algunos micro-componentes presentes en los frutos secos pueden comprometerse a proporcionar protección contra daños en el cuerpo de los radicales libres, la capacidad antioxidante del plasma aumenta y los niveles de peroxidación lipídica disminuyen. Todo esto indica que la introducción de avellanas en la dieta habitual, provoca un aumento de la defensa antioxidante del plasma, con la que el cuerpo puede luchar más eficazmente del ataque de los radicales libres, especies químicas que producen graves daños a nuestras células (Giusti y Cannella, 2002).

Uno de los antioxidantes más eficaces en la protección de los lípidos del daño oxidativo provocado por los radicales libres es la vitamina E, esta vitamina está presente en buena cantidad en la avellana y contribuye a los efectos beneficiosos del fruto. Según Delgado *et al.*, (2010), la capacidad antioxidante de una porción de nueces (42 g) es equivalente a 4 porciones de avellanas, 7 porciones de maní y 43 porciones de almendra. La Figura 6, compara la capacidad antioxidante de diferentes especies frutales, mostrando un gran valor ORAC en la avellana.

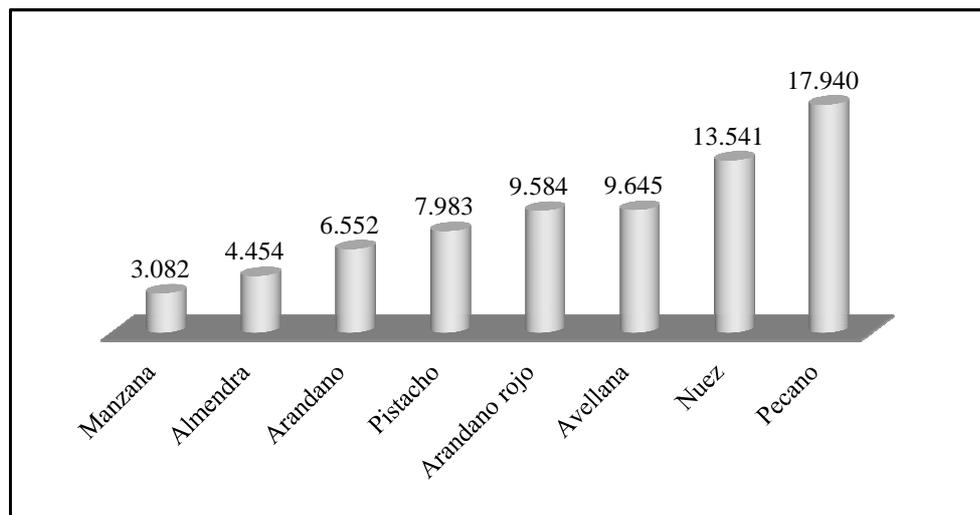


Figura 6. Capacidad antioxidante, ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity), valor por cada 100g, para nueces 28 a 40g.

Fuente. Wuet *et al.*, 2004.

La avellana es una buena fuente de minerales (Alasalvar *et al.*, 2003), los cuales son vitales en la salud mental y en general, en el bienestar físico de los seres humanos (Alasalvar *et al.*, 2009). Otros componentes de menor importancia, no nutrientes, tales como la actividad de los polifenoles, presentan un potente antioxidante. En las avellanas los polifenoles se encuentran en concentraciones variables dependiendo del cultivar y el origen geográfico, debido a su alta actividad antioxidante puede contribuir, en sinergia con la vitamina E para proteger el LDL del daño oxidativo (Giusti y Cannella, 2002), encontrándose en el perisperma, una elevada concentración de polifenoles, lo que queda demostrado en el Cuadro 6, al comparar la capacidad antioxidante con y sin perisperma, de distintas nueces (Paoletti, 2007).

Cuadro 6. Capacidad total antioxidante (TAC) de frutos secos con y sin perisperma.

Producto	TAC (mmol/100g)	Porción (g)	TAC (mmol/porción)
Avellana con perisperma	0,701	28	0,199
Avellana sin perisperma	0,160	28	0,045
Almendra con perisperma	0,412	28	0,117
Almendra sin perisperma	0,112	28	0,032
Nuez con perisperma	23,07	28	6,541
Nuez sin perisperma	1,131	28	0,321

Fuente. Paoletti, 2007.

Un estudio, para comparar, tanto cualitativa como cuantitativamente, las avellanas de diferente origen geográfico, consideraron los cultivares más comunes de Italia, España, Turquía y EE.UU. Los resultados indican que las variedades italianas tienen el mayor contenido de ácidos grasos monoinsaturados (principalmente ácido oleico) y el menor contenido de grasas poliinsaturadas (linoleico y linolénico) (Cuadro 7). El contenido de vitamina E y beta-sitosterol se encuentra en la avellana italiana en altos niveles en comparación con las variedades españolas, turcas y americanas, que son de la más alta calidad, tanto en términos de características organolépticas y nutricionales (Giusti y Cannella, 2002).

Cuadro 7. Comparación de ácidos grasos de avellana de diferentes origen geográfico.

Origen	Ácidos grasos (%)							
	C 18:1		C 18:2		MUFA		PUFA	
	x	S.E.	x	S.E.	x	S.E.	X	S.E.
Italia	81,6	0,9	9,5	1,1	82,0	0,9	9,6	1,1
España	78,5	0,7	13,0	0,6	78,8	0,7	13,1	0,6
Turquía	75,3	1,1	16,2	1,6	75,6	1,1	16,3	1,6
USA	79,2	0,4	12,6	0,7	79,6	0,5	12,7	0,7

Fuente. Parcerisa *et al.*, Chromot, 1998; modificado por Giusti y Cannella, 2002.

C 18:1 = Contenido de ácido oleico; C 18:2 = Contenido de ácido linoleico

MUFA = Ácidos grasos monoinsaturados totales (oleico + palmitoleico)

PUFA = Ácidos grasos poliinsaturados totales (linoléico + linolénico)

2.8 Calidad de la avellana.

La palabra “calidad” proviene del latín “*qualitas*”, que significa atributo, propiedad o naturaleza básica de un objeto, sin embargo, en la actualidad y en sentido abstracto su significado es grado de excelencia o superioridad. Aceptando esta definición, se puede decir que un producto es de mejor calidad cuando es superior en uno o varios atributos que son valorados objetiva o subjetivamente (López, 2003). La calidad se define de forma diferente para cada especie de frutas, en la avellana, las características morfológicas, tecnológicas y de composición del fruto, son de importancia primaria para la obtención de productos de un alto valor cualitativo, por consiguiente, la calidad de la avellana depende de las propiedades físicas, químicas y organolépticas que afectan la aceptación de la industria y los consumidores y los ingresos de la avellana a los productores (Botta *et al.*, 1997; Bignami *et al.*, 2005; Cristofori *et al.*, 2008).

2.8.1 Características físicas. Costa *et al.*, (2009), mencionan que la caracterización cualitativa y la identificación de cultivares, están asumiendo una creciente importancia en la agricultura y que la evaluación de estas propiedades es importante para entregar un producto con características específicas que satisfagan a la industria y las expectativas de los consumidores. Estas características de los frutos se pueden clasificar según Ughini y Dellepiane (2002) y Valentini *et al.*, (2002), de la siguiente manera:

Características morfo-biométricas. Forma general de la avellana; Forma general de la semilla; Calibre de la avellana; Calibre de la semilla; Homogeneidad del calibre; Espesor de la cáscara; Peso de la avellana; Peso de la semilla.

Características de manejo. Frutos vanos; Rendimiento descascarado comercial; Rendimiento descascarado técnico; Incidencia porcentual con defectos (semillas arrugadas, semillas dobles, materias extrañas).

Características tecnológicas. Índice de redondez de la avellana; Índice de redondez de la semilla; Desprendimiento del perisperma (pelabilidad).

2.8.2 Características químicas y microbiológicas. La vida útil de un producto se define como el periodo de tiempo durante el cual un alimento se mantendrá seguro, conservando sus características sensoriales, químicas, físicas y microbiológicas. De todas las características antes nombradas, la composición química es el factor más determinante en la vida útil de la avellana, debido a su alta concentración de ácidos grasos presentes en el fruto susceptibles a la oxidación. Las tasas oxidativas son aproximadamente de 1:10:100:200 de ácido esteárico (C18:0), oleico (C18:1), linoleico (C18:2) y linolénico (C18:3) respectivamente (O'Keefe *et al.*, 1993 citado por Ozdemir, 1998). Estudios en España por Bonvehi y Coll (1993), sugieren que un alto contenido de ácido linoleico es la principal causa de la auto-oxidación y que los niveles de aceite encontrados, son modificados por las condiciones ambientales de crecimiento, lo que confirman Savage *et al.*, (1997) al demostrar una relación significativa entre la estabilidad oxidativa y el contenido de ácido linoleico. Resulta por esto, que cultivares que contienen bajos niveles de ácido linoleico y altos niveles de ácido oleico, sean más estables a las reacciones de oxidación (Ozdemir, 2001).

Los ácidos grasos insaturados (monoinsaturados y poliinsaturados) son más susceptibles a la autooxidación que los ácidos grasos saturados. La relación de insaturados/saturados predice la vida útil de la avellana, indicando que a una menor relación (valor más alto), mayor es la vida útil (Pershern *et al.*, 1995 citado por Ozdemir, 2001). Los productos que contienen una alta cantidad de grasas y aceites son susceptibles a la rancidez, que puede ser consecuencia de reacciones hidrolíticas producto de enzimas (lipasas, peroxidasas, esterases y polifenoloxidasas) que producen ácidos grasos libres (FFA) de indeseables características de sabor. La reacción de los aminoácidos y las proteínas de estos productos de degradación, perjudica el sabor, olor y el valor nutritivo de los alimentos. La presencia o ausencia de antioxidantes como, tocoferoles, además de la luz, aire, temperatura, microorganismos, el contenido de humedad, la madurez, las prácticas agronómicas, la aparición de fisuras, la composición de ácidos grasos, el contenido total de ácidos grasos poliinsaturados y la actividad enzimática, influyen la aparición de rancidez (Forbus y Senter, 1976; Beucaht y Worthington, 1978; San Angelo, 1979; Pershern *et al.*, 1995; Ayfer, 1973; Özdemir y Özilgen, 1997 citados por Ozdemir, 1998).

De acuerdo a las características químicas y microbiológicas antes descritas y estándares internacionales, se puede establecer los siguientes parámetros para medir la calidad de un producto.

Humedad. Para garantizar una conservación adecuada, el contenido de humedad no debe superar un 8-10% en la avellana, que corresponde en la semilla un contenido de agua no superior a 6% (Farinelli *et al.*, 2002).

Ácidos grasos. Un contenido de grasa de 62 a 65% asegura una expresión armoniosa del sabor, aroma y textura de la avellana. Cantidades mayores son un requisito previo para una rápida rancidez y deterioro (Ozdemir *et al.*, 2001). Dentro de éstos, el ácido linoleico en cantidades superiores al 11% es más susceptible a la oxidación (Savage *et al.*, 1997).

Índice de Peróxidos. Su valor determina el estado de oxidación e indica el deterioro que pueden haber sufrido ciertos componentes de interés nutricional (TECNYLAB, s/f). Su valor máximo permitido para la avellana oscila entre 5 a 10 meq/kg, dependiendo si el producto es tostado o en fresco.

Acidez. Es una medida del grado de descomposición del aceite o grasa, indicando la cantidad de ácidos grasos libres, expresados en ácido oleico. La acidez es una anomalía que tiene su origen principalmente en el mal estado de los frutos, mal tratamiento o mala conservación. Un alto valor indica el inicio de un proceso de ranciedad. Un aceite cuanto menos acidez tenga siempre será de mayor calidad. (TECNYLAB, s/f) Los valores máximos admitidos en la avellana varían de 0,5 a 1%.

Aflatoxinas. Son micotoxinas que pueden estar presentes en la avellana, producidas por algunas especies de hongos, como *Aspergillus* (Heperkan, 2006). La tolerancia en la avellana varía de 2 a 10 ppb, dependiendo de las exigencias del importador.

Materias extrañas. Las avellanas pueden sufrir alteraciones de tipo degenerativas, por lo que es de gran importancia la identificación de los distintos organismos que afectan la calidad de la fruta, debido a las pérdidas económicas ocasionadas por agentes bióticos durante el proceso productivo, transporte y comercialización (Guerrero, 2011).

2.8.3 Características organolépticas. Existen numerosas investigaciones de la avellana para definir las características morfológicas, tecnológicas y compositivas del producto fresco y tostado, mientras se da una escasa atención a las características organolépticas (Cristofori *et al*, 2009). Investigaciones de la composición de la semilla y la capacidad de percepción de los atributos sensoriales por parte de los consumidores son importantes características determinantes en la calidad de la avellana. El procedimiento de evaluación organoléptica de la avellana ha encontrado de reciente aplicación en pruebas experimentales, determinar la influencia de la localidad de cultivación sobre las características cualitativas del fruto. La definición de una apropiada evaluación organoléptica de la avellana, contribuye a distinguir diversos cultivares presentes en el mercado y definir el perfil sensorial evidenciando las características típicas del cultivar, además de entregar una mayor información de criterio de calidad de la avellana (Bignami *et al.*, 2005).

Para la evaluación de las características organolépticas, se utiliza el análisis sensorial, que según el Instituto de Alimentos de EE.UU. (IFT), se define como “la disciplina científica utilizada para evocar, medir analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído”, que para las avellanas consiste en discriminar las características organolépticas del fruto tostado y fresco. (Cristofori *et al*, 2009).

Para definir las características sensoriales y comprender cómo estas afectan la calidad, es indispensable toda la información que puede derivar de pruebas analíticas y hedonísticas. En este sentido, es esencial la constitución de un panel de jueces expertos que han recibido un entrenamiento en la aplicación de la metodología de la evaluación organoléptica. La composición de la semilla durante el crecimiento de la fruta se caracteriza por varios procesos: la acumulación de aceite, variación en el contenido de azúcar y disminución de la humedad, cambiando el perfil de ácidos grasos y azúcares. Todas estas diferentes dinámicas determinan el diferente sabor de la avellana madura e inmadura y confirma la necesidad de una adecuada fecha de cosecha y evidencia de la aplicación del análisis sensorial para una evaluación cualitativa (Bignami, *et al.*, 2002).

Azúcares, polifenoles, aminoácidos y ácidos orgánicos, pueden estar involucrados en la expresión del gusto y la calidad de la avellana (Botta *et al.*, 1997; Bignami, *et al.*, 2002; Alasalvar *et al.*, 2003; Cristofori *et al.*, 2008). La información relativa de componentes como los azúcares, representa un válido instrumento para discriminar los diferentes cultivares y evaluación de la calidad gustativa. En particular, la diferencia de dulzura es netamente perceptible a nivel del panel de catadores, confirmando la importancia de componentes sobre todo carbohidratos, como elementos determinantes en la calidad de la avellana (Cristofori, 2005).

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación y duración del estudio.

El presente trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de Fitopatología del Instituto de Agroindustria, Universidad de La Frontera, Región de La Araucanía, durante los meses de Julio 2010 a Noviembre 2011.

3.2 Lugar de recolección.

La recolección de las muestras se obtuvo de huertos de avellano europeo cv. Barcelona de diferentes localidades de la zona centro sur y sur de Chile (Cuadro 8).

Cuadro 8. Localidades de las que proviene la avellana evaluada.

Región	Localidad	Coordenadas
Maule	Teno	Latitud -34.86667, Longitud -71.18333
Maule	Talca	Latitud -35.43333, Longitud -71.66667
Maule	Colbún	Latitud -35.70000, Longitud -71.41667
Maule	Longaví	Latitud -35.96667, Longitud -71.68333
Bío Bío	Chillán	Latitud -36.60664, Longitud -72.10344
Bío Bío	Yungay	Latitud -37.11667, Longitud -72.01667
Bío Bío	Santa Bárbara	Latitud -37.66667, Longitud -72.01667
Araucanía	Collipulli	Latitud -37.95000, Longitud -72.43333
Araucanía	Allipén	Latitud -38.93333, Longitud -73.21667
Araucanía	Gorbea	Latitud -39.10000, Longitud -72.68333
Araucanía	Huiscapi	Latitud -39.30000, Longitud -72.40000
Araucanía	Loncoche	Latitud -39.36667, Longitud -72.63333
Los Ríos	Panguipulli	Latitud -39.63333, Longitud -72.33333
Los Ríos	San Jose de La Mariquina	Latitud -39.53635, Longitud -72.96570
Los Ríos	Pelchuquín	Latitud -39.61667, Longitud -73.06667

3.3 Materiales y equipos.

Laboratorio: Pie de metro digital (sensibilidad 0,01mm), balanza digital (sensibilidad 0,1 g), termómetro digital, horno de esterilización, papel de envolver.

Biológico: Frutos de avellano europeo cv. Barcelona, proveniente de huertos de diferentes localidades de la zona centro sur y sur de Chile.

3.4 Método.

Recolección de muestras: Se obtuvieron 0,5 kg de avellanas a nivel de campo desde huertos de diferentes localidades. Fueron mantenidas en laboratorio para su análisis en un periodo de 30 días.

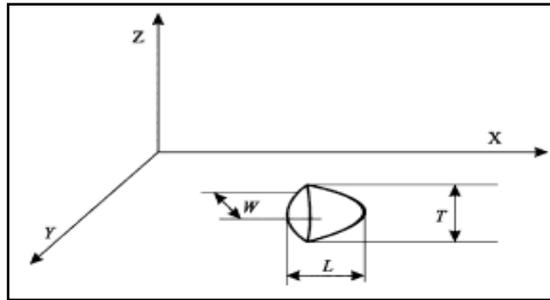
Secado: Las evaluaciones se realizaron en los frutos de avellano europeo una vez secos hasta peso constante, utilizando cámara de secado, durante tres días a temperatura de $30\pm 3^{\circ}\text{C}$.

