



GOBIERNO DE CHILE
FUNDACION PARA LA
INNOVACIÓN AGRARIA

INFORME FINAL TECNICO

**PROYECTO DE INNOVACIÓN AGRARIA
PROYECTO FIA-ES-V-2006-1-A-004**

Proyecto:

“Análisis químico y sensorial de las nueces chilenas.”

Octubre 2007.

Codigo: FIA-ES-V-2006-1-A-004

OFICINA DE PARTES - FIA	
RECEPCIONADO	
Fecha	23 OCT 2007
Hora	18:30
Nº Ingreso	4995

Proyecto:

“Análisis químico y sensorial de las nueces chilenas.”

Este proyecto fue realizado en la ciudad de Santiago, Región Metropolitana.

Las muestras utilizadas para los análisis sensoriales y evaluaciones químicas corresponden a nueces chilenas cultivadas entre la IV y la VI región de nuestro territorio.

Agente Ejecutor: Asociación Gremial GTT Nogales de Buin

Agente Asociado: Comité de Nueces, Chilenut.

Coordinador del Proyecto: Guillermo Valdés Ch.

Coordinador alterno: Cecilia Gutiérrez M.

Costo total del proyecto:

Programado	% del total	Real	% del total
14.703.120	100	13.889.528	94

Aporte del FIA

Programado	% del total	Real	% del total
11.327.000	77	10.636.596	94

Período de ejecución: -

Programado		Real	
1/12/2006	a	1/12/2006	a
29/09/2007		23/10/2007	

INDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN EJECUTIVO	1
1. OBJETIVOS DEL PROYECTO	2
2. METODOLOGIA UTILIZADA	3
2.1 Determinación de localidades productivas	3
2.2 Selección de muestras y acuerdo con los productores	3
2.3 Recolección, procesamiento, identificación y guarda	3
2.4 Análisis químicos composicionales	4
2.5 Análisis químicos espectroscópicos	5
2.6 Análisis sensoriales	6
3. ACTIVIDADES DEL PROYECTO	12
3.1 Actividades realizadas	12
3.2 Problemas enfrentados	14
3.3 Carta Gantt de actividades realizadas	16
4. RESULTADOS	18
4.1 Superficie y zonas productivas	18
4.2 Análisis químicos	20
Análisis proximales	21
Perfil de ácidos grasos	24
Perfil de Tocoferoles o Vitamina-E	30
Perfil de aminoácidos	32
Composición mineral	34
Polifenoles totales y ORAC	36
Fitoesteroles	38
4.3 Espectroscopia RAMAN	38
4.5 Análisis sensoriales	46
5. CONCLUSIONES	64
Conclusiones parte sensorial	64
Conclusiones parte química	65
6. IMPACTO Y LOGROS DEL PROYECTO	68
7. PROBLEMAS ENFRENTADOS DURANTE EL PROYECTO	68
8. ACTIVIDADES DE DIFUSION	69
9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	70

RESUMEN EJECUTIVO

Las características químicas, en general, y aromáticas, en particular, son propiedades de las nueces que están poco estudiadas en el mundo. Cada vez los consumidores a nivel global están más interesados en las características organolépticas y sensoriales de los productos que consumen. Los extensos estudios realizados en diferentes tipos de alimentos ricos en fibras, en aceites y en antioxidantes, entre otros, han abierto un campo en la industria alimentaria donde ya no solo se venden alimentos sino productos alimenticios con valor agregado, capaces de mejorar la calidad de vida de aquellos que los consumen. Con este trabajo hemos ahondado en el conocimiento de los componentes químicos y sensoriales que caracterizan a las 3 principales variedades de nueces producidas y exportadas en Chile y representadas en las cuatro regiones más importantes para la industria nacional. Nuestro objetivo es comparar, definir y diferenciar nuestro producto respecto de los competidores extranjeros. Pensamos que la excelente calidad de nuestras nueces debe tener una base sustancial sobre la cual poder emitir algunas afirmaciones sin caer en la especulación. Los resultados de este estudio nos han permitido contar, por primera vez en el país, con tablas nutricionales para la nuez desarrolladas en el país y con el primer Léxico para la identificación sensorial de la nuez. Esperamos que nuestros resultados y conclusiones puedan contribuir a futuras propuestas enfocadas a responder las interrogantes que surgen en esta etapa y que con ello, además de contribuir a la apertura de nuevos nichos específicos de comercialización para las nueces chilenas, ayuden a sentar las bases de una posible denominación de origen.

1. OBJETIVOS DEL PROYECTO

Objetivo general

Determinar aquellos atributos sensoriales y químicos presentes en las nueces chilenas provenientes de las regiones más representativas del país, que nos permitan generar estándares de calidad para las nueces.