3.5 Evaluaciones

3.5.1 Físicas. Diámetro mayor del fruto y semilla (mm); diámetro menor del fruto y semilla (mm); altura del fruto y semilla (mm); índice de redondez del fruto y semilla; forma del fruto; peso del fruto y semilla (g); homogeneidad del calibre del fruto y semilla (%); rendimiento al descascarado (%); frutos vanos (%); semillas arrugadas y deformes (%); semillas dobles (%); incidencia de materias extrañas (hongos) (%); Pelabilidad (1-7).

La medición morfológica de la avellana se realizó según la metodología empleada por Ozdemir y Akinci (2004), y Aydin (2002), ilustradas en la Figura 7. La Forma se determinó mediante las descripciones de la Figura 8 y del Cuadro 9, señalados por Bioversity, *et al.*, (2008) y Redpath (2011). El peso se evaluó con 100 mediciones por cada localidad para frutos y semillas. El rendimiento se determinó según Bioversity *et al.*, (2008), mediante la siguiente fórmula: $(\text{Peso de la semilla} / \text{Peso del fruto}) * 100$. La Incidencia de hongos, semillas arrugadas, deformes, dobles y frutos vanos se estableció en base a la presencia en frutos y semillas para cada localidad, registrándose porcentualmente cada parámetro.

La pelabilidad. corresponde a la remoción del perisperma que recubre la semilla mediante el tratamiento de calor en un horno a 140 °C por 10 minutos, utilizando una medición estándar con diferentes grados que van desde 1 a 7 (McCluskey *et al.*, 2001) señalados en la Figura 9.



L= altura (mm); W= \varnothing > fruto (mm); T= \varnothing < fruto (mm).

Figura 7. Dimensiones perpendiculares de frutos de avellano europeo.

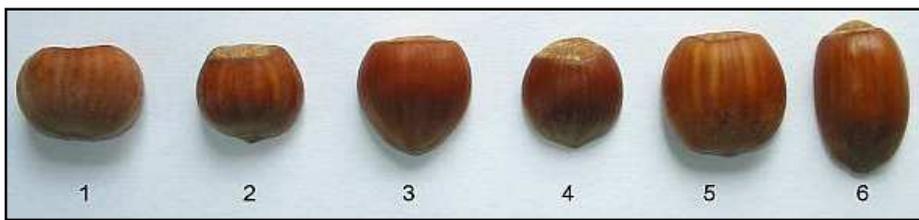


Figura 8. Forma de los frutos de avellano europeo.

Cuadro 9. Características de la forma de los frutos de avellano europeo

Clave	Forma	Descripción	Índice de redondez
1	Oblada	El largo es menor que el ancho	Mayor a 1,01
2	Globular	El largo es aprox. igual al ancho	De 0,90 a 1,01
3	Cónica	El largo es mayor que el ancho (forma de cono)	Menor a 0,90
4	Ovoide	El largo es mayor que el ancho (forma ovalada)	Menor a 0,90
5	Subcilíndrica corta	Fruto ligeramente alargado	Menor a 0,85
6	Subcilíndrica larga	Fruto alargado	Menor a 0,70

IR=



Figura 9. Clasificación de pelabilidad de la semilla de avellano europeo

3.5.2 Químicas. Se realizó un análisis proximal y la determinación de acidez e índice de peróxidos, en 200 g de semilla para los diferentes orígenes de la semilla.

La humedad fue determinada por gravimetría, las muestras fueron secadas hasta peso constante a una temperatura de 103°C por 3 horas. El contenido de aceite (%) se determinó mediante la extracción de aceite de la muestra previamente secada en estufa, se realizó durante 6 a 8 horas mediante el método de extracción Soxhlet. La proteína (%) fue determinada mediante el porcentaje de nitrógeno ($N \times 6,257$), utilizando el método de Kjeldahl. La fibra (%) se estableció mediante hidrólisis ácido-alcalina de la muestra bajo condiciones específicas. Las cenizas (%) se determinaron por gravimetría, a través del proceso de calcinación a $550^{\circ} \pm 25^{\circ}C$ por un periodo de tiempo de 6 a 8 horas. La acidez, expresada en % de ácido oleico, se estableció a través de volumetría ácido base medio alcohólico, mediante titulación directa con KOH normalizado y expresado en mg de KOH requeridos para neutralizar los ácidos grasos libres presentes en 1 g de grasa. El Índice de peróxidos expresado en meq O₂/kg, fue determinado mediante volumetría redox, calculándose a partir del yodo liberado del yoduro de potasio.

3.5.3 Sensorial. Se realiza una prueba hedonística, para determinar el grado de satisfacción del producto fresco y tostado (160 °C por 15 minutos), en los cultivares Barcelona y Tonda di Giffoni, con un panel de catadores no adiestrados, conformados por 20 personas, utilizando una escala de 1 a 5, donde 5 me gusta mucho y 1 me disgusta mucho (Baldwin y Simpson, 2003).

3.6 Diseño experimental y análisis estadístico

La evaluación experimental para las variables con efectos no controlados se realizó aleatoriamente (con efecto random) mediante una estimación de máxima verosimilitud restringida (REML) como comparación se utilizó los predictores de los mejores estimadores lineales insesgados (BLUP). Para las variables con efectos controlados se realizó análisis de varianza (ANDEVA) y como comparación de medias se utilizó la prueba de comparación múltiple de Tukey con una probabilidad del 5%. Los análisis se llevaron a cabo con el programa estadístico JMP 8

3.6.1 Características físicas. Se utilizó un diseño completamente aleatorio, con 100 repeticiones por localidad, considerando cada fruto una repetición y para el análisis de tostado fueron considerados 3 repeticiones por localidad. Los datos obtenidos fueron sometidos a la prueba de distribución normal para la obtención y descripción de los promedios, posteriormente un análisis de varianza de un factor con modelo aleatorio (Random). Sobre la base de los promedios se realiza un análisis de componentes principales (PCA) con rotación varimax, obteniendo puntajes factoriales utilizados para un análisis de conglomerados jerárquico. Como método de comparación del análisis de varianza se utilizó la significancia (BLUP) y el promedio de mínimos cuadrados (Least Sq Mean). Sobre las 100 repeticiones por localidad se realiza un análisis de estimación de componentes de varianza mediante (REML) con modelo Random. Para el tostado, los datos fueron sometidos a análisis de varianza (ANDEVA) y para la comparación de medias se utilizó la prueba de comparación múltiple de Tukey.

3.6.2 Características químicas. Se utilizó un diseño completamente aleatorio, con tres repeticiones por origen de la avellana, considerando como repetición una localidad diferente de cada región. Los datos obtenidos fueron sometidos a la prueba de distribución normal para la obtención y descripción de los promedios, posteriormente un análisis de varianza de un factor con modelo aleatorio (Random). Como método de comparación del análisis de varianza se utilizó la significancia (BLUP) y el promedio de mínimos cuadrados (Least Sq Mean). Sobre las 3 repeticiones por región se realiza un análisis de estimación de componentes de varianza mediante (REML) con modelo Random. Para la determinación de acidez y peróxidos en frutos con *Aspergillus*, los datos fueron sometidos a análisis de varianza (ANDEVA) y para la comparación de medias se utilizó la prueba de comparación múltiple de Tukey,

3.6.3 Características organolépticas. Se utilizó un diseño completamente aleatorio con modelo factorial de 2x2 con 20 repeticiones, considerando a cada persona como una repetición. Los datos obtenidos fueron sometidos a la prueba de distribución normal para la obtención y descripción de los promedios, posteriormente un análisis de varianza factorial de 2x2 y como comparación de los promedios se utilizó la prueba de comparación múltiple de Tukey.

4 PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Características físicas.

4.1.1 Peso de fruto y semilla. El peso de fruto y semilla fue muy variable entre las localidades muestreadas. El peso promedio para fruto fue de 3,16 g, en Allipén y Colbún se registró el peso promedio mayor de fruto, con 3,48 g y 3,45 g, respectivamente. El menor peso se detectó en Talca y Linares con 2,89 g y 2,86 g y en otras localidades el peso promedio fue 3,15 g. Respecto del peso promedio de semilla, obtuvo un valor de 1,32 g, la tendencia de peso de semilla fue similar al obtenido en fruto, (Colbún y Allipén con 1,48 g y 1,42 g con peso mayor), en tanto el peso promedio más bajo ocurrió en las plantaciones de Villarrica y Loncoche con 1,21 g. En las otras localidades el peso promedio fue 1,31 g (Cuadro 10). No se estableció correlación entre peso de fruto y semilla según distribución geográfica. El peso promedio de fruto y semilla cv. Barcelona fue similar a lo señalado por otros autores. En Chile, Grau (2003) y Ellena (2009), indican un peso promedio de fruto de 3,3-3,5 g y de semilla 1,4-1,5 g. En Australia, Baldwin (2010) reporta un peso de fruto 3,2 g y semilla 1,3g. En Nueva Zelanda, Redpath (2011) consigna un rango de 2,7-3,5 g y 1,4-1,5 g, Italia, Tombesi y Limongelli (2002) señalan 3,7 g y 1,6 g y, en EE.UU McCluskey *et al.*, (2005) un rango de 3,4-3,8 g y 1,4-1,7 g.

4.1.2 Rendimiento (relación cáscara/semilla). El rendimiento promedio de la proporción cascara-semilla fue de 41,8 %, con la relación más alta obtenida en huertos ubicados en la zona centro sur de Chile, destacando Linares (44,9%) y Talca (43,4%), el menor rendimiento fue en Loncoche (39,9%). El promedio para las otras localidades fue de 41,2 % (Cuadro 10). Este parámetro técnico de calidad es similar a lo estimado para el cv Barcelona en otros países. Australia (40%), Baldwin (2010); Nueva Zelanda (30-42%), Redpath, (2011); Italia (41%), Valentini *et al.*, (2005); EE.UU (39-43%), McCluskey *et al.*, (2005), y en Yugoslavia (42%), Mitrovic *et al.*, (1997). Valores más altos son señalados en Chile por Grau (2003), y Ellena (2009), con 46% y 43% respectivamente y en Italia (48%), Tombesi y Limongelli (2002).

Cuadro 10. Peso del fruto y semilla (g) y rendimiento (%) de avellano europeo cv. Barcelona según localidades de la zona centro sur y sur de Chile.

Localidad	Peso fruto (g)	D.E	C.V	Peso semilla (g)	D. E	C.V	Rendimiento (%)	D. E	C.V
Allipén	3,48	0,57	16,4	1,42	0,22	16,1	40,9	4,22	9,73
Colbún	3,46	0,69	20,2	1,48	0,30	20,6	42,9	4,09	9,53
Santa Bárbara	3,35	0,59	17,7	1,37	0,23	17,4	40,5	4,16	10,2
Longaví	3,33	0,58	17,4	1,42	0,23	16,4	42,5	3,45	8,11
Panguipulli	3,25	0,49	15,3	1,30	0,18	14,1	40,0	2,91	7,28
Valdivia	3,20	0,73	23,0	1,32	0,29	22,3	41,6	4,11	9,87
Yungay	3,08	0,52	16,9	1,25	0,24	19,4	40,3	4,07	10,1
Collipulli	3,05	0,49	16,0	1,28	0,20	15,9	42,1	3,94	9,35
Villarrica	3,00	0,58	19,6	1,21	0,21	17,4	40,6	3,89	9,57
Loncoche	2,99	0,69	23,1	1,21	0,25	21,2	39,9	4,42	11,0
Talca	2,89	0,55	19,0	1,26	0,24	19,1	43,4	4,22	9,73
Linares	2,86	0,53	19,0	1,30	0,21	16,8	44,9	4,40	9,79
Promedio	3,16	0,62	19,6	1,32	0,25	19,1	41,8	4,21	10

D.E= Desviación estándar

C.V= Coeficiente de variación

4.1.3 Índice de redondez (IR) y Calibre. Las dimensiones del fruto fueron en promedio diámetro mayor (20,7 mm), diámetro menor (17,4 mm) y altura (20,5 mm). Registros que proporcionan un índice de redondez de 0,92 (Cuadro 11). Según las dimensiones antes descritas y lo señalado por Bioversity, *et al.*, (2008) y Redpath (2011), el fruto de avellana cultivar Barcelona posee una forma globular. Índices similares son señalados en Italia (0,91), por De salvador *et al.*, (2002), y son inferiores a lo indicado en Australia (0,97) por Baldwin, (2010) y en Italia (0,95) por Valentini y Zeppa (2005). Para la semilla el promedio fue diámetro mayor (15,2 mm), diámetro menor (12,6 mm) y altura (15,1 mm), determinando un índice de redondez de 0,92 (Cuadro 12). El calibre correspondió al $\emptyset >$ fruto y $\emptyset >$ semilla, las avellanas cosechadas en Allipén y Colbún, exhibieron el mayor calibre de fruto (21,7 mm y 21,4 mm, respectivamente), el calibre menor se detectó en Talca (20,0 mm) y Linares (19,9 mm). En la semilla, el calibre mayor fue en avellana de Allipén y Panguipulli, con (16,0 mm) y (16,0 mm), mientras el menor se detectó en Talca (14,6 mm) y Yungay (14,2 mm) (Cuadro 11 y 12). Las avellanas de los huertos establecidos en las otras localidades promedian para calibre de fruto 20,7 mm y para calibre de semilla 15,2 mm.

Cuadro 11. Índice de redondez del fruto de avellano europeo cv. Barcelona, según localidades de la zona centro sur y sur de Chile.

Localidad	$\emptyset > \text{fruto}$	D. E	C.V	$\emptyset < \text{fruto}$	D. E	C.V	h fruto	D. E	C.V	IR fruto	D. E	C.V
Talca	20,0	1,74	8,72	16,9	1,36	8,07	20,4	1,54	7,56	0,90	0,07	8,03
Colbún	21,4	1,54	7,22	18,3	1,52	8,31	21,0	1,58	7,54	0,94	0,06	6,47
Linares	19,9	1,34	6,72	16,8	1,17	6,96	20,0	1,21	6,05	0,91	0,04	5,29
Longaví	20,8	1,56	7,48	17,7	1,45	8,17	20,5	1,52	7,40	0,94	0,06	6,77
Yungay	20,4	1,39	6,83	17,3	1,00	5,78	20,7	1,14	5,52	0,91	0,05	5,58
Santa Bárbara	21,0	1,08	5,16	17,7	1,14	6,42	20,7	1,22	5,88	0,93	0,05	5,67
Collipulli	20,7	1,43	6,89	17,2	1,15	6,70	20,4	1,28	6,26	0,93	0,05	6,31
Allipén	21,7	1,48	6,81	18,0	1,35	7,51	21,0	1,19	5,67	0,94	0,05	5,72
Villarrica	20,7	1,56	7,54	17,1	1,42	8,31	19,6	1,24	6,32	0,96	0,06	7,0
Loncoche	20,3	2,02	9,91	16,8	1,80	10,7	20,6	1,62	7,48	0,90	0,07	8,38
Panguipulli	21,2	1,38	6,53	17,6	1,30	7,42	20,2	0,99	4,91	0,95	0,06	6,55
Valdivia	20,7	1,95	9,42	17,3	1,52	8,79	20,4	1,48	7,27	0,93	0,06	6,51
Promedio	20,7	1,63	7,88	17,4	1,43	8,22	20,5	1,39	6,81	0,92	0,06	6,86

IR = Índice de redondez $((\emptyset > \text{fruto} + \emptyset < \text{fruto})/2) / h \text{ fruto}$

D.E= Desviación estándar

C.V= Coeficiente de variación

Cuadro 12. Índice de redondez de la semilla de avellano europeo cv. Barcelona, según localidades de la zona centro sur y sur de Chile.

Localidad	$\emptyset > \text{sem}$	D. E	C.V	$\emptyset < \text{sem}$	D. E	C.V	h sem	D. E	C.V	IR sem	D. E	C.V
Talca	14,6	1,61	11,0	12,4	1,61	12,9	15,5	1,73	11,1	0,88	0,14	15,9
Colbún	15,5	1,29	8,29	13,4	1,25	9,35	15,7	1,55	9,86	0,93	0,10	11,4
Linares	14,7	1,32	8,92	12,6	0,96	7,61	15,1	1,21	8,00	0,90	0,09	10,2
Longaví	15,7	1,38	8,77	13,0	1,43	10,9	15,1	1,62	10,7	0,96	0,12	13,3
Yungay	14,2	1,72	12,1	12,0	1,27	10,5	15,6	1,35	8,67	0,84	0,12	15,2
Santa Bárbara	15,3	1,34	8,79	12,6	1,22	9,7	15,4	1,42	9,23	0,91	0,11	12,4
Collipulli	15,6	1,54	9,85	12,9	1,18	9,18	14,6	1,29	8,83	0,98	0,12	12,9
Allipén	16,0	1,33	8,29	13,3	1,45	10,8	15,1	1,28	8,49	0,97	0,12	12,4
Villarrica	15,0	1,35	9,02	12,3	1,11	9,02	14,2	1,28	8,96	0,96	0,12	12,4
Loncoche	14,7	1,56	10,6	11,3	1,73	15,2	15,6	1,40	9,00	0,83	0,10	12,4
Panguipulli	16,0	1,36	8,53	12,9	1,43	11,0	14,2	1,28	9,00	1,01	0,11	11,3
Valdivia	15,2	1,79	11,7	12,2	1,43	11,6	15,2	1,36	8,96	0,91	0,09	10,7
Promedio	15,2	1,56	10,2	12,6	1,4	11,2	15,1	1,48	9,80	0,92	0,12	13,7

IR = Índice de redondez $((\emptyset > \text{sem} + \emptyset < \text{sem})/2) / h \text{ sem}$

D.E= Desviación estándar

C.V= Coeficiente de variación

El calibre de fruto predominante varió entre los 20 mm y 21 mm, con 74% por sobre los 20 mm (Figura 10). En la semilla el mayor calibre se concentró entre los 15 mm y 16 mm, con 60% de las semillas sobre los 15 mm (Figura 11).