Objetivos específicos

- Analizar químicamente los componentes esenciales de las nueces muestreadas.
- Establecer una metodología para la evaluación sensorial y la identificación de descriptores específicos en las nueces chilenas.
- Implementar paneles de evaluación sensorial para las distintas zonas y variedades producidas en el país.
- Generar un primer léxico de la nuez.
- Comparar sensorialmente las tres variedades más importantes en el país y determinar si existen y cuales son las diferencias más importantes entre ellas.
- Comparar sensorialmente cuatro zonas geográficas del país donde se concentra la producción de nueces y determinar diferencias significativas entre ellas.
- Con estos resultados, entregar nuevas herramientas a la industria de la nuez para potenciar estrategias comerciales que permitan posicionar a la nuez chilena en el mercado mundial y mejorar los retornos de todo el sector.
- Entregar información técnica que resuma los resultados obtenidos de los análisis sensoriales y químicos y que permita a los productores (pequeños, medianos y grandes) y exportadores un acabado conocimiento de las características del producto que poseen.

2. METODOLOGIA UTILIZADA

2.1. *Determinación de localidades productivas*

En esta primera etapa nos reunimos el equipo técnico del proyecto la parte ejecutora y la parte asociada CHILENUT para determinar las zonas productivas de nueces en el país. Para la elección de zonas utilizamos la información estadística proporcionada por oficinas del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Centro de Información de Recursos Naturales (Ciren), oficinas de Chilenut y algunas exportadoras, donde se señala cual es la distribución por regiones, provincias y localidades menores de la producción de nueces, las estadísticas de la superficie plantada y de los niveles de producción de las mismas. Así como también, cuales son los volúmenes exportados por región. Esto requirió además de una actualización de la base de datos disponible por fecha de plantación de los huertos, información no disponible pero que podemos actualizar a través del contacto directo con los productores y una encuesta especialmente diseñada para estos fines. Con toda esta información fue posible determinar las principales zonas productivas del país, los huertos en producción con buenos resultados, con manejos adecuados, sin grandes problemas técnicos que enfrentar que hagan de ellos casos excepcionales, las variedades más representativa de nuestros volúmenes exportados. Además, solicitamos ayuda a conocidos asesores nacionales en lo referente a la accesibilidad de los productores, propiciamos contactos y estrategias para involucrarlos en el proyecto.

2.2. *La selección de las muestras y acuerdo con productores*

Contactamos personalmente a los productores de las áreas seleccionadas y conversamos con ellos el proyecto para definir afinidades y grado de participación. En general, recibimos un gran apoyo de todos y por tanto solo quedo definir quienes serian los productores que participarían del proyecto, las variedades mas importantes presentes en los huertos y los predios seleccionados. Hay que mencionar que en numerosos huertos los productores tenían mas de una variedad por tanto tratamos de abarcar la mayor cantidad de zonas productivas a nivel regional dándole oportunidad al mayor numero de productores a participar. La selección final de los productores se basó en el grado de compromiso de los mismos, interés manifestado en el proyecto, edad de los huertos, variedades plantadas, manejo agronómico, rendimientos exportados y calidades obtenidas en el tiempo.

2.3. *Recolección, procesamiento, identificación y guarda*

La recolección estuvo a cargo de un tercero quien se encargo de retirar, procesar e identificar cada muestra. Además, se le solicito llevar todo a un centro de acopio para su almacenamiento hasta que las muestras fueran requeridas para análisis. El número total de muestras colectadas fueron 21. Las muestras de nueces recolectadas corresponden a nueces provenientes de la temporada 2006, cosecha marzo-abril del 2006. De la misma manera se procedió en la temporada 2007, en esta oportunidad las muestras fueron colectadas en los predios y llevadas directamente al centro de aromas para su almacenamiento y análisis.

Dentro de las labores de recolección y procesamiento de muestras incluimos, además de los traslados, el pesaje, el correcto etiquetado por variedad y productor, y la determinación de humedad previo a los análisis tanto para el centro de aromas como para los análisis químicos.

2.4. Análisis químicos composicionales

ANALAB.

2.4.1. Contenido de peróxidos y grado de oxidación: El nivel de oxidación de los lípidos es el parámetro más importante de calidad en las nueces, altos niveles de oxidación de este producto resultan en sabores indeseables de rancidez (Elmore et al., 2005). Este análisis lo que hace es determinar las cantidades de peróxidos productos de la oxidación lipídica en meq/kg. Determinación según procedimientos y norma del ANALAB Chile SA. Q-015/IPER - AOCS Cd 8-53.