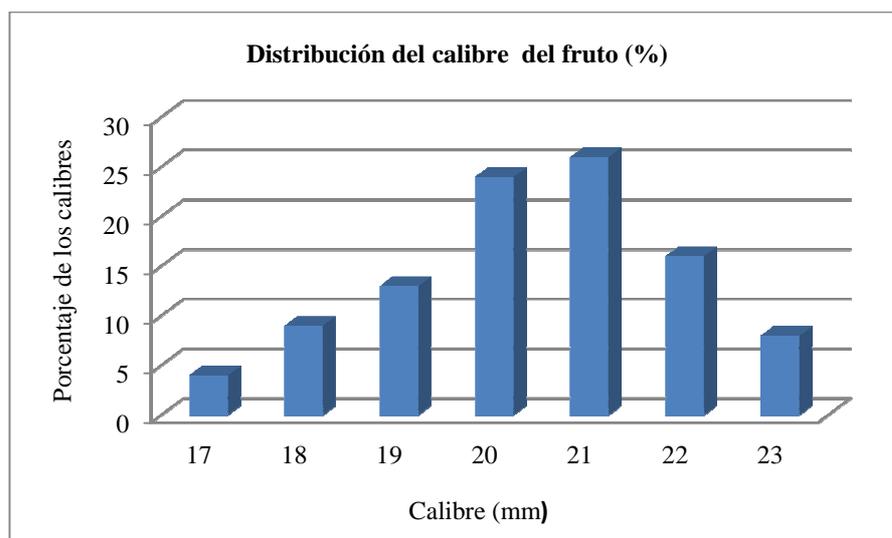


Figura 10. Distribución del calibre del fruto (%) de avellano europeo cv. Barcelona, según localidades de la zona centro sur y sur de Chile

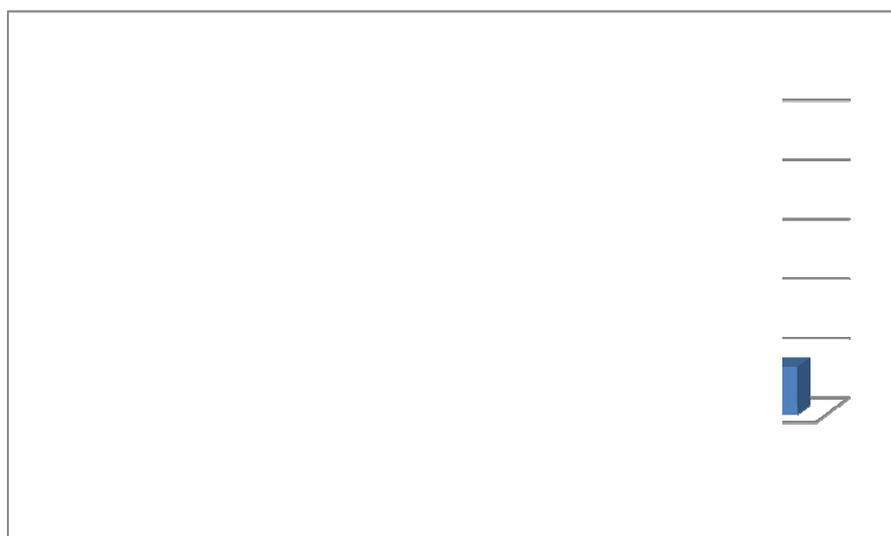


Figura 11. Distribución del calibre de la semilla (%) de avellano europeo cv. Barcelona, según localidades de la zona centro sur y sur de Chile

4.1.4 Desprendimiento del perisperma (pelado). Para este parámetro, se observó diferencias significativas para las localidades con menor desprendimiento (Chillán y Teno) respecto a las de mayor pelado (Gorbea y Valdivia). El índice promedio fue de 3,7 en un rango entre 4,9 a 2,4. La fruta proveniente de Valdivia (2,4) y Gorbea (2,7), presentó el mejor índice de pelado. Para Chillán (4,9), Teno (4,9) y Santa Bárbara (4,8), con valor más alto, son indicativos de menor desprendimiento del perisperma (Cuadro 13). En las localidades restantes, el índice promedio fue de 3,6. Los valores obtenidos son similares a los reportados en Australia en distintos años y lugares (Baldwin *et al.*, 2003), quienes indican un índice promedio de 3,8 y un rango de 3,0 a 4,5. MacCluskey *et al.*, (2001), reportan un rango que varía entre 3,2 a 5,2. Cabe consignar que en condiciones comerciales, estos índices varían ya que la temperatura y tiempo de tostado es mayor, dependiendo de los requerimientos del importador, por lo que, se obtendría un pelado más intenso y consecuentemente, un índice mayor. Los compradores tienden a requerir avellanas con un blanqueado del 65-75% de la semilla o superior (Baldwin y Simpson, 2003).

Cuadro 13. Pelado de semilla de avellano europeo cv. Barcelona, y significancia según localidades de la zona centro sur y sur de Chile.

Localidad	Índice promedio	D. E	C.V	Pelado (%)
Chillán	4,97 a	0,80	16,1	40 – 54
Teno	4,90 a	0,45	9,35	40 – 54
Villarrica	4,17 ab	0,41	9,99	40 – 54
Longaví	3,93 ab	0,30	7,76	55 – 69
Loncoche	3,90 ab	1,24	32,0	55 - 69
Collipulli	3,87 ab	1,28	33,2	55- 69
Allipén	3,73 ab	0,77	20,8	55- 69
Colbún	3,63 ab	0,56	15,6	55- 69
Talca	3,33 ab	0,55	16,5	55- 69
S. J. Mariquina	3,20 ab	0,45	14,3	55- 69
Linares	3,07 ab	0,05	1,88	55- 69
Gorbea	2,73 b	0,32	11,7	70 - 85
Valdivia	2,43 b	0,23	9,49	70 - 85
Promedio	3,76	0,94	25,1	

Cifras con letras distintas son diferentes según prueba de Tukey ($p < 0,05$).

D.E= Desviación estándar

C.V= Coeficiente de variación

La Figura 12, muestra los grados de pelado de la semilla de avellana europea, según origen (localidades) en un tiempo de 15 minutos a 120 °C.

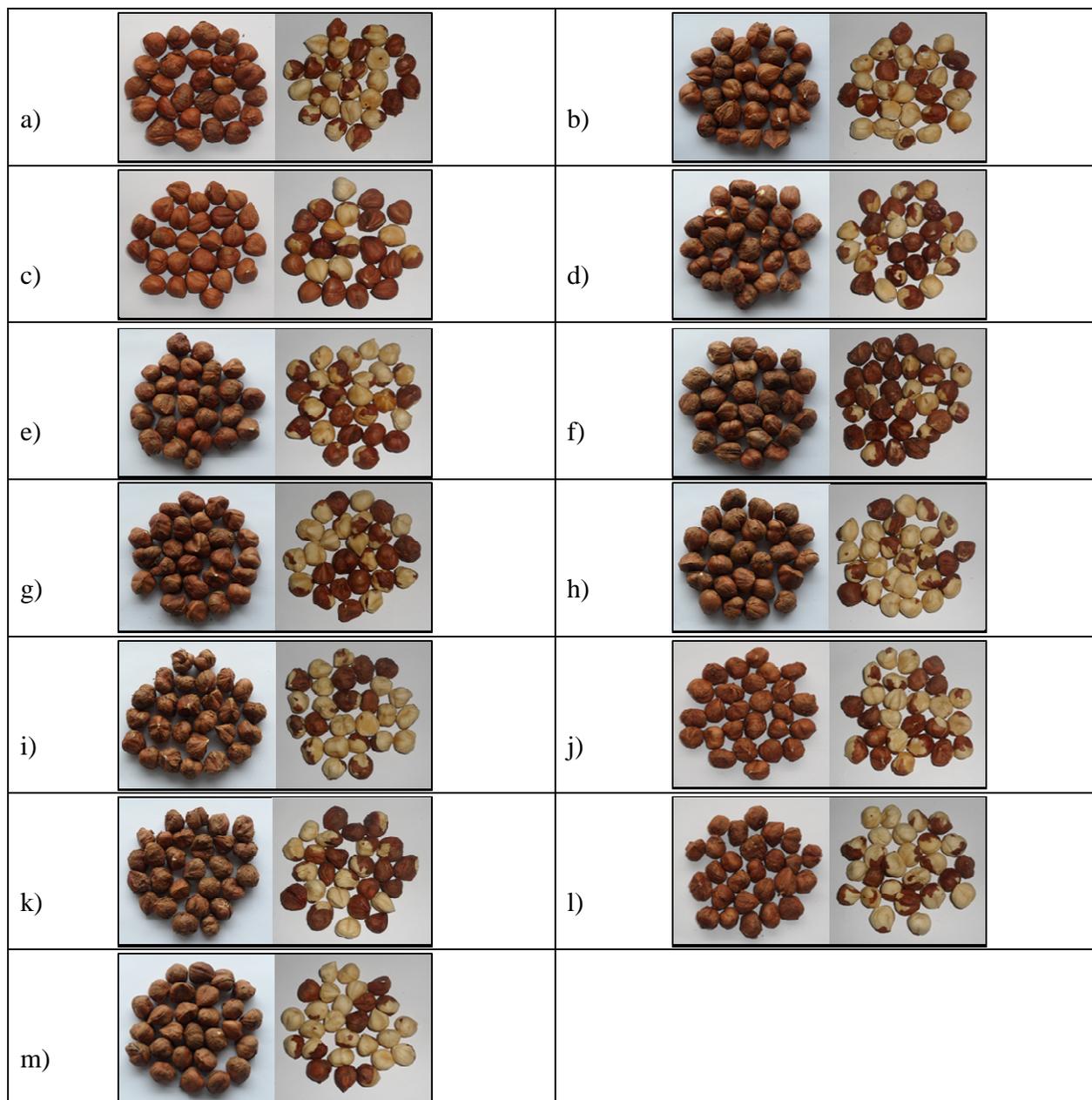


Figura 12. Pelado de la semilla de avellano europeo cv. Barcelona según localidades de la zona centro sur y sur de Chile. Colbún (a), Talca (b), Teno (c), Longaví (d), Linares (e), Chillán (f), Collipulli (g), Gorbea (h), Allipén (i), Villarrica (j), Loncoche (k), Valdivia (l), San Jose de La Mariquina (m).

4.1.5 Incidencia de hongos, semillas arrugadas, deformes, dobles y frutos vanos. La evaluación de la calidad de la avellana, incluye características morfológicas y tecnológicas, como frutos vanos, semillas arrugadas, semillas dobles e incidencia de hongos (Figura 13). El mayor defecto encontrado fue frutos vanos, (entre 2 y 28%) con un promedio de 12,3%, seguido de semillas arrugadas (0 a 10%) con promedio de 4%, semillas dobles (0 a 11%) con promedio de 3,6%, e incidencia de hongos (0 a 12%) con promedio de 1,8% (Cuadro 14). Los frutos vanos fueron mayor en Santa Bárbara (28%) y Loncoche (27%) y muy inferior en Colbún (2%) Linares (5%), Longaví (6), Villarrica (7%) y Talca (9%). La semilla arrugada ocupa segundo lugar en defecto predominante, Yungay (10%), seguido de Loncoche (8%), Allipén (7%), Panguipulli (5%) y Linares y Colbún (4%). La semilla doble tiene su valor mas alto en Colbún (11%), seguido de Longaví (8%), Valdivia y Yungay (5%) y Talca (4%). La incidencia de hongos predominó en la zona sur de Chile, destacando Loncoche (12%), seguido de Valdivia (5%), Panguipulli (3%), Allipén y Villarrica (1%). Investigaciones en EE.UU realizadas en la Universidad de Oregon reportan entre 64 y 88% de fruta libre de defectos (McCluskey *et al.*, 2005 y McCluskey *et al.*, 2009), similar a lo registrado en las plantaciones de la zona centro sur y sur de Chile con un promedio de 78% libre de defectos.

Cuadro 14. Incidencia (%) de frutos vanos, semillas arrugadas, semillas dobles y hongos, en avellano europeo cv. Barcelona, según localidades de la zona centro sur y sur de Chile.

Localidad	Frutos vanos	Semillas arrugada/deforme	Semillas dobles	Hongos
Longaví	6	0	8	0
Talca	9	1	4	0
Linares	5	4	1	0
Colbún	2	4	11	0
Santa Bárbara	28	2	1	0
Yungay	12	10	5	0
Collipulli	10	1	2	0
Allipén	8	7	3	1
Loncoche	27	8	1	4
Villarrica	7	3	2	1
Panguipulli	18	5	0	3
Valdivia	15	3	5	3
Promedio	12,3	4,0	3,6	1

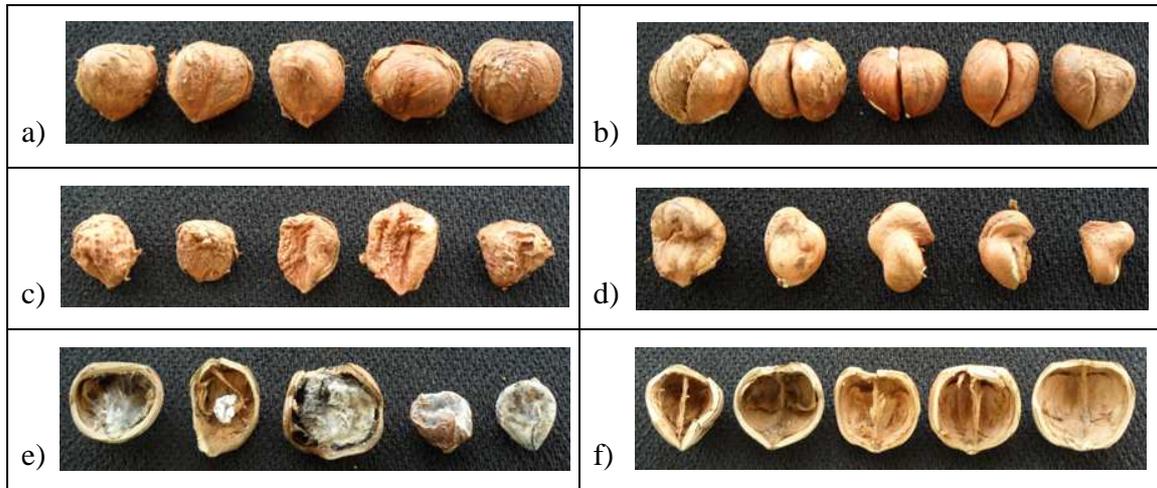


Figura 13. Características de semilla de avellano europeo cv. Barcelona de plantaciones de la zona centro sur y sur de Chile. Normal (a), dobles (b), arrugadas (c), deformes (d), con hongos (e), vanos (f).

4.1.6 Análisis de factores latentes. Sobre el promedio de las localidades se determinaron las variables más relevantes en cuanto a las diferencias observadas por medio de un análisis de componentes principales (PCA) con rotación varimax, obteniendo como resultado las variables que permiten diferenciar a las localidades por ser más relevantes, destacándose como más incidente, peso de semilla, diámetro menor del fruto, peso del fruto, altura del fruto y diámetro mayor del fruto. Se evidencia que el Factor 1 está mayormente relacionado con características del fruto, y el Factor 2 presenta una mayor congruencia con respecto a la semilla (Cuadro 15).

Cuadro 15. Relación de las variables respecto a los factores latentes de síntesis del análisis.

Variable	Factor 1	Factor 2
Peso semilla	0,9410	0,0013
$\emptyset <$ fruto	0,9386	0,2241
Peso fruto	0,9380	0,2534
h fruto	0,8035	-0,4321
$\emptyset >$ fruto	0,8017	0,5194
$\emptyset <$ semilla	0,7152	0,3699
$\emptyset >$ semilla	0,6097	0,6993
IR fruto	0,3446	0,8643
h semilla	0,3109	-0,9348
IR semilla	0,2878	0,8929
Rendimiento	-0,0134	-0,3347

4.1.7 Análisis de las variables según clasificación de los Cluster. Sobre la base de los puntajes factoriales se realizó una clasificación mediante un análisis de conglomerados jerárquico, obteniéndose dos grupos diferenciados (Figura 14). Como método de validación de la selección de las variables se empleó el análisis de segmentación jerárquica de clasificación de árboles de regresión (CART). El Cuadro 16, muestra el promedio de las variables respecto a los grupos conformados (Cluster), evidenciando que el Cluster A (Allipén, Longaví, Santa Bárbara, Colbún, Collipulli, Valdivia, Panguipulli y Villarrica) concentra los promedios mayores de las variables, respecto al Cluster B (Linares, Loncoche, Talca y Yungay), a excepción del rendimiento y altura de la semilla (h semilla), variables de menor importancia y con significancia negativa en relación a los factores latentes del análisis (Cuadro 15).

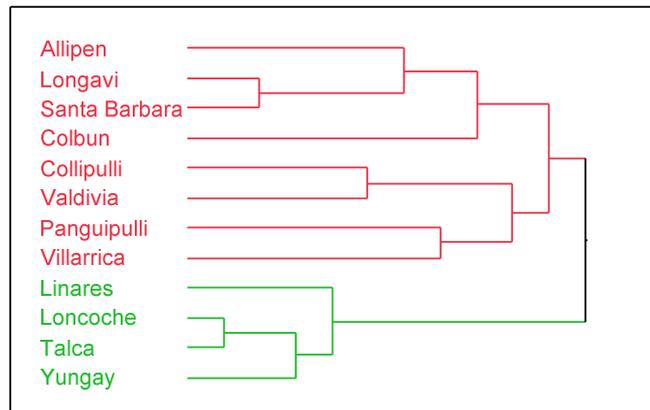


Figura 14. Análisis de conglomerados jerárquico, según plantaciones en localidades de la zona centro sur y sur de Chile.

La configuración de los cluster no muestra una tendencia vinculante con efecto localidad, pareciera mas ligante a las características de sitio específicas de cada plantación de la que se obtuvo la semilla, entonces pareciera más probable un efecto del manejo agronómico. En el caso de la avellana proveniente de Allipen, ocupa el primer lugar de la clasificación en relación a los factores latentes del análisis, por lo que los valores mayores de las variables evaluadas se encuentran en esta localidad, seguido de Longaví, Santa Bárbara y Colbún, quienes conforman un primer grupo. Collipulli, Valdivia, Panguipulli y Villarrica, conforman un segundo gran grupo, y las otras localidades (Linares, Loncoche, Talca y Yungay) son las que conforman el grupo diferenciado del resto de las localidades según parámetros físicos evaluados.

Cuadro 16. Promedio de las variables según clasificación de los Clusters.

Variable	Cluster A (Rojo)			Cluster B (Verde)		
	Promedio	D.E	C.V	Promedio	D.E	C.V
Peso fruto	3,26	0,17	5,36	2,95	0,09	3,25
$\emptyset >$ fruto	21,0	0,36	1,73	20,1	0,24	1,19
$\emptyset <$ Fruto	17,6	0,39	2,21	17,0	0,26	1,55
h fruto	20,5	0,44	2,18	20,4	0,31	1,55
IR fruto	0,93	0,01	1,23	0,90	0,00	0,81
Rendimiento	41,4	1,04	2,53	42,1	2,40	5,71
Peso semilla	1,35	0,08	6,57	1,25	0,03	2,88
$\emptyset >$ semilla	15,5	0,35	2,25	14,6	0,26	1,84
$\emptyset <$ semilla	12,8	0,43	3,34	12,1	0,57	4,70
h semilla	14,9	0,52	3,49	15,4	0,21	1,37
IR semilla	0,95	0,03	3,76	0,86	0,03	3,78

D.E= Desviación estándar

C.V= Coeficiente de variación

4.1.8 Comparación de las variables mediante significancia BLUP. La predicción del comportamiento aleatorio de las variables se determinó mediante BLUP, generando ordenamiento de los valores, además, se obtuvo el promedio de mínimos cuadrados (Least Sq Mean) como comparación y una significancia con respecto al promedio general.

El peso de fruto registró dos grandes grupos, el primero lo componen las localidades de Allipén, Colbún, Santa Bárbara, Longaví, Panguipulli y Valdivia, el segundo grupo está compuesto por Yungay, Collipulli, Villarrica, Loncoche, Talca y Linares. Se registró en el primer grupo que los valores en Allipén (0,29) y Colbún (0,26) son similares, lo mismo se evidenció en Santa Bárbara (0,16) con Longaví (0,15) y Panguipulli (0,07) con Valdivia (0,03). Para el segundo grupo el valor similar fue en Yungay (-0,07) con Collipulli (-0,10), Villarrica (-0,14) con Loncoche (-0,15) y Talca (-0,24) con Linares (-0,27). El peso de semilla mostró dos grandes grupos, el primero lo componen Colbún, Allipén, Longaví, Santa Bárbara y Valdivia, el segundo Linares, Panguipulli, Collipulli, Talca Yungay, Loncoche y Villarrica. Colbún (0,15) mostró un valor mayor en comparación a Allipén (0,09) Longaví, (0,08) y Santa Bárbara (0,04). Valores similares se registraron en Valdivia (0,00), Linares (-0,02), Panguipulli (-0,02) y Collipulli (-0,03), distintos a Talca (-0,05), Yungay (-0,06), Loncoche (-0,09) y Villarrica (-0,09). Las diferencias según BLUP, permiten señalar una significancia entre las localidades evaluadas, demostrando la conformación de grupos para peso de fruto y peso de semilla (Cuadro 17).

Cuadro 17. Predictores de los mejores estimadores lineales insesgados (BLUP) y promedio de estimaciones de mínimos cuadrados (Least Sq Mean), según localidades, para peso del fruto y semilla.

Localidad	Peso Fruto			Localidad	Peso Semilla		
	BLUP	Sign	Least Sq Mean		BLUP	Sign	Least Sq Mean
Allipén	0,293	0,001	3,485	Colbún	0,151	0,000	1,470
Colbún	0,269	0,002	3,455	Allipén	0,093	0,010	1,412
Santa Bárbara	0,168	0,060	3,351	Longaví	0,089	0,012	1,408
Longaví	0,154	0,066	3,330	Santa Bárbara	0,046	0,206	1,365
Panguipulli	0,078	0,368	3,249	Valdivia	0,000	0,993	1,319
Valdivia	0,032	0,705	3,199	Linares	-0,020	0,564	1,300
Yungay	-0,077	0,365	3,077	Panguipulli	-0,020	0,577	1,300
Collipulli	-0,100	0,235	3,054	Collipulli	-0,033	0,335	1,286
Villarrica	-0,148	0,081	3,001	Talca	-0,053	0,123	1,266
Loncoche	-0,150	0,111	2,989	Yungay	-0,061	0,085	1,258
Talca	-0,245	0,006	2,896	Loncoche	-0,094	0,018	1,225
Linares	-0,274	0,002	2,864	Villarrica	-0,099	0,006	1,220

Sign= Significancia.

El calibre de fruto ($\emptyset >$ Fruto) presentó dos grandes grupos, conformando el primero las plantaciones de Allipén, Colbún, Panguipulli, Santa Bárbara, Longaví y Valdivia. El segundo grupo se encuentra Collipulli, Villarrica, Yungay, Loncoche, Talca y Linares. El valor similar para las localidades fue entre Allipén (0,08), Colbún (0,57), Panguipulli (0,43) y Santa Bárbara (0,23), también se agrupa Longaví (0,05), Valdivia (0,00), Collipulli (-0,01) y Villarrica (-0,04), similares valores se obtuvo entre Yungay (-0,31) y Loncoche (-0,37) y por último entre Talca (-0,69) y Linares (-0,74). El calibre de semilla ($\emptyset >$ Semilla) los grupos lo conforma en un primer lugar Allipén, Panguipulli, Longaví, Collipulli, Colbún, Santa Bárbara, y Valdivia, en tanto el segundo grupo está conformado por Villarrica, Loncoche, Linares, Talca y Yungay. La significancia similar fue para Allipén (0,71) y Panguipulli (0,70), también entre Longaví (0,43), Collipulli (0,38) y Colbún (0,27), valores similares se obtuvo en Santa Bárbara (0,05) y Valdivia (0,01), el valor de Villarrica (-0,18) es más cercano a Valdivia que al grupo conformado por Loncoche (-0,42), Linares (-0,42), Talca (-0,59) y Yungay (-0,94). La conformación de los diferentes grupos según valores BLUP, permiten señalar la significancia existente entre las localidades en estudio (Cuadro 18).

Cuadro 18. Predictores de los mejores estimadores lineales insesgados (BLUP) y promedio de estimaciones de mínimos cuadrados (Least Sq Mean), según localidades, para diámetro mayor del fruto y diámetro mayor de la semilla.

Localidad	$\emptyset > \text{Fruto}$			Localidad	$\emptyset > \text{Semilla}$		
	BLUP	Sign	Least Sq Mean		BLUP	Sign	Least Sq Mean
Allipén	0,881	0,000	21,66	Allipén	0,710	0,003	15,96
Colbén	0,571	0,009	21,35	Panguipulli	0,701	0,004	15,96
Panguipulli	0,438	0,042	21,22	Longaví	0,433	0,053	15,69
Santa Bárbara	0,239	0,255	21,02	Collipulli	0,382	0,088	15,64
Longaví	0,053	0,800	20,83	Colbún	0,272	0,233	15,53
Valdivia	0,007	0,974	20,79	Santa Bárbara	0,059	0,796	15,31
Collipulli	-0,014	0,946	20,76	Valdivia	0,011	0,961	15,27
Villarrica	-0,041	0,843	20,74	Villarrica	-0,182	0,405	15,07
Yungay	-0,315	0,136	20,46	Loncoche	-0,420	0,092	14,83
Loncoche	-0,373	0,080	20,40	Linares	-0,425	0,062	14,83
Talca	-0,698	0,002	20,08	Talca	-0,594	0,011	14,66
Linares	-0,747	0,001	20,03	Yungay	-0,947	0,000	14,31

Sign= Significancia.

El diámetro menor de fruto ($\emptyset < \text{Fruto}$) presentó dos grupos, el primero se encuentran las localidades de Colbún, Allipén, Santa Bárbara, Longaví y Panguipulli. El segundo grupo lo conforman Yungay, Valdivia, Collipulli, Villarrica, Talca, Loncoche y Linares. En Colbún (0,81) y Allipén (0,51) se obtuvo valores similares, al igual que entre Santa Bárbara (0,29) y Longaví y cercano a Panguipulli (0,15), también Yungay (-0,04) similar a Valdivia (-0,10), cercanos a Collipulli (-0,15) y Villarrica (-0,22), y por último similar significancia entre Talca (-0,44), Loncoche (-0,51) y Linares (-0,58). El diámetro menor de semilla ($\emptyset < \text{Semilla}$) fue mayor en Colbún (0,76) y Allipén (0,67), con valor similar a Longaví (0,40) y al grupo formado por Panguipulli (0,26) y Collipulli (0,25), también Linares (0,01) fue similar a Santa Bárbara (0,00) y el grupo formado por las localidades de Talca (-0,13), Villarrica (-0,24), Valdivia (-0,34) y Yungay (-0,52), diferente a Loncoche (-1,12). Los distintos grupos formados, demuestran la significancia (BLUP) entre localidades, evidenciando diferencias entre las plantaciones (Cuadro 19).

Cuadro 19. Predictores de los mejores estimadores lineales insesgados (BLUP) y promedio de estimaciones de mínimos cuadrados (Least Sq Mean), según localidades, para diámetro menor del fruto y diámetro menor de la semilla.

Localidad	$\phi < \text{Fruto}$			Localidad	$\phi < \text{Semilla}$		
	BLUP	Sign	Least Sq Mean		BLUP	Sign	Least Sq Mean
Colbún	0,811	0,000	18,25	Colbún	0,764	0,001	13,41
Allipén	0,518	0,007	17,96	Allipén	0,673	0,004	13,31
Santa Bárbara	0,298	0,108	17,74	Longaví	0,405	0,061	13,05
Longaví	0,282	0,127	17,72	Panguipulli	0,262	0,231	12,90
Panguipulli	0,158	0,387	17,60	Collipulli	0,250	0,240	12,89
Yungay	-0,044	0,810	17,40	Linares	0,017	0,937	12,66
Valdivia	-0,107	0,556	17,33	Santa Bárbara	0,005	0,981	12,65
Collipulli	-0,158	0,385	17,28	Talca	-0,134	0,528	12,51
Villarrica	-0,221	0,228	17,22	Villarrica	-0,241	0,257	12,40
Talca	-0,441	0,020	17,00	Valdivia	-0,349	0,117	12,29
Loncoche	-0,516	0,008	16,92	Yungay	-0,526	0,022	12,11
Linares	-0,580	0,003	16,86	Loncoche	-1,127	0,000	11,51

Sign= Significancia.

La altura de fruto (h Fruto) presentó dos grandes grupos, el primero formado por Allipén, Colbún, Yungay, Santa Bárbara, Loncoche y Longaví, el segundo grupo se encuentra las localidades de Valdivia, Collipulli, Talca, Panguipulli, Linares y Villarrica. En Allipén (0,48) y Colbun (0,48) se obtuvo un valor similar y distinto al grupo formado por Yungay (0,21), Santa Bárbara (0,18), Loncoche (0,13) y Longaví (0,03), otro grupo lo conformó Valdivia (-0,05) Collipulli (-0,05) y Talca (-0,06), y el formado por Panguipulli (-0,20), Linares (-0,41) y Villarrica (-0,74). La altura de semilla (h Semilla) presentó dos grandes grupos, conformando el primero Colbún, Loncoche, Yungay, Talca, Santa Bárbara, Valdivia, Linares y Longaví, y el segundo grupo fue Allipen, Collipulli, Panguipulli y Villarrica. Similar valor se obtuvo entre Colbún (0,49), Loncoche (0,42), Yungay (0,41), Talca (0,32) y Santa Bárbara (0,23), otro grupo lo componen Valdivia (0,08) y Linares (0,02) y con un valor cercano se encuentra Longaví (0,00) y Allipen (-0,00), el último grupo fue formado por Collipulli (-0,45), Panguipilli (-0,77) y Villarrica (-0,78). Los valores antes señalados, evidenciaron las diferencias significativas para las distintas localidades, conformando distintos grupos según valores BLUP (Cuadro 20).

Cuadro 20. Predictores de los mejores estimadores lineales insesgados (BLUP) y promedio de estimaciones de mínimos cuadrados (Least Sq Mean), según localidades, para altura (h) del fruto y altura (h) de la semilla.

Localidad	h Fruto			Localidad	h Semilla		
	BLUP	Sign	Least Sq Mean		BLUP	Sign	Least Sq Mean
Allipén	0,485	0,005	21,00	Colbún	0,499	0,019	15,64
Colbún	0,480	0,006	20,99	Loncoche	0,423	0,063	15,57
Yungay	0,211	0,203	20,72	Yungay	0,414	0,050	15,56
Santa Bárbara	0,189	0,252	20,70	Talca	0,320	0,113	15,47
Loncoche	0,136	0,408	20,65	Santa Bárbara	0,238	0,254	15,38
Longaví	0,036	0,825	20,55	Valdivia	0,083	0,684	15,23
Valdivia	-0,056	0,731	20,46	Linares	0,028	0,889	15,17
Collipulli	-0,059	0,719	20,45	Longaví	0,009	0,964	15,15
Talca	-0,062	0,706	20,45	Allipén	-0,008	0,967	15,14
Panguipulli	-0,201	0,224	20,31	Collipulli	-0,451	0,027	14,69
Linares	-0,418	0,015	20,10	Panguipulli	-0,776	0,000	14,37
Villarrica	-0,741	0,000	19,77	Villarrica	-0,780	0,000	14,37

Sign= Significancia.

El índice de redondez de fruto (IR Fruto) conformó dos grandes grupos, el primero Villarrica, Panguipulli, Colbún, Allipén, Longaví, Santa Bárbara y Collipulli, el segundo grupo lo formaron las localidades de Valdivia, Linares, Yungay, Talca y Loncoche. Los valores similares se obtuvo entre Villarrica (0,02) y Panguipulli (0,02), al igual que Colbún (0,01), Allipén (0,01), Longaví (0,00), Santa Bárbara (0,00) y Collipulli (0,00), otro grupo lo formaron las plantaciones provenientes de Valdivia (-0,00), Linares (-0,01), Yungay (-0,01), Talca (-0,02) y Loncoche (-0,02). El índice de redondez de semilla (IR Semilla) conformaron dos grandes grupos, el primero se encontraron las localidades de Panguipulli, Collipulli, Allipén, Villarrica, Longaví y Colbún, el segundo grupo fue Santa Bárbara, Valdivia, Linares, Talca, Yungay y Loncoche. Los valores BLUP permitieron señalar la formación de subgrupos como Panguipulli (0,08), Collipulli (0,05), Allipén (0,04), Villarrica (0,03) y Longaví (0,02), con un valor cercano se encontró Colbún (0,00), otro subgrupo formado fue Santa Bárbara (-0,01), Valdivia (-0,01), y Linares (-0,01), y un último fue Talca (-0,04), Yungay (-0,07) y Loncoche (-0,08). Según la significancia BLUP, se puede evidenciar las diferencias significativas entre localidades en relación a la formación de grupos entre las localidades estudiadas (Cuadro 21).

Cuadro 21. Predictores de los mejores estimadores lineales insesgados (BLUP) y promedio de estimaciones de mínimos cuadrados (Least Sq Mean), según localidades, para índice de redondez (IR) del fruto e índice de redondez (IR) de la semilla.

Localidad	IR Fruto			Localidad	IR Semilla		
	BLUP	Sign	Least Sq Mean		BLUP	Sign	Least Sq Mean
Villarrica	0,027	0,001	0,955	Panguipulli	0,080	0,000	1,004
Panguipulli	0,024	0,004	0,952	Collipulli	0,052	0,013	0,976
Colbún	0,011	0,165	0,939	Allipén	0,045	0,028	0,970
Allipén	0,010	0,193	0,938	Villarrica	0,037	0,067	0,961
Longaví	0,008	0,339	0,935	Longaví	0,029	0,138	0,954
Santa Bárbara	0,005	0,562	0,932	Colbún	0,003	0,897	0,927
Collipulli	0,000	0,954	0,927	Santa Bárbara	-0,013	0,529	0,912
Valdivia	-0,001	0,931	0,927	Valdivia	-0,017	0,405	0,908
Linares	-0,013	0,103	0,914	Linares	-0,019	0,346	0,906
Yungay	-0,019	0,022	0,909	Talca	-0,040	0,047	0,884
Talca	-0,023	0,005	0,904	Yungay	-0,074	0,001	0,850
Loncoche	-0,029	0,001	0,899	Loncoche	-0,083	0,000	0,842

Sign= Significancia.

El rendimiento evidenció la formación de dos grandes grupos, el primero formado por las localidades de Linares, Talca, Colbún, Longaví y Collipulli, el segundo grupo lo conformó Valdivia, Allipén, Villarrica, Santa Bárbara, Yungay, Loncoche y Panguipulli. Linares (3,01) obtuvo el valor mayor (BLUP), distinto a lo señalado en Talca (1,56) y Linares (1,18), valores similares se encontró entre Longaví (0,79) y Collipulli (0,42), otro subgrupo lo conformaron Valdivia (-0,03), Allipén (-0,67) y Villarrica (-0,95), y un último subgrupo lo integraron Santa Bárbara (-1,05), Yungay (-1,26), Loncoche (-1,50) y Panguipulli (-1,50). La formación de los distintos grupos y subgrupos, evidencias las diferencias existentes para las distintas localidades evaluadas según significancia BLUP (Cuadro 22).

Cuadro 22. Predictores de los mejores estimadores lineales insesgados (BLUP) y promedio de estimaciones de mínimos cuadrados (Least Sq Mean), según localidades, para rendimiento.