2.4.2. Análisis proximales: El análisis proximal consiste en determinar en las muestras de nueces seleccionadas humedad, proteína total, materia grasa, cenizas, fibra cruda, extracto no nitrogenado y calorías. Las referencias utilizadas pertenecen a la norma utilizada por laboratorios ANALAB Chile SA. Para detalles ver anexo I.

2.4.3. Perfil de ácidos grasos: La composición de ácidos grasos de materias grasas se determino por cromatografía gaseosa. Análisis realizados sobre materia grasa extraída en frío. ID- 023/AGRA

2.4.4. α -tocoferoles: La determinación de tocoferoles se hizo por Cromatografía líquida (HPLC) con detector UV y detector de fluorescencia. Según norma establecida para laboratorios ANALAB Chile SA.

2.4.5. Perfil de aminoácidos: La muestra se hidroliza con HCl 6N en presencia de fenol, los aminoácidos se derivatizan con fenil-isotiocianato y se separan por cromatografía líquida según metodología descrita en Bidingemeyer et al. (1987). Las unidades en que son expresadas son g/100 g de producto.

AGROLAB

2.4.6. Composición mineral: El N se determina por metodología Kjeldhal, el P y B por Foto colorímetro, el K, Na, Ca, Mg, Mn, Zn, Fe y Cu por espectrofotometría de absorción atómica.

INTA-Universidad de Chile

2.4.7. *Polifenoles totales*: Fueron determinados de acuerdo al método de Folin-Ciocalteu, según las modificaciones de Singleton & Rossi (1965). Los resultados se expresan en unidades equivalentes a mg Ac. Gálico/g mta (EAG/g mta).

2.4.8. *Fitoesteroles*: Se determinaron fitoesteroles por Cromatografía Gaseosa con detector de llama. Según metodología utilizada por Sorenson y Sullivan (2006) y modificación al método oficial AOAC 994,10 "Cholesterol and foods".

2.4.9. *ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity)*: La actividad antioxidante fue ensayada de acuerdo a la metodología descrita por Cao et al.(1993) y modificada por Ou et al. (2001) empleando Fluoresceína como sustrato de oxidación y como oxidante, el generador de radicales libres peroxilos, AAPH [2,2'-Azobis (2- metilpropionamida)]. Los resultados se expresan en unidades equivalentes a $\mu\text{mol Trolox/g mta}$ (ET/g mta).

2.5 *Análisis químicos Espectroscópicos*

2.5.1. *Espectroscopia RAMAN*

La espectroscopia vibracional es una herramienta estructural y está fundamentada en las técnicas infrarrojo y Raman, entregando ambas información complementaria. Las vibraciones moleculares expresadas en sus espectros infrarrojo y Raman a través de bandas con posición, intensidad y ancho medio característicos son propios de funciones químicas específicas para sistemas moleculares en estado sólido, líquido o gas. Las muestras para el registro espectral provienen de distintas zonas de cultivo de la nuez. La cáscara y el fruto de nuez presentan alta emisión fluorescente, proceso que interfiere a la determinación empleando la técnica Raman. Los frutos son desprovistos de la cobertura oscura y luego son compactados mediante 2 superficies planas de vidrio, proceso en el que se obtiene un líquido de consistencia aceitosa, materia prima para la determinación Raman. Las muestras fueron registradas empleando un equipo micro-Raman Renishaw con línea de excitación láser de 514,5 nm y aumento óptico 50X.

2. 6. Análisis sensoriales

Metodología utilizada para la evaluación sensorial y la identificación de descriptores específicos en las nueces chilenas en el Centro de Aromas, DICTUC, Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC). Los objetivos perseguidos fueron los siguientes:

- a) Conformación de un panel experto, que trabajara en sucesivas sesiones de evaluación sensorial, estado del arte. Paneles integrados por profesionales ligados a la industria productora y comercializadora de nueces, y profesionales expertos del centro de aromas.
- b) Implementar paneles de evaluación sensorial para las distintas zonas y variedades producidas en el país.
- c) Comparar sensorialmente las tres variedades más importantes en el país y determinar si existen y cuales son las diferencias más importantes entre ellas.
- d) Comparar sensorialmente tres zonas geográficas del país donde se concentra la producción de nueces y determinar diferencias significativas entre ellas.

2. 6. 1. Conformación de Panel-Etapa Primera

Formado por un grupo de 8 personas (7 hombres y 1 mujer) con un promedio de edad de 42 años aproximadamente (Cuadro N° 1), quienes son productores de algunas de las distintas variedades de nueces evaluadas y por ende tienen un conocimiento previo de las muestras en cuestión.

Cuadro N° 1. Panel experto.