Localidad	Rendimiento		
	BLUP	Significancia	Least Sq Mean
Linares	3,014	0,000	44,69
Talca	1,563	0,012	43,24
Colbún	1,182	0,049	42,86
Longaví	0,790	0,177	42,47
Collipulli	0,429	0,465	42,11
Valdivia	-0,030	0,960	41,65
Allipén	-0,670	0,261	41,01
Villarrica	-0,955	0,110	40,72
Santa Bárbara	-1,056	0,094	40,62
Yungay	-1,265	0,041	40,41
Loncoche	-1,500	0,027	40,18
Panguipulli	-1,502	0,018	40,18

4.1.9 Efecto localidad sobre las variables evaluadas. A partir de los datos que contenían 100 repeticiones por cada localidad, se analizó la varianza atribuible al factor localidad por medio de un análisis de varianza de estimación de componentes de varianza, mediante una estimación de máxima verosimilitud restringida (REML) con modelo aleatorio o random sobre la localidad. Los resultados indican para peso de fruto, una varianza atribuible a la localidad de un 10,6%, para peso de semilla 10,6%, para el rendimiento técnico de 12,3%, para calibre de fruto 9,6%, para calibre de semilla de 12,2%, índice de redondez del fruto de 8,7% y el índice de redondez de la semilla de 16,4%. Los resultados tienen validez extrapolable a la evaluación en estudio, debido a que los límites de confianza superior e inferior de las variables evaluadas son superiores a 0, en consecuencia, se rechaza la hipótesis nula. Análisis que aún siendo los valores bajos, permiten inferir una representatividad de los parámetros evaluados.

Los valores obtenidos se infiere que la varianza de estos parámetros no es explicada solo por efecto ambiental de localidad; entonces, hubo otros factores que están condicionando la respuesta de los parámetros evaluados. Al respecto, Garrone y Vacchetti (1994), señalan que la calidad de la avellana se origina en el campo, localizando las plantas en zonas adecuadas, llevando a cabo prácticas racionales y apropiadas, tales como poda, polinización, fertilización,

riego, control de malezas y manejo fitosanitario, lo que permitirá a la planta expresarse de mejor manera y producir avellanas en cantidad y calidad óptima, en este sentido, tiene mucha importancia el manejo agronómico de la plantación, y condicionante que sería, como es dable suponer entre las plantaciones (localidades) evaluadas.

De las prácticas de manejo del avellano, la disponibilidad de agua durante el llenado de la semilla, tiene una incidencia alta en la calidad del fruto, ya que como es sabido, disminuye la funcionalidad foliar y la capacidad de asimilación del follaje, provocando reducción del crecimiento y producción, crecimiento del fruto, aumento de frutos vanos y disminución del rendimiento al descascarado (Baldwin, 2010). Similar comportamiento indican Tombesi y Rosati, (1997); Bignami *et al.*, (2009), citados por Cristofori *et al.*, (2010), destacando el efecto sobre algunas características del fruto como la incidencia de frutos vanos y el rendimiento al descascarado. Otro aspecto a destacar, es que la calidad está determinada genéticamente, sin embargo, pueden fluctuar con la carga en cosecha (McCluskey, *et al.*, 2001), las condiciones estacionales y el tiempo de cosecha (Ozdemir, 2001).

Según Baldwin, (2010) la escases hídrica durante el llenado del fruto es el principal factor asociado con rendimiento menor, añade, que temperaturas por sobre los 30°C, pueden tener un efecto adverso sobre el llenado del fruto, especialmente si estas temperaturas se asocian con baja humedad relativa, alta evaporación y pérdida de humedad en el suelo. Por lo tanto para Chile, humedad adecuada durante los meses estivales de Diciembre, Enero y Febrero es requerida para un buen crecimiento y llenado del fruto.

Otra práctica importante es la fertilización equilibrada, ya que contribuye a reducir la alternancia de la producción y permite obtener producciones de buena calidad, tal como señalan Corte *et al.*, (2009) sobre el efecto positivo de la fertilización sobre la calidad de la avellana, indicando que un bajo contenido de potasio puede favorecer la presencia de frutos vanos. También es importante la distribución de micronutrientes como el magnesio, zinc, hierro y boro, este último de gran importancia en la calidad del fruto según indica Tous *et al.*, (2005) señalando que aplicaciones foliares de boro aumentan el calibre y rendimiento al descascarado. Özenc y

Caliskan (2001), señala que la aplicación de compost de cascara de avellana aumenta la materia orgánica, fósforo y potasio en el suelo y hojas, además de la actividad biológica del suelo, por lo tanto, la aplicación de compost de cascara de avellana durante un largo tiempo puede aumentar la producción de avellanas y tener efectos positivos sobre la calidad de la nuez, como un mayor contenido de proteína en la semilla. La poda, es una práctica necesaria e indispensable para obtener una producción constante y de calidad. Estudios en Italia realizados por Ughini *et al.*, (2009) señalan que con poda primaveral aumenta el rendimiento al descascarado, disminuye el porcentaje de frutos vanos, menor incidencia de semillas arrugadas, dobles y con hongos. Los frutos que han caído y permanecen en condiciones de humedad, pueden ser afectados por alteraciones microbiológicas y enzimáticas que degradan la calidad; según Farinelli *et al.*, (2002) los frutos que permanecen por una o dos semanas en el suelo después de haber caído (70-80%) y en condiciones de lluvia frecuente, presentan un significativo aumento de hongos, coincidente con Tous *et al.*, (2001), quienes indican que la cosecha de avellanas por un periodo prolongado afecta la calidad de éstas, aumentando la cantidad de frutos con hongos.

La polinización inadecuada es la principal causa de frutos vanos, y necesaria para iniciar el desarrollo del ovario. Las avellanas que completan su tamaño, pero están vanas al madurar, son el resultado de la polinización sin una fecundación o del aborto del embrión, el nulo crecimiento del pequeño embrión es reemplazado por una falta de estímulo del ovario, porque la cáscara del fruto ya ha alcanzado prácticamente su tamaño final antes del crecimiento del embrión (Thompson, 1979). Ellena, (2010) menciona que la fecundación puede ser impedida por diversos factores como la carencia de algunos elementos nutritivos, por ejemplo el boro o el calcio, que pueden influir negativamente en la germinabilidad del polen. Una insuficiente disponibilidad de nitrógeno en estados de competencia nutricional, pueden causar aborto de los ovarios; la falta de horas frío puede provocar también esterilidad debido a alteraciones en el curso de la formación de los órganos reproductivos. También, lluvias persistentes durante la floración pueden lavar los estigmas y provocar la muerte de los granos de polen por plasmóptosis. A los casos de esterilidad citados, todos dependientes de causas climáticas o de manejo agronómico, hay que señalar los debidos a causas genéticas como la incompatibilidad entre variedades o autocompatibilidad.

4.2 Características químicas.

4.2.1 Análisis proximal. El contenido de grasa referencial para avellana se encuentra en un rango entre 59,8% a 61,5% con un promedio de 60,7%. La avellana proveniente de la región de La Araucanía presentó el mayor contenido de grasa (61,5%), seguido Del Bío Bío (60,8%), Maule (60,7%) y Los Ríos (59,8%) (Cuadro 23). Valores similares fueron encontrados por Baldwin, (2010) en Australia, donde los rangos varían desde un 57,4% a 64,2%; estudios en Oregon, por Ebrahim *et al.*, (1994) mencionan un 62,8% y un 61,8% para el cultivar Barcelona; en Italia Bignami *et al.*, (2005) señala un 63% de grasa y De Salvador *et al.*, (2002) un 62,2%, superior a lo encontrado por Mitrovic *et al.*, (1997) en Yugoslavia con un 57,5%. La humedad promedió fue de 5,27%, siendo la avellana de el Maule quien tuvo el valor menor (4,64%) y el más alto fue en Los Ríos (5,63%). El contenido de proteína promedió fue de 16,5%, con un valor superior en el Maule (17,8%) y menor en La Araucanía (16%) y Los Ríos (16%). La fibra fue en promedio de 3,09%, siendo en Los Ríos (3,28%) superior al Maule (2,78%), Bío Bío (3,07%) y la Araucanía (3,24%). La ceniza promedió 2,18%, y presento en el Maule el valor más alto (2,25%) y el menor en Los Ríos (2,05%).

Cuadro 23. Análisis proximal de semilla de avellano europeo cv. Barcelona, según regiones de la zona centro sur y sur de Chile (promedio \pm desviación estándar).

Región	Grasa	Humedad	Proteína	Fibra	Cenizas
Maule	60,7 \pm 1,50	4,64 \pm 0,26	17,8 \pm 1,30	2,78 \pm 0,08	2,25 \pm 0,13
Bío Bío	60,8 \pm 0,38	5,48 \pm 1,13	16,5 \pm 1,41	3,07 \pm 0,09	2,24 \pm 0,10
Araucanía	61,5 \pm 1,65	5,36 \pm 0,26	16,0 \pm 0,80	3,24 \pm 0,01	2,20 \pm 0,01
Los Ríos	59,8 \pm 0,23	5,63 \pm 1,20	16,0 \pm 0,57	3,28 \pm 0,14	2,05 \pm 0,02
Promedio	60,7 \pm 1,14	5,27 \pm 0,82	16,5 \pm 1,20	3,09 \pm 0,22	2,18 \pm 0,11

4.2.2 Efecto localidad sobre las distintas variables. La varianza atribuible al factor localidad (región) mediante una estimación de máxima verosimilitud restringida (REML) con modelo aleatorio o random sobre la región, indica para el contenido de grasa (0,28%), proteína (23,1%), fibra (84,3%), cenizas (45,5%) y humedad (-7,01%). El factor más variable fue la humedad, debido a que depende del tiempo y temperatura de secado, en cambio, el contenido de grasa posee un muy bajo porcentaje relacionado a la región, resultado que corrobora la influencia del

manejo agronómico sobre el contenido de grasa, en el caso de la fibra, la varianza fue mayor al resto de las variables, indicativo de menor variabilidad en relación a las regiones de comparación. Los resultados obtenidos no poseen validez extrapolable a la evaluación en estudio, ya que en los límites de confianza se encuentra circunscrito el valor -0, por lo tanto no permite inferir una representatividad de los parámetros evaluados y en consecuencia se acepta la hipótesis nula.

4.2.3 Comparación de las variables mediante significancia BLUP La predicción aleatoria de las variables, muestra a través de la significancia BLUP, que el contenido de grasa en las regiones del Maule y Bío Bío fue similar y superior significativamente a la de Los Ríos. El contenido de proteína del Maule fue superior significativamente a las otras localidades y la humedad de la avellana en el Maule es muy inferior al resto de las regiones (Cuadro 24). El contenido de fibra en Los Ríos y Araucanía fue similar y supera significativamente a la región del Maule. Las cenizas fueron similares en las regiones del Maule, Bío Bío y Araucanía (Cuadro 25).

Cuadro 24. Predictores de los mejores estimadores lineales insesgados (BLUP) y promedio de estimaciones de mínimos cuadrados (Least Sq Mean), según regiones, para grasa, proteína y humedad.

Grasa			Proteína			Humedad		
Localidad	BLUP	Least Sq Mean	Localidad	BLUP	Least Sq Mean	Localidad	BLUP	Least Sq Mean
Araucanía	0,00666	60,74	Maule	0,58530	17,18	Maule	0,15568	5,43
Bío Bío	0,00068	60,73	Bio Bío	-0,02648	16,57	Araucanía	-0,01979	5,26
Maule	0,00001	60,73	Los Ríos	-0,27467	16,32	Bio Bío	-0,04999	5,23
Los Ríos	-0,00735	60,72	Araucanía	-0,28416	16,32	Los Ríos	-0,08590	5,19

Cuadro 25. Predictores de los mejores estimadores lineales insesgados (BLUP) y promedio de estimaciones de mínimos cuadrados (Least Sq Mean), según regiones, para fibra y cenizas.

Fibra			Cenizas		
Localidad	BLUP	Least Sq Mean	Localidad	BLUP	Least Sq Mean
Los Ríos	0,17734	3,27234	Maule	0,04706	2,23
Araucanía	0,13967	3,23467	Bío Bío	0,03753	2,23
Bío Bío	-0,02040	3,07460	Araucanía	0,01132	2,20
Maule	-0,29661	2,79839	Los Ríos	-0,09592	2,09

4.2.4 Acidez e índice de peróxidos. El promedio de la acidez fue de 0,15%, con valores más altos en el Maule y Bío Bío (0,17%), seguido de La Araucanía (0,16%) y Los Ríos (0,11%). El promedio de peróxidos fue 1,25%, siendo el mayor valor en el Bío Bío (1,58%) seguido de La Araucanía (1,43%), Los Ríos (1,28%) y el Maule (0,7%). La acidez máxima fue de 0,17%, indicando una adecuada estabilidad de los aceites frente a procesos hidrolíticos, ya que valores superiores a 1% son indicadores de rancidez. Respecto a los peróxidos, éstos registran un índice máximo de 1,58 meq/kg, cuyo valor es muy inferior a los máximos señalados en la literatura (5–10 meq/kg) (Cuadro 27), estos valores demuestran una adecuada conservación, demostrando que no hubo procesos oxidativos. La estabilidad de los aceites depende fundamentalmente de las condiciones de almacenamiento, siendo la humedad y temperatura los factores que más influyen sobre esta (Hadorn *et al.*, (1977) citados por Savage *et al.*, 1997).

Cuadro 27. Acidez e índice de peróxidos en semilla de avellano europeo cv. Barcelona, según regiones de la zona centro sur y sur de Chile (promedio \pm desviación estándar).

Region	Acidez (% ácido oleico)	Peróxidos (meq/kg)
Maule	0,17 + 0,02	0,70 + 0,03
Bío Bío	0,17 + 0,02	1,58 + 0,15
Araucanía	0,16 + 0,02	1,43 + 0,18
Los Ríos	0,11 + 0,01	1,28 + 0,23
Promedio	0,15 + 0,03	1,25 + 0,37

La determinación de las fuentes de pérdida de calidad en la avellana y las medidas preventivas, son importantes para lograr y mantener un producto de calidad, ya que reacciones deletéreas en aspectos químicos, bioquímicos y microbiológicos, influyen en la vida útil de la avellana y sus productos. En este sentido, una ineficiente e inadecuada cosecha y secado, así como método y condiciones de almacenamiento, causan pérdidas significativas de calidad. El Almacenamiento, fisuras, tostado y embalaje pueden contribuir a la oxidación de los lípidos y posterior rancidez, reduciendo la vida útil de la avellana. Por lo tanto, optimizar el manejo en las etapas de cosecha, poscosecha y procesamiento, es muy importante para potenciar la calidad de la avellana (Ozdemir, 1998).

4.2.5 Efecto de *Aspergillus* sp. en la acidez e índice de peróxidos. La contaminación microbiana, es un factor muy incidente en el deterioro de los alimentos, esto se produce debido a condiciones propias del producto y relacionadas con el ambiente, la contaminación con micotoxinas como las aflatoxinas, constituyendo un riesgo importante para la salud humana, especialmente las micotoxinas de especies del género *Penicillium*, *Aspergillus* y *Rhizopus* (Anonymous, 1979; Eke and Gökten, 1987 citados por Ozdemir, 1998). En la avellana evaluada en este estudio, se constató el desarrollo de *Aspergillus* sp. en semillas de avellana que estaban almacenadas al vacío a temperatura ambiente (15 °C). Para evaluar el efecto sobre la estabilidad de los aceites, se realizó un análisis de acidez y peróxidos para semilla con y sin *Aspergillus*, obteniendo que la semilla con *Aspergillus* la acidez fue significativamente superior, en tanto que los peróxidos no varían significativamente. Se infiere que la semilla con *Aspergillus* provoca una alteraciones en la estabilidad de los aceites y ningún cambio en los procesos oxidativos de la semilla (Cuadro 28).

Cuadro 28. Acidez e índice de peróxidos en semilla de avellano europeo cv. Barcelona, según presencia de *Aspergillus* (promedio \pm desviación estándar).

Parámetro	Acidez (% ácido oleico)	Peróxidos (meq/kg)
Con <i>Aspergillus</i>	0,54a + 0,15	0,75 + 0,32
Sin <i>Aspergillus</i>	0,14b + 0,02	1,05 ns + 0,38

Cifras con letras distintas son diferentes según prueba de Tukey ($p < 0,05$).

Según Ozdemir (1998), los daños provocados por estos hongos son cambios en la textura, producto de las actividades enzimáticas de los organismos que producen descomposición de los hidratos de carbono, grasas y proteínas, provocando una pérdida en la materia seca, pérdida en el contenido de aceites, aumento de ácidos grasos libres y cambios en el sabor. Según Heperka, (2006), el endosperma se infecta cuando la cáscara está dañada o es atacada por gusanos y las aflatoxinas se forman durante las etapas de cosecha y secado y están presentes sólo en pequeñas cantidades al comienzo del secado.

1.3 Características organolépticas.

1.3.1 Análisis sensorial de aceptabilidad. Los resultados de aceptabilidad en la semilla de los cultivares Barcelona (gusto y aroma medio) y Tonda di Giffoni (gusto y aroma bueno) son coincidentes con lo reportado según Tombesi y limongelli (2002). Hay una preferencia por el consumo de avellana tostada en los dos cultivares evaluados, siendo Tonda di Giffoni de mayor aceptabilidad tanto en fresco como tostada en relación al cultivar Barcelona. El tostado es muy común en la industria del procesamiento de la avellana, ya que mejora el color, sabor, textura y apariencia de las avellanas, además, elimina la película de la avellana, inactiva enzimas que aceleran el daño a los nutrientes y destruye a los microorganismos indeseables y contaminantes de los alimentos (Richardson y Ebrahim, 1996 citados por Ozdemir y Devres, 1999). Para Barcelona, no hubo diferencias significativas en la avellana fresca y tostada, en tanto que, para Tonda di Giffoni, se observó que en la región de los Ríos tubo menor aceptación en comparación al Maule y Bío Bío en la avellana fresca y La Araucanía y Los Ríos, tuvieron menor aceptación en comparación a las regiones del Maule y Bío Bío en la avellana tostada (Cuadro 29 y 30).

Cuadro 29. Evaluación sensorial de aceptabilidad en avellana fresca en cvs. Barcelona y Tonda di Giffoni (promedio \pm desviación estándar).

Localidad	Barcelona fresco	T.onda di Giffoni fresco
Maule	3,35 \pm 0,67 a	2,20 \pm 0,69 b
Bío Bío	2,95 \pm 0,75 ab	2,20 \pm 1,05 b
Araucanía	3,20 \pm 0,89 a	2,65 \pm 0,74 ab
Los Ríos	3,20 \pm 0,83 a	3,00 \pm 0,79 a
Promedio	3,17\pm0,79	2,51\pm0,88

Cifras con letras distintas son diferentes según prueba de Tukey ($p < 0,05$).

Cuadro 30. Evaluación sensorial de aceptabilidad en avellana tostada en cvs. Barcelona y Tonda di Giffoni (promedio \pm desviación estándar).

Localidad	Barcelona tostado	Tonda di Giffoni tostado
Maule	3,20 \pm 0,69 a	1,60 \pm 0,68 b
Bío Bío	2,65 \pm 0,98 a	1,50 \pm 0,68 b
Araucanía	2,65 \pm 0,81 a	2,55 \pm 0,94 a
Los Ríos	2,90 \pm 0,71 a	2,80 \pm 0,61 a
Promedio	2,82\pm0,82	2,11\pm0,92

Cifras con letras distintas son diferentes según prueba de Tukey ($p < 0,05$).

5 CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación, se concluyo lo siguiente:

1. Se constató diferencias significativas en las características físicas y químicas de la avellana cv. Barcelona que provenían de localidades diversas; la mayor variabilidad se produjo en los parámetros físicos y en menor grado en los químicos.
2. Los valores físicos obtenidos se enmarcan en los rangos establecidos internacionalmente para el cv. Barcelona. La mayor variabilidad entre localidades se detectó para el factor peso de fruto (3,16 g; 3,48-2,86 g) y peso de semilla (1,32 g; 1,42-1,21 g) y la menor para altura de fruto (20,5 mm; 21,0-19,6 mm); e índice de redondez de fruto (0,92; 0,96-0,90).
3. La relación cáscara semilla (rendimiento), estando dentro del rango establecido para el cv. Barcelona, varió levemente entre las localidades (41,8%; 44,9-39,9%), similar acontece con el calibre (20,7mm; 21,7-19,9 mm).
4. La incidencia de los defectos de condición en avellanas de todas las localidades evaluadas fue: Frutos vanos (12%; 2-28%), semillas dobles (3,6%) y arrugadas (4%), en todos los casos, independiente de la ubicación geográfica de las plantaciones. La incidencia promedio de fitopatógenos en avellana en todas las localidades fue muy baja (1%), con predominio en avellana proveniente de plantaciones de la zona sur.
5. El desprendimiento del perisperma (3,8; 4,9-2,4) como indicador de calidad para la comercialización, no varió significativamente entre las localidades, con valores promedio dentro del rango considerado aceptable (3-5) para el cultivar Barcelona.

6. Las características químicas evaluadas de la avellana, fueron muy similares entre localidades, con una mayor variación para grasa (60,7%) respecto de proteína (16,5%), fibra (3,1%) y cenizas (2,18%). Estos parámetros fueron mas sensibles al factor localidad.
7. Respecto al índice promedio de acidez (0,15; 0,17-0,11) y peróxidos (1,3; 1,6-0,7), los valores se sitúan en el rango permitido internacionalmente, lo que demuestra la adecuada estabilidad de los aceites y la ausencia de procesos oxidativos e indica, un buen manejo en poscosecha de la semilla evaluada.
8. La aceptación de la avellana cv Tonda di Giffoni fue mejor que la del cv. Barcelona para todas las localidades evaluadas; en el mismo sentido, la avellana tostada (me gusta mucho) tuvo mejor aceptación que la avellana fresca (me gusta) para ambos cultivares. Entre localidades para el cv. Barcelona la aceptación fue significativamente similar, mientras que difirió significativamente para el cultivar Tonda di Giffoni, lo que refleja el eventual efecto de condición de sitio específico en la calidad de la avellana europea chilena.
9. El análisis de conglomerados jerárquico conforma dos grupos cluster claramente diferenciados, que no siguen una tendencia grupal en función de la localidad, entonces, es factible extrapolar hacia un probable mayor efecto de manejo agronómico específico.

6 RESUMEN

El principal cultivar de avellano europeo (*Corylus avellana* L.) en Chile es Barcelona, requerido para consumo de mesa o industrial, el que se encuentra hace más de 40 años en quintas y jardines de la zona centro sur y sur de Chile, se caracteriza por ser un ecotipo adaptado a las condiciones edafoclimáticas del país, con una distribución geográfica que abarca alrededor de 700 km desde la región del Maule hasta la región de los Lagos. Los objetivos de la siguiente investigación fueron evaluar calidad y condición de frutos de avellano europeo cv. Barcelona, proveniente de plantaciones comerciales de la zona centro sur y sur de Chile. Las plantaciones muestreadas se ubican en las regiones: Del Maule (Talca, Colbún, Linares y Longaví), Bío-Bío (Yungay y Santa Bárbara), La Araucanía (Collipulli, Allipén, Gorbea, Villarrica y Loncoche) y Los Ríos (Panguipulli y Pelchuquín).

La mayor variabilidad entre localidades se detectó para el factor peso de fruto (3,16 g; 2,86-3,48 g) y peso de semilla (1,32 g; 1,21-1,42 g) y la menor para altura de fruto (20,5 mm; 19,6-21,0 mm); e índice de redondez de fruto (0,92; 0,90-0,96). La relación cáscara semilla (rendimiento), estando dentro del rango establecido para el cv. Barcelona, varió levemente entre las localidades (41,8%; 44,9-39,9%), similar acontece con el calibre (20,7mm; 21,7-19,9 mm). La incidencia de defectos fue la siguiente: frutos vanos (12%; 2-28%), fitopatógenos (1,8%; 0-3%) con predominio en avellana proveniente de plantaciones de la zona sur; semillas dobles (3,6%) y arrugadas (4%). El pelado de semilla como indicador de calidad para la comercialización, no varió significativamente entre las localidades, con valores promedio (3,8; 2,4 - 4,9) dentro del rango considerado aceptable (2,5-5) para el cultivar Barcelona.

El análisis de conglomerados jerárquico para factores físicos evaluados conforma dos cluster de disimilitud que no siguen una tendencia en función de la localidad, estimando una mayor preponderancia del manejo agronómico de sitio específico.

Las características químicas evaluadas de la avellana, fueron muy similares entre localidades, con una mayor variación para grasa respecto de proteína, fibra y cenizas. Estos parámetros fueron más sensibles al factor localidad. Respecto a los índices promedio de acidez (0,15; 0,17-0,11) y peróxidos (1,3; 1,6-0,7), valores dentro de rango permitido internacionalmente, lo que demuestra la adecuada estabilidad de los aceites y la ausencia de procesos oxidativos e indicador de un buen manejo poscosecha de la semilla evaluada de todas las localidades. La aceptación de la avellana Tonda di Giffoni fue mejor que Barcelona para todas las localidades evaluadas; la avellana tostada tuvo mejor aceptación que la avellana fresca para ambos cultivares. Entre localidades para el cv. Barcelona la aceptación fue significativamente similar, mientras que difirió significativamente para el cultivar Tonda di Giffoni.

Los resultados obtenidos en esta investigación, se constató diferencias significativas en las características físicas y químicas de la avellana cv. Barcelona que provenían de localidades diversas; la mayor variabilidad se produjo en los parámetros físicos y en menor grado en los químicos. En general, los valores físicos y químicos se enmarcan dentro de los rangos establecidos internacionalmente para el cv. Barcelona. Estos resultados refleja el eventual efecto de condición de sitio específico de la calidad para la avellana europea chilena.

SUMMARY

The main cultivar of European hazelnut (*Corylus avellana* L.) in Chile is Barcelona, required for table consumption or industrial use. It has been found for more than 40 years on farms and in gardens in southern and south-central Chile, and is characterized as being an ecotype adapted to the country's edaphoclimatic conditions, with a geographical distribution that extends approximately 700 km from the Regions of Del Maule to Los Lagos. The aim of the following investigation was to evaluate the fruit quality and condition of European hazelnut cv. Barcelona from commercial plantations in southern and south-central Chile. The fruit sampled from plantations are located in the following regions: Del Maule (Talca, Colbún, Linares and Longaví), Bio-Bio (Yungay and Santa Bárbara), La Araucanía (Collipulli, Allipén, Gorbea, Villarrica and Loncoche) and Los Ríos (Panguipulli and Pelchuquín).

The results of the physical parameters are: fruit weight (3.16 g; 2.86- 3.48 g) and seed weight (1.32 g; 1.21-1.42g), and the lowest in fruit height (20.5 mm; 19.6-21.0-mm) and fruit roundness index (0.92; 0.90-0.96); the shell-seed relation (41.8%; 44.9-39.9%) varied slightly among locations as similarly occurred with the caliber (20.7mm; 21.7-19.9 mm). The incidence of defects was as follows: empty shells (12%; 2-28%), phytopathogens (1%; 0-4%) with a high proportion in hazelnuts from plantations in the south; double seeds (3.6%) and wrinkled seeds (4%). The peeled seed as an indicator of quality for commercialization did not vary significantly among the locations, with average values (3.8; 2.4-4.9) within the range considered acceptable (2.5-5) for cv. Barcelona.

The hierarchical cluster analysis for the evaluated physical factors consists of two dissimilarity clusters that follow a tendency in terms of location, considering greater weighting of site-specific agronomic management.

The chemical characteristics evaluated for the hazelnut were similar among locations, with a greater variation for fat (60.7%), compared to protein (16.5%), fiber (3.1%) and ashes (2.18%); the average indices of acidity (0.15; 0.17-0.11) and peroxides (1.3; 1.6-0.7), the values fall within the range allowed internationally, which demonstrates adequate stability of the oils as well as the absence of oxidative processes, and indicates good post-harvest handling of the seed evaluated at all the locations. The acceptance of cv. Tonda di Giffoni was better than cv. Barcelona for all the locations evaluated; the toasted hazelnut had better acceptance than the fresh hazelnut for both cultivars. Acceptance was significantly similar for cv. Barcelona among the locations, whereas it differed significantly for cv. Tonda di Giffoni.

The results obtained in this investigation showed significant differences in the physical and chemical characteristics of the hazelnut cv. Barcelona that came from various locations; the greatest variability was found in the physical parameters and to a lesser degree in the chemical parameters. In general the physical and chemical values fall within the ranges established internationally for cv. Barcelona. These results which reflects the positive potential impact of environmental specific site's conditions on the quality and condition of the Chilean European hazelnut.

7 LITERATURA CITADA

- Adua, M.** 2002 .Rapporto statistico sulla corilicoltura italiana. Atti del Convegno Nazionale sul Nocciolo, le frontiere delle corilicoltura italiana. Giffoni Valle Piana (SA), 5-6 ottobre, Atti p. 93-103.
- Aguilera, A., Guerrero, J. y Rebolledo, R.** 2011. Plagas y enfermedades del avellano europeo (*Corylus avellana* L.) en La Araucanía. Universidad de La Frontera. Temuco, Chile. 126 p.
- Alasalvar, C., Shahidi, F., Liyanapathirana, C. and Ohshima, T.** 2003. Turkish Tombul Hazelnut (*Corylus avellana* L.) Compositional Characteristics. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 51 (13): 3790-3796.
- Alasalvar, C., Amaral, J. and Shahidi, F.** 2006. Functional lipid characteristics of Turkish Tombul hazelnut (*Corylus avellana* L.).Journal of Agricultural and Food Chemistry. 54 (26): 10177-10183.
- Alasalvar, C., Amaral, J., Satir, G. and Shahidid, F.** 2009. Lipid characteristics and essential minerals of native Turkish hazelnut varieties (*Corylus avellana* L.) Food Chemistry. 113 (4): 919-925.
- Aydin, C.**2002. Physical properties of hazelnuts. Biosystems Engineering. 82 (3): 297-303.
- Baldwin, B. and Simpson, M.** 2003. Hazelnut market assesement study. A report for the hazelnut growers of Australia Ltd. 40 p.
- Baldwin, B. Gilchrist, K. and Snare, L.** 2003. Hazelnut Variety Assessment for South-eastern Australia. N° 03/141. 50 p.
- Baldwin, B., Gilchrist, K. and Snare, L.** 2007. Hazelnut variety assessment for South-eastern Australia. Rural Industries Research and Development Corporation, Australia. 72 p.
- Baldwin, B.** 2010. Hazelnuts. Variety assessment for South-eastern Australia. N° 09/178. 94 p.
- Bennett, K., Tzedakis, P. and Willis, K.** 1991. Quaternary refugia of north European trees Journal of Biogeography. 18 (1): 103–115.
- Bignami C., Bertazza G., Cristofori V. i Scossa A.** 2002. Effetto dell'irrigazione sulla composizione della nocciola. Atti del Convegno Nazionale sul Nocciolo, le frontiere delle corilicoltura italiana. Giffoni Valle Piana (SA), 5-6 ottobre, Atti p. 206-212.

- Bignami, C., Bertazza, G., Bizzarri, S., Bruziches, A., Cammilli, C. and Cristofori, V.** 2005. Effect of high density and dynamic tree spacing on yield and quality of hazelnut. *Acta Horticulturae*. 686: 263-270.
- Bioversity, FAO and CIHEAM.** 2008. Descriptors for hazelnut (*Corylus avellana* L.). Bioversity International, Rome, Italy; Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy; International Centre for Advanced Mediterranean Agronomic Studies, Zaragoza, Spain. 54 p.
- Boccacci, P. i Botta, R.** 2009. Investigating the origin of hazelnut (*Corylus avellana* L.) cultivars using chloroplast microsatellites. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 56 (6): 851-859.
- Bonvehi, J. and Coll, F.** 1993. Oil Content, Stability and Fatty Acid Composition of the Main Varieties of Catalonian Hazelnuts (*Corylus avellana* L.), *Food Chem.* 48 (3): 237-241.
- Botta, R., Gianotti, C. and Me, G.** 1997. Kernel quality in hazelnut cultivars and selections analysed for sugars, lipids and fatty acid composition. *Acta Horticulturae*. 445: 319-326.
- Bozoglu, M.** 2005. The situation of the hazelnut sector in turkey. *Acta Horticulturae*. 686: 641-648.
- Canali, S., Nardi, P., Neri, U. and Gentili, A.** 2005. Leaf analysis as a tool for evaluating nutritional status of hazelnut orchards in central italy. *Acta Horticulturae*. 686: 291-296.
- Chase-Lansdale, C. and Perry, J.** 2008. Country report: the emerging hazelnut industry in Chile. Will it be significant?. VII Congresso Internazionale sul Nocciolo, Book of abstract. 184 p.
- Corte, M., Botta, R., Valentini, N., Me, G. i Ghirardello, D.** 2009. Fertilizzazione del nocciolo: risultati di un'indagine quinquennale per l'ottenimento di produzioni di qualità. *Ricerca applicata in coricoltura*, Creso.p 17-25.
- Costa, C., Paglia, G., De Salvador, F.R., Lolletti, D., Rimatori, V. and Menesatti, P.** 2009. Hazelnut cultivar identification with leaf morphometric analysis: preliminary results. *Acta Horticulturae*. 845: 245-248.
- Cristofori, V.** 2005. Fattori di qualita' della nocciola. Tesi di Dottorato di Ricerca in ortoflorofruitticoltura. Università degli studi della Tuscia. Dipartimento di Produzione Vegetale. Viterbo, Italia. 158 p.
- Cristofori, V., Ferramondo, S., Bertazza, G. and Bignami, C.** 2008. Nut and kernel traits and chemical composition of hazelnut (*Corylus avellana* L.) cultivars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 88 (6): 1091-1098.

- Cristofori, V., Ferramondo, S., Bertazza, G. and Bignami, C.** 2009. Nut quality and sensory evaluation of hazelnut cultivars. *Acta Horticulturae*. 845: 657-664.
- Cristofori, V., Bignami, C., Gasbarra, S. i Rugini, E.** 2010. Irrigazione del nocciolo nel Viterbese: sistema irrigui localizzati per una ottimizzazione d'uso dell'acqua. *Centro Studi e Ricerche sul Nocciolo e Castagno, Corylus y Co.* Anno I, numero 2, p. 31-38.
- Cruzat, C.** 2010. Mercado del avellano europeo. Recurso web disponible en: http://www.chilenut.com/infonut/09_2010/docs/Cruzat.pdf. Consultado el 10/08/2010.
- De Salvador F.R., Giorgioni M., Massari D., Bizzarri S., Onorati P. i Kaswalder F.** 2002. Atti del Convegno Nazionale sul Nocciolo, le frontiere delle corilicoltura italiana. Giffoni Valle Piana (SA), 5-6 ottobre, Atti p. 171-177.
- Delgado, T., Malheiro, R., Pereira, J. and Ramalhosa, E.** 2010. Hazelnut (*Corylus avellana* L.) kernels as a source of antioxidants and their potential in relation to other nuts. 32 (3): 621-626.
- Ebrahem, K.S., Richardson, D.G., Tetley, R.M. and Mehlenbacher, S.A.** 1994. Oil content, fatty acid composition, and vitamin e concentration of 17 hazelnut varieties, compared to other types of nuts and oil seeds. *Acta Horticulturae*. 351: 685-692.
- Ellena, M., Montenegro, A. y Ferrada, S.** 2006. Para el sur de Chile. Elementos básicos del cultivo del avellano europeo. INIA, Tierra Adentro. Julio-Agosto, n° 69 p. 30-32.
- Ellena, M.** 2009. Avellano europeo. Aspectos técnicos en el cultivo. INIA, Tierra Adentro. Enero-Febrero, n° 83 p. 26-28.
- Ellena, M.** 2010. Polinización y manejo del avellano europeo. Boletín INIA n° 202. Centro Regional de Investigación Carillanca. Temuco, Chile. 90 p.
- Ellena, M; Gonzales, A; Sandoval, P; Montenegro, A; Jequier, J, Contreras, M. y Azócar, G.** 2011. Aspectos técnicos del cultivo del avellano europeo. *Berries and Cherries*, n°9 p 30-34.
- Farinelli, D., Boco, M., Tombesi, A.** 2002. Influenza degli intervalli di raccolta e di essiccazione sulla qualità delle nocciole. Atti del Convegno Nazionale sul Nocciolo, le frontiere delle corilicoltura italiana. Giffoni Valle Piana (SA), 5-6 ottobre, Atti p. 262-269.
- Fundación para la innovación agraria, (FIA).** 2008. Resultados y lecciones en avellano europeo. Proyectos de innovación en zona centro-sur, séptima región del Maule a Decimo cuarta región de los Ríos. Santiago, Chile. 36 p.

- FAOSTAT**, 2011. Bases estadísticas de la agricultura. En: <http://faostat.fao.org/faostat/>. Consultado el 20/05/2011.
- Garrone, W. i Vacchetti, M.** 1994 - La qualità delle nocciole in rapporto alle esigenze dell'industria dolciaria utilizzatrice. *Acta Horticulturae*. 351: 641-656.
- Giusti, M. i Cannella, C.** 2002. La nocciola: aspetti nutrizionali. *Atti del Convegno Nazionale sul Nocciolo, le frontiere delle colture italiane*. Giffoni Valle Piana (SA), 5-6 ottobre; 104-113.
- Grau, P.** 2001. El avellano europeo, un fruto de nuez especialmente para la zona centro sur. *Boletín n° 56. Informativo Agropecuario Biolche – INIA Quilamapu, Chile*. 2 p.
- Grau, P.** 2003. Avellano europeo: manual de plantación y manejo. *Boletín INIA n° 108. Centro Regional de Investigación Quilamapu. Chillán, Chile*. 90 p.
- Grau, P. and Bastias, R.** 2005. Productivity and yield efficiency of hazelnut (*Corylus avellana* L.) cultivars in Chile. *Acta Horticulturae*. 686: 57-64.
- Guerrero, J.** 2011. Parte II, enfermedades. pp 95-115. En: **Aguilera, A., Guerrero, J., Rebolledo, R.** 2011. (Eds). Plagas y enfermedades del avellano europeo (*Corylus avellana* L.) en La Araucanía. Universidad de La Frontera. Temuco, Chile. 126 p.
- Heperkan, D.** 2006. The importance of mycotoxins and a brief history of mycotoxin studies in Turkey, *Bulletin of Istanbul Technical University* 54 (4): 18-27.
- Instituto nacional de estadísticas, (INE).** 2007. Instituto nacional de estadísticas, censo agropecuario y forestal (2007). En: http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/censos_agropecuarios/censos_agropecuarios.php. Consultado el (15/06/2010).
- Köksal, I., Artik, N., Şimşek, A. and Güneş, N.** 2006. Nutrient composition of hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties cultivated in Turkey. *Food Chemistry*. 99 (3): 509-515.
- Lemus, G.** 2004. El cultivo del avellano (*Corylus avellana* L.). Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) La Platina - Fundación para la Innovación Agraria (FIA). Proyecto FIA N° C.96-I-1-025. 29 p.
- López, A.** 2003. Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas, del campo al mercado. *Boletín de servicios agrícolas de la Food and Agriculture Organization (FAO)*. ISSN 1020-4334. 179 p.

- McCluskey R., Azarenko, A., Mehlenbacher, S. and Smith., C.** 2001. Commercial hazelnut cultivar and advanced selection evaluations at Oregon State University. *Acta Horticulturae*. 556: 89-96.
- McCluskey, R., Mehlenbacher, S., Azarenko, A. and Smith, D.** 2005. "Santiam" Hazelnuts (OSU509.064). Extension Service of the Oregon State University. Corvallis, United States of America. 3 p.
- McCluskey, R., Mehlenbacher, S. and Smith, D.** 2009. "Yamhill" Hazelnuts (OSU542.102). Extension Service of the Oregon State University. Corvallis, United States of America. 3 p.
- Me, G. i Valentini, N.** 2006. La corilicoltura in Italia e nel mondo. Progetto CO.RI.BIO. dal Ministero per le Politiche Agricole e Forestali, Italia. *Petria* 16 (1): 7-18.
- Me, G. i Botta, R.** 2007. Vocazionalita ambientale nella corilicoltura biológica. Atti del convegno di Giffoni Valle Piana (SA). 13 diciembre.p. 21-30.
- Mehlenbacher, S.** 1991a. Chilling requirements of hazelnut cultivars. *Scientia Horticulturae*. 47 (3-4): 271-282.
- Mehlenbacher, S.** 1991b. Hazelnuts (*Corylus*). *Acta Horticulturae*. 290: 791-838.
- Melhenbacher, S.A.** 2005. The hazelnut situation in Oregon. *Acta Horticulturae*. 686: 665-668.
- Mehlenbacher, S.A.** 2011. Integrating Molecular Tools and Conventional Approaches in the OSU Hazelnut Breeding Program. Workshop on the Genetics of Host-Parasite Interactions in Forestry. Oregon State University. Recurso web disponible en: http://ucanr.org/sites/tree_resistance_2011conference/files/121551.pdf. Consultado el 20/10/2011
- Mitrovic, M., Ogasanovic, D., Tesovic, Z., Stanisavljevic, M. and Plazinic, R.** 1997. Pomological and technological properties of some hazelnut cultivars. *Acta Horticulturae*. 445: 151-156.
- Molina, T.** 1973. El avellano. Guía práctica del cultivo. Ediciones Dilagro. Lérida, España, 167 p.
- Özdemir, M.** 1998. Factors influencing shelf life of hazelnut. *Guida Teknolojisi*. 3 (3): 66-71.
- Ozdemir, M., y Devres, O.** 1999. Turkish hazelnuts the properties and the effect of microbiological and chemical changes on the quality. *Food Review International*. 15 (3): 309-333.

- Özdemir, M.** 2001. Mathematical analysis of color changes and chemical parameters of roasted hazelnuts. Ph. D. Thesis. Istanbul Technical University. Institute of Science and Technology. Istanbul, Turkey. 175 p.
- Ozdemir, M., Açkurt, F., Kaplan, M., Yıldız, M., Löker, M., Gürcan, T., Biringen, G., Okay, A and Seyhan, F.** 2001. Evaluation of new Turkish hybrid hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties: fatty acid composition, α -tocopheroy content, mineral composition and stability. Food Chemistry. 73 (4): 411-415.
- Ozdemir, F. and Akinci, I.** 2004 .Physical and nutritional properties of four major commercial Turkish hazelnut varieties. Journal of Food Engineering. 63 (3): 341-347.
- Özenc, N. and Caliskan, N.** 2001. Effects of husk compost on hazelnut yield and quality. Acta Horticulturae. 556: 559-566.
- Özenç N. and Özenç ,B.** 2009. Determination of deficiency symptoms of some plant nutrition elements in hazelnut in water culture systems. Acta Horticulturae. 845: 337-342.
- Paoletti, F.** 2007. Qualità nutrizionale ed aspetti salutistici della nocciola. Atti del convegno di Giffoni Valle Piana (SA). 13 dicembre, 5-20.
- Redpath, M.** 2011. The Identification of Hazelnut Varieties available in New Zealand. Sustainable Farming Fund Project L08-088. New Zealand. 41 p.
- Roversi, A.** 2002. Esigenze nutrizionali e concimazione del nocciolo. Atti del Convegno Nazionale sul Nocciolo, le frontiere delle corilicoltura italiana. Giffoni Valle Piana (SA), 5-6 ottobre; 28-42.
- Romero, P. y Torres, H.** 2010. Estudio de mercado del avellano europeo. Informe consultoría, corporación movimiento unitario campesino y etnias de Chile (MUCECH). 43 p.
- Saini, P.** 2004. V Congreso Internacional sobre Avellanas. Boletín nº 12: Frutales de Nuez. Fundación para la Innovación Agraria (FIA). Gobierno de Chile. 2 p.
- Sarraquigne, J.** 2005. Hazelnut production in France. Acta Horticulturae. 686: 669-672.
- Savage, G., McNeil, D. and Dutta, P.** 1997. Lipid composition and oxidative stability of oils in hazelnuts (*Corylus avellana* L.) grown in New Zealand. Journal of the American Oil Chemists Society. 74 (6): 755-759.
- Suministros técnicos de laboratorio, (TECNYLAB).** (s/f). Medidores de: peróxidos HI 83730 y acidez HI 3897, en aceite. Recurso web disponible en: <http://www.tecnylab.es/portal/images/pdf/PEROXIDO%20HI-83730-HI3897.pdf> Consultado el 15/06/2011.

- Thompson, M.** 1979. Growth and development of the pistillate flower and nut in “Barcelona” filbert. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 104 (3): 427-432.
- Thompson, M., Lagerstedt, H. and Mehlenbacher, S.** 1996. Hazelnuts In: Janick J & Moore J N (eds). *Fruit breeding, Vol. 3. Nuts*. Wiley, New York, USA; p. 125-184.
- Tombesi A. i Limongelli, F.** 2002. Varietà e miglioramento genetico del nocciolo. Atti del Convegno Nazionale sul Nocciolo, le frontiere delle corilicoltura italiana. Giffoni Valle Piana (SA), 5-6 ottobre; p. 11-27.
- Tombesi, A., Farinelli, D. i Tombesi, S.** 2010. Le varietà per il progresso della coltura del nocciolo. Centro Studi e Ricerche sul Nocciolo e Castagno, *Corylus y Co.* Anno I, numero 1, p. 7-16.
- Tous, J., Romero, A., Sentis, X., Plana, J., Diaz, I. and Vargas, F.J.** 2001. Influence of harvesting period on hazelnut quality. *Acta Horticulturae*. 556: 567-574.
- Tous, J.** 2005. Hazelnut production in Spain. *Acta Horticulturae*. 686: 659-664.
- Tous, J., Romero, A., PLana, J., Sentis, X. and Ferrán, J.** 2005. Effect of nitrogen, boron and iron fertilization on yield and nut quality of Negret hazelnut trees. *Acta Horticulturae*. 686: 277-280.
- Ughini, V. i Dellepiane, S.** 2002. Germoplasma corilicolo dell’entroterra genovese. Atti del Convegno Nazionale sul Nocciolo, le frontiere delle corilicoltura italiana. Giffoni Valle Piana (SA), 5-6 ottobre, Atti p. 178-185.
- Ughini, V., Roversi, A., Malvicini, G. and Sonnati, C.** 2009. Effects of hazelnut summer pruning performed in different months. *Acta Horticulturae*. 845: 363-366.
- USDA,** 2007. Nutritional Comparison of Nuts and Peanuts. National Nutrient Database for Standard Reference.
- Valentini, N., Zeppa, G., Rolle, L. i Me, G.** 2002. Caratterizzazione chimico-fisica e sensoriale della nocciola Tonda Gentile delle Langhe. Atti del Convegno Nazionale sul Nocciolo, le frontiere delle corilicoltura italiana. Giffoni Valle Piana (SA), 5-6 ottobre, Atti p. 279-287.
- Valentini, N., Rolle, L. and Zeppa, G.** 2005. Characterisation of hazelnut varieties by texture analysis. *Acta Horticulturae*. 686: 485-490.
- Viñas, M.** 2004. Betuláceas. Avellano *Corylus avellana* L. http://www.erinitis.com/polinosis/pdf.zip/4_2_betulaceas.pdf Consultado el 20/11/2010.

- Wu, X., Beecher, G., Holden, J., Haytowitz, D., Gebhardt, S. and Prior, R.** 2004. Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 52 (12): 4026-4037.
- Yücesan, F., Orem, A., Kural, B., Orem, C. and Turan, I.** 2010. Hazelnut consumption decreases the susceptibility of LDL to oxidation, plasma oxidized LDL level and increases the ratio of large/small LDL in normolipidemic healthy subjects. *Anadolu Kardiyol Derg.* 10 (1): 28-35.

ANEXOS

Anexo 1. Resumen de las variables evaluadas.

1. Las características físicas según localidad, fueron:
 - Allipén. Peso fruto (3,48 g), Peso semilla (1,42 g), Rendimiento (40,9 %), $\emptyset >$ Fruto (21,7 mm), $\emptyset <$ Fruto (18,0 mm), Altura fruto (21,0 mm), IR fruto (0,94), $\emptyset >$ Semilla (16,0 mm), $\emptyset <$ Semilla (13,3 mm), Altura Semilla (15,1 mm), IR Semilla (0,97), Frutos vanos (8 %), Semillas arrugadas (7 %), Semillas dobles (3 %), Hongos (1 %).
 - Colbún. Peso fruto (3,46 g), Peso semilla (1,48 g), Rendimiento (42,9 %), $\emptyset >$ Fruto (21,4 mm), $\emptyset <$ Fruto (18,3 mm), Altura fruto (21,0 mm), IR fruto (0,94), $\emptyset >$ Semilla (15,5 mm), $\emptyset <$ Semilla (13,4 mm), Altura semilla (15,7 mm), IR semilla (0,93), Frutos vanos (2 %), Semillas arrugadas (4 %), Semillas dobles (11 %), Hongos (0 %).
 - Collipulli. Peso fruto (3,05 g), Peso semilla (1,28 g), Rendimiento (42,1 %), $\emptyset >$ Fruto (20,7 mm), $\emptyset <$ Fruto (17,2 mm), Altura fruto (20,4 mm), IR fruto (0,93), $\emptyset >$ Semilla (15,6 mm), $\emptyset <$ Semilla (12,9 mm), Altura semilla (14,6 mm), IR semilla (0,98), Frutos vanos (10 %), Semillas arrugadas (1 %), Semillas dobles (2 %), Hongos (0 %).
 - Linares. Peso fruto (2,86 g), Peso semilla (1,30 g), Rendimiento (44,9 %), $\emptyset >$ Fruto (19,9 mm), $\emptyset <$ Fruto (16,8 mm), Altura fruto (20,0 mm), IR fruto (0,91), $\emptyset >$ Semilla (14,7 mm), $\emptyset <$ Semilla (12,6 mm), Altura semilla (15,1 mm), IR semilla (0,90), Frutos vanos (5 %), Semillas arrugadas (4 %), Semillas dobles (1 %), Hongos (0 %).
 - Loncoche. Peso fruto (2,99 g), Peso semilla (1,21 g), Rendimiento (39,9 %), $\emptyset >$ Fruto (20,3 mm), $\emptyset <$ Fruto (16,8 mm), Altura fruto (20,6 mm), IR fruto (0,90), $\emptyset >$ Semilla (14,7 mm), $\emptyset <$ Semilla (13,7 mm), Altura semilla (15,6 mm), IR semilla (0,83), Frutos vanos (27 %), Semillas arrugadas (8 %), Semillas dobles (1 %), Hongos (4 %).

- Longaví. Peso fruto (3,33 g), Peso semilla (1,42 g), Rendimiento (42,5 %), $\emptyset >$ Fruto (20,8 mm), $\emptyset <$ Fruto (17,7 mm), Altura fruto (20,5 mm), IR fruto (0,94), $\emptyset >$ Semilla (15,7 mm), $\emptyset <$ Semilla (13,0 mm), Altura semilla (15,1 mm), IR semilla (0,96), Frutos vanos (6 %), Semillas arrugadas (0 %), Semillas dobles (8 %), Hongos (0 %).
- Panguipulli. Peso fruto (3,25 g), Peso semilla (1,30 g), Rendimiento (40,0 %), $\emptyset >$ Fruto (21,2 mm), $\emptyset <$ Fruto (17,6 mm), Altura fruto (20,2 mm), IR fruto (0,95), $\emptyset >$ Semilla (16,0 mm), $\emptyset <$ Semilla (12,9 mm), Altura semilla (14,2 mm), IR semilla (1,01), Frutos vanos (18 %), Semillas arrugadas (5 %), Semillas dobles (0 %), Hongos (3 %).
- Santa Bárbara. Peso fruto (3,35 g), Peso semilla (1,37 g), Rendimiento (40,5 %), $\emptyset >$ Fruto (21,0 mm), $\emptyset <$ Fruto (17,7 mm), Altura fruto (20,7 mm), IR fruto (0,93), $\emptyset >$ Semilla (15,3 mm), $\emptyset <$ Semilla (12,6 mm), Altura semilla (15,4 mm), IR semilla (0,91), Frutos vanos (28 %), Semillas arrugadas (2 %), Semillas dobles (1 %), Hongos (0 %).
- Talca. Peso fruto (2,89 g), Peso semilla (1,26 g), Rendimiento (43,4 %), $\emptyset >$ Fruto (20,0 mm), $\emptyset <$ Fruto (16,9 mm), Altura fruto (20,4 mm), IR fruto (0,90), $\emptyset >$ Semilla (14,6 mm), $\emptyset <$ Semilla (12,4 mm), Altura semilla (15,5 mm), IR semilla (0,88), Frutos vanos (9 %), Semillas arrugadas (1 %), Semillas dobles (4 %), Hongos (0 %).
- Valdivia. Peso fruto (3,20 g), Peso semilla (1,32 g), Rendimiento (41,6 %), $\emptyset >$ Fruto (20,7 mm), $\emptyset <$ Fruto (17,3 mm), Altura fruto (20,4 mm), IR fruto (0,93), $\emptyset >$ Semilla (15,2 mm), $\emptyset <$ Semilla (12,2 mm), Altura semilla (15,2 mm), IR semilla (0,91), Frutos vanos (15 %), Semillas arrugadas (3 %), Semillas dobles (5 %), Hongos (3 %).
- Villarrica. Peso fruto (3,00 g), Peso semilla (1,21 g), Rendimiento (40,6 %), $\emptyset >$ Fruto (20,7 mm), $\emptyset <$ Fruto (17,1 mm), Altura fruto (19,6 mm), IR fruto (0,96), $\emptyset >$ Semilla (15,0 mm), $\emptyset <$ Semilla (12,3 mm), Altura semilla (14,2 mm), IR semilla (0,96), Frutos vanos (7 %), Semillas arrugadas (3 %), Semillas dobles (2 %), Hongos (1 %).

- Yungay. Peso fruto (3,08 g), Peso semilla (1,25 g), Rendimiento (40,3 %), $\emptyset >$ Fruto (20,4 mm), $\emptyset <$ Fruto (17,3 mm), Altura fruto (20,7 mm), IR fruto (0,91), $\emptyset >$ Semilla (14,2 mm), $\emptyset <$ Semilla (12,0 mm), Altura semilla (15,6 mm), IR semilla (0,84), Frutos vanos (12 %), Semillas arrugadas (10 %), Semillas dobles (5 %), Hongos (0 %).
2. Las características químicas según localidad, fueron:
- Región del Maule. Grasa (60,7 %), Humedad (4,64 %), Proteína (17,8 %), Fibra (2,78 %), Cenizas (2,25), Acidez (0,17 % ácido. Oleico), Peróxidos (0,70 meq/kg).
 - Región del Bío Bío. Grasa (60,8 %), Humedad (5,48 %), Proteína (16,5 %), Fibra (3,07 %), Cenizas (2,24), Acidez (0,17 % ácido. Oleico), Peróxidos (1,58 meq/kg).
 - Región de La Araucanía. Grasa (61,5 %), Humedad (5,36 %), Proteína (16,0 %), Fibra (3,24 %), Cenizas (2,20 %), Acidez (0,16 % ácido. Oleico), Peróxidos (1,43 meq/kg).
 - Región de Los Ríos. Grasa (59,8 %), Humedad (5,63 %), Proteína (16,0 %), Fibra (3,28 %), Cenizas (2,05 %), Acidez (0,11 % ácido. Oleico), Peróxidos (1,28 meq/kg).
3. Las características organolépticas según localidad, fueron:
- Región del Maule. Barcelona fresco (3,35), Barcelona tostado (3,20), Tonda di Giffoni fresco (2,20), Tonda di Giffoni tostado (1,60).
 - Región del Bío Bío. Barcelona fresco (2,95), Barcelona tostado (2,65), Tonda di Giffoni fresco (2,20), Tonda di Giffoni tostado (1,50).
 - Región de La Araucanía. Barcelona fresco (3,20), Barcelona tostado (2,65), Tonda di Giffoni fresco (2,65), Tonda di Giffoni tostado (2,55).
 - Región de Los Ríos. Barcelona fresco (3,20), Barcelona tostado (2,90), Tonda di Giffoni fresco (3,00), Tonda di Giffoni tostado (2,80).

Anexo 2. Evaluación de aceptabilidad de avellana europea, para el cultivar Barcelona (B) y Tonda di Giffoni (G), en semilla fresca y tostada.

Instrucciones

Por favor indique marcando con una X la casilla de su preferencia para cada una de las muestras.

Avellana fresca

Avellana tostada

<p><u>B1</u></p> <table> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Me gusta mucho</td> <td>Gusto moderado</td> <td>Indiferente</td> <td>Disgusto moderado</td> <td>Me disgusta mucho</td> </tr> </table> <p><u>B2</u></p> <table> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Me gusta mucho</td> <td>Gusto moderado</td> <td>Indiferente</td> <td>Disgusto moderado</td> <td>Me disgusta mucho</td> </tr> </table> <p><u>B3</u></p> <table> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Me gusta mucho</td> <td>Gusto moderado</td> <td>Indiferente</td> <td>Disgusto moderado</td> <td>Me disgusta mucho</td> </tr> </table> <p><u>B4</u></p> <table> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Me gusta mucho</td> <td>Gusto moderado</td> <td>Indiferente</td> <td>Disgusto moderado</td> <td>Me disgusta mucho</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/>	Me gusta mucho	Gusto moderado	Indiferente	Disgusto moderado	Me disgusta mucho	<input type="checkbox"/>	Me gusta mucho	Gusto moderado	Indiferente	Disgusto moderado	Me disgusta mucho	<input type="checkbox"/>	Me gusta mucho	Gusto moderado	Indiferente	Disgusto moderado	Me disgusta mucho	<input type="checkbox"/>	Me gusta mucho	Gusto moderado	Indiferente	Disgusto moderado	Me disgusta mucho	<p><u>B1</u></p> <table> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Me gusta mucho</td> <td>Gusto moderado</td> <td>Indiferente</td> <td>Disgusto moderado</td> <td>Me disgusta mucho</td> </tr> </table> <p><u>B2</u></p> <table> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Me gusta mucho</td> <td>Gusto moderado</td> <td>Indiferente</td> <td>Disgusto moderado</td> <td>Me disgusta mucho</td> </tr> </table> <p><u>B3</u></p> <table> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Me gusta mucho</td> <td>Gusto moderado</td> <td>Indiferente</td> <td>Disgusto moderado</td> <td>Me disgusta mucho</td> </tr> </table> <p><u>B4</u></p> <table> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Me gusta mucho</td> <td>Gusto moderado</td> <td>Indiferente</td> <td>Disgusto moderado</td> <td>Me disgusta mucho</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/>	Me gusta mucho	Gusto moderado	Indiferente	Disgusto moderado	Me disgusta mucho	<input type="checkbox"/>	Me gusta mucho	Gusto moderado	Indiferente	Disgusto moderado	Me disgusta mucho	<input type="checkbox"/>	Me gusta mucho	Gusto moderado	Indiferente	Disgusto moderado	Me disgusta mucho	<input type="checkbox"/>	Me gusta mucho	Gusto moderado	Indiferente	Disgusto moderado	Me disgusta mucho																																
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																													
Me gusta mucho	Gusto moderado	Indiferente	Disgusto moderado	Me disgusta mucho																																																																													
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																													
Me gusta mucho	Gusto moderado	Indiferente	Disgusto moderado	Me disgusta mucho																																																																													
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																													
Me gusta mucho	Gusto moderado	Indiferente	Disgusto moderado	Me disgusta mucho																																																																													
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																													
Me gusta mucho	Gusto moderado	Indiferente	Disgusto moderado	Me disgusta mucho																																																																													
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																													
Me gusta mucho	Gusto moderado	Indiferente	Disgusto moderado	Me disgusta mucho																																																																													
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																													
Me gusta mucho	Gusto moderado	Indiferente	Disgusto moderado	Me disgusta mucho																																																																													
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																													
Me gusta mucho	Gusto moderado	Indiferente	Disgusto moderado	Me disgusta mucho																																																																													
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																													
Me gusta mucho	Gusto moderado	Indiferente	Disgusto moderado	Me disgusta mucho																																																																													
<p><u>G1</u></p> <table> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Me gusta mucho</td> <td>Gusto moderado</td> <td>Indiferente</td> <td>Disgusto moderado</td> <td>Me disgusta mucho</td> </tr> </table> <p><u>G2</u></p> <table> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Me gusta mucho</td> <td>Gusto moderado</td> <td>Indiferente</td> <td>Disgusto moderado</td> <td>Me disgusta mucho</td> </tr> </table> <p><u>G3</u></p> <table> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Me gusta mucho</td> <td>Gusto moderado</td> <td>Indiferente</td> <td>Disgusto moderado</td> <td>Me disgusta mucho</td> </tr> </table> <p><u>G4</u></p> <table> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Me gusta mucho</td> <td>Gusto moderado</td> <td>Indiferente</td> <td>Disgusto moderado</td> <td>Me disgusta mucho</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/>	Me gusta mucho	Gusto moderado	Indiferente	Disgusto moderado	Me disgusta mucho	<input type="checkbox"/>	Me gusta mucho	Gusto moderado	Indiferente	Disgusto moderado	Me disgusta mucho	<input type="checkbox"/>	Me gusta mucho	Gusto moderado	Indiferente	Disgusto moderado	Me disgusta mucho	<input type="checkbox"/>	Me gusta mucho	Gusto moderado	Indiferente	Disgusto moderado	Me disgusta mucho	<p><u>G1</u></p> <table> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Me gusta mucho</td> <td>Gusto moderado</td> <td>Indiferente</td> <td>Disgusto moderado</td> <td>Me disgusta mucho</td> </tr> </table> <p><u>G2</u></p> <table> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Me gusta mucho</td> <td>Gusto moderado</td> <td>Indiferente</td> <td>Disgusto moderado</td> <td>Me disgusta mucho</td> </tr> </table> <p><u>G3</u></p> <table> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Me gusta mucho</td> <td>Gusto moderado</td> <td>Indiferente</td> <td>Disgusto moderado</td> <td>Me disgusta mucho</td> </tr> </table> <p><u>G4</u></p> <table> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Me gusta mucho</td> <td>Gusto moderado</td> <td>Indiferente</td> <td>Disgusto moderado</td> <td>Me disgusta mucho</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/>	Me gusta mucho	Gusto moderado	Indiferente	Disgusto moderado	Me disgusta mucho	<input type="checkbox"/>	Me gusta mucho	Gusto moderado	Indiferente	Disgusto moderado	Me disgusta mucho	<input type="checkbox"/>	Me gusta mucho	Gusto moderado	Indiferente	Disgusto moderado	Me disgusta mucho	<input type="checkbox"/>	Me gusta mucho	Gusto moderado	Indiferente	Disgusto moderado	Me disgusta mucho																																
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																													
Me gusta mucho	Gusto moderado	Indiferente	Disgusto moderado	Me disgusta mucho																																																																													
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																													
Me gusta mucho	Gusto moderado	Indiferente	Disgusto moderado	Me disgusta mucho																																																																													
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																													
Me gusta mucho	Gusto moderado	Indiferente	Disgusto moderado	Me disgusta mucho																																																																													
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																													
Me gusta mucho	Gusto moderado	Indiferente	Disgusto moderado	Me disgusta mucho																																																																													
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																													
Me gusta mucho	Gusto moderado	Indiferente	Disgusto moderado	Me disgusta mucho																																																																													
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																													
Me gusta mucho	Gusto moderado	Indiferente	Disgusto moderado	Me disgusta mucho																																																																													
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																													
Me gusta mucho	Gusto moderado	Indiferente	Disgusto moderado	Me disgusta mucho																																																																													
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																													
Me gusta mucho	Gusto moderado	Indiferente	Disgusto moderado	Me disgusta mucho																																																																													

Comentarios.....

Anexo 3. Comparación de los parámetros físicos, mediante significancias BLUP y Tukey.

Cuadro 1a. Predictores de los mejores estimadores lineales insesgados (BLUP), prueba de comparación múltiple de promedios (Tukey) y promedio de estimaciones de mínimos cuadrados (Least Sq Mean), según localidades, para peso del fruto y semilla.

Peso Fruto				Peso Semilla			
Localidad	BLUP	Tukey	Least Sq Mean	Localidad	BLUP	Tukey	Least Sq Mean
Allipén	0,293	a	3,485	Colbún	0,151	A	1,470
Colbún	0,269	a	3,455	Allipén	0,093	Ab	1,412
Santa Bárbara	0,168	ab	3,351	Longaví	0,089	Ab	1,408
Longaví	0,154	ab	3,330	Santa Bárbara	0,046	Abc	1,365
Panguipulli	0,078	abc	3,249	Valdivia	0,000	Bcd	1,319
Valdivia	0,032	abc	3,199	Linares	-0,020	Cd	1,300
Yungay	-0,077	bcd	3,077	Panguipulli	-0,020	Cd	1,300
Collipulli	-0,100	bcd	3,054	Collipulli	-0,033	Cd	1,286
Villarrica	-0,148	cd	3,001	Talca	-0,053	Cd	1,266
Loncoche	-0,15	cd	2,989	Yungay	-0,061	Cd	1,258
Talca	-0,245	d	2,896	Loncoche	-0,094	D	1,225
Linares	-0,274	d	2,864	Villarrica	-0,099	D	1,220

Cuadro 2a. Predictores de los mejores estimadores lineales insesgados (BLUP), prueba de comparación múltiple de promedios (Tukey) y promedio de estimaciones de mínimos cuadrados (Least Sq Mean), según localidades, para diámetro mayor del fruto y diámetro mayor de la semilla.

$\emptyset >$ Fruto				$\emptyset >$ Semilla			
Localidad	BLUP	Tukey	Least Sq Mean	Localidad	BLUP	Tukey	Least Sq Mean
Allipén	0,881	a	21,66	Allipén	0,710	a	15,96
Colbún	0,571	ab	21,35	Panguipulli	0,701	a	15,96
Panguipulli	0,438	ab	21,22	Longaví	0,433	ab	15,69
Santa Bárbara	0,239	abc	21,02	Collipulli	0,382	ab	15,64
Longaví	0,053	bc	20,83	Colbún	0,272	abc	15,53
Valdivia	0,007	bc	20,79	Santa Bárbara	0,059	abcd	15,31
Collipulli	-0,014	bc	20,76	Valdivia	0,011	abcd	15,27
Villarrica	-0,041	bcd	20,74	Villarrica	-0,182	bcd	15,07
Yungay	-0,315	cde	20,46	Loncoche	-0,42	cde	14,83
Loncoche	-0,373	cde	20,4	Linares	-0,425	cde	14,83
Talca	-0,698	de	20,08	Talca	-0,594	de	14,66
Linares	-0,747	e	20,03	Yungay	-0,947	e	14,31

Cuadro 3a. Predictores de los mejores estimadores lineales insesgados (BLUP), prueba de comparación múltiple de promedios (Tukey) y promedio de estimaciones de mínimos cuadrados (Least Sq Mean), según localidades, para diámetro menor del fruto y diámetro menor de la semilla.

< Fruto				< Semilla			
Localidad	BLUP	Tukey	Least Sq Mean	Localidad	BLUP	Tukey	Least Sq Mean
Colbún	0,811	a	18,25	Colbún	0,764	a	13,41
Allipén	0,518	ab	17,96	Allipén	0,673	ab	13,31
Santa Bárbara	0,298	abc	17,74	Longaví	0,405	abc	13,05
Longaví	0,282	abc	17,72	Panguipulli	0,262	abcd	12,90
Panguipulli	0,158	bc	17,60	Collipulli	0,25	abcd	12,89
Yungay	-0,044	bcd	17,40	Linares	0,017	bcde	12,66
Valdivia	-0,107	cd	17,33	Santa Bárbara	0,005	bcde	12,65
Collipulli	-0,158	cd	17,28	Talca	-0,134	cde	12,51
Villarrica	-0,221	cd	17,22	Villarrica	-0,241	de	12,40
Talca	-0,441	d	17,00	Valdivia	-0,349	de	12,29
Loncoche	-0,516	d	16,92	Yungay	-0,526	ef	12,11
Linares	-0,580	d	16,86	Loncoche	-1,127	f	11,51

Cuadro 4a. Predictores de los mejores estimadores lineales insesgados (BLUP), prueba de comparación múltiple de promedios (Tukey) y promedio de estimaciones de mínimos cuadrados (Least Sq Mean), según localidades, para altura (h) del fruto y altura (h) de la semilla.

h Fruto				h Semilla			
Localidad	BLUP	Tukey	Least Sq Mean	Localidad	BLUP	Tukey	Least Sq Mean
Allipén	0,485	a	21,00	Colbún	0,499	a	15,64
Colbún	0,480	a	20,99	Loncoche	0,423	a	15,57
Yungay	0,211	ab	20,72	Yungay	0,414	a	15,56
Santa Bárbara	0,189	ab	20,70	Talca	0,320	a	15,47
Loncoche	0,136	abc	20,65	Santa Bárbara	0,238	a	15,38
Longaví	0,036	abc	20,55	Valdivia	0,083	ab	15,23
Valdivia	-0,056	abc	20,46	Linares	0,028	ab	15,17
Collipulli	-0,059	abc	20,45	Longaví	0,009	ab	15,15
Talca	-0,062	abc	20,45	Allipén	-0,008	ab	15,14
Panguipulli	-0,201	bcd	20,31	Collipulli	-0,451	bc	14,69
Linares	-0,418	cd	20,10	Panguipulli	-0,776	c	14,37
Villarrica	-0,741	d	19,77	Villarrica	-0,780	c	14,37

Cuadro 5a. Predictores de los mejores estimadores lineales insesgados (BLUP), prueba de comparación múltiple de promedios (Tukey) y promedio de estimaciones de mínimos cuadrados (Least Sq Mean), según localidades, para índice de redondez (IR) del fruto e índice de redondez (IR) de la semilla.

IR Fruto				IR Semilla			
Localidad	BLUP	Tukey	Least Sq Mean	Localidad	BLUP	Tukey	Least Sq Mean
Villarrica	0,027	a	0,955	Panguipulli	0,080	A	1,004
Panguipulli	0,024	ab	0,952	Collipulli	0,052	Ab	0,976
Colbún	0,011	abc	0,939	Allipén	0,045	Abc	0,970
Allipén	0,010	abc	0,938	Villarrica	0,037	Abcd	0,961
Longaví	0,008	abc	0,935	Longaví	0,029	Abcd	0,954
Santa Bárbara	0,005	abcd	0,932	Colbún	0,003	Bcde	0,927
Collipulli	0,000	bcde	0,927	Santa Bárbara	-0,013	Cde	0,912
Valdivia	-0,001	bcde	0,927	Valdivia	-0,017	Def	0,908
Linares	-0,013	cdef	0,914	Linares	-0,019	Def	0,906
Yungay	-0,019	def	0,909	Talca	-0,040	Efg	0,884
Talca	-0,023	ef	0,904	Yungay	-0,074	Fg	0,850
Loncoche	-0,029	f	0,899	Loncoche	-0,083	G	0,842

Cuadro 22. Predictores de los mejores estimadores lineales insesgados (BLUP), prueba de comparación múltiple de promedios (Tukey) y promedio de estimaciones de mínimos cuadrados (Least Sq Mean), según localidades, para rendimiento.

Rendimiento			
Localidad	BLUP	Tukey	Least Sq Mean
Linares	3,014	a	44,69
Talca	1,563	ab	43,24
Colbún	1,182	b	42,86
Longaví	0,790	bc	42,47
Collipulli	0,429	bcd	42,11
Valdivia	-0,030	bcde	41,65
Allipén	-0,670	cde	41,01
Villarrica	-0,955	cde	40,72
Santa Bárbara	-1,056	cde	40,62
Yungay	-1,265	de	40,41
Loncoche	-1,500	e	40,18
Panguipulli	-1,502	e	40,18