Nombre	Profesión	Edad
Cecilia Gutiérrez	Bióloga, Ing. Agrónomo	42
Enrique Malfanti	Ing. Agrónomo	32
Francisco Troncoso	Técnico agrícola	38
Gonzalo López	Ing. En Administración Agroindustrial	41
Juan Enrique Vial	Ing. Agrónomo	60
Juan Luís Vial	Agricultor	53
Pedro Pablo Vial	Ing. Agrónomo	-
Vitorio Bianchini	Ing. Agrónomo	32

2. 6. 2. Evaluación de muestras

Se evaluaron 10 muestras, las cuales fueron seleccionadas de un lote de 21 muestras entre variedades Chandler, Serr y Semilla (Cuadro N° 2). Las muestras fueron proveídas por los productores correspondientes, todas fueron almacenadas en las mismas condiciones ambientales. Se sirvieron en cuartos en posillos de vidrio para la degustación en boca y molido de nueces en copas tapadas para la evaluación del aroma, identificando cada una de

las muestras con un código de tres dígitos. Para el enjuague bucal entre muestras se utilizó jalea sin sabor, trozos de manzana verde sin cáscara y agua.

Cuadro N° 2. Muestras de nueces evaluadas por el panel experto.

N°	Código	Productor	Variedad	%H	Región
1	Ch-RM-1	Jorge Vial	Chandler	5.4	RM
2	Ch-RM-2	Edmundo Valderrama	Chandler	5.3	RM
3	Ch-VI-3	Germán Reyes	Chandler	5.5	VI
4	Se-RM-1	Nicolás Ianuzi	Semilla	5.7	RM
5	Se-VI-2	Vitorio Bianchini	Semilla	5.7	VI
6	Se-V-3	Juan Luís Vial	Semilla	5.3	V
7	Sr-IV-1	Profo Nueces	Serr	5.2	IV
8	Sr-VI-2	Jorge Soto	Serr	5.3	VI
9	Sr-RM-3	Agustín Ossa	Serr	5.7	RM
10	Sr-VI-4	Agrícola Julia	Serr	5.7	VI

2. 6. 3. Evaluación de variedades

La evaluación de las tres variedades de nueces se realizó por medio de seis sesiones, siendo cuatro sesiones de entrenamiento para el panel experto y dos de toma formal de datos.

Entrenamiento panel experto: Se realizó mediante cuatro sesiones, las cuales se describen a continuación.

Primera sesión: Se realizaron tres actividades donde los panelistas evaluaron las nueces de acuerdo a sus conocimientos indicando así las características que posee cada muestra.

En la primera actividad el panel realizó la evaluación visual de la cáscara de las nueces, describiendo todos los atributos de apariencia de acuerdo a las indicaciones del jefe de panel. En la segunda actividad se realizó solo la evaluación visual de la mariposa de las nueces, describiendo todos los atributos encontrados y por último en la tercera actividad los panelistas efectuaron la evaluación sensorial del aroma y gusto (en boca) de cuartos de nueces, creando así una lista de atributos.

Segunda sesión: Esta sesión estuvo conformada por dos actividades, en donde los panelistas evaluaron y reconocieron los 4 gustos básicos (salado, dulce, amargo y ácido), además del atributo astringencia como primera actividad; también se realizó la evaluación de aroma y sabor de muestras de nueces para seguir adicionando términos y atributos para la descripción de las muestras, la evaluación del aromas se realizó con nueces molidas y la evaluación en boca se realizó con cuartos de nueces.

Tercera sesión: Aquí se procedió a elaborar estándares de los atributos anteriormente creados por el panel experto (descriptores que tenían más frecuencia entre los panelistas). Esta sesión fue realizada en dos actividades: en la primera se realizó el reconocimiento de estándares de acuerdo a los atributos descritos por el panel experto y en la segunda actividad se evaluaron muestras de nueces en cuartos para evaluar sabor y molidas para la evaluación de aroma.

Cuarta sesión: En esta sesión se realizó un Test de Ranking como primera actividad en donde se evaluaron muestras en cuartos y molidas para los atributos estipulados que fueron: intensidad de aroma, dulzor, rancidez y astringencia.

Los panelistas debían ordenar las muestras de menor a mayor según la percepción de la intensidad para los atributos indicados anteriormente.

La segunda actividad fue realizada por medio de un Test de Scoring, donde las muestras son evaluadas en una escala de 0 a 10, siendo 0 donde no se percibe el atributo, 1 la mínima percepción y 10 la máxima intensidad percibida. En esta actividad cada panelista evaluó las muestras generando su propio vocabulario descriptivo.

Toma formal de datos: La toma formal de datos se realizó en dos sesiones (5 Y 6) mediante el Test de Scoring, el cual evalúa las muestras en una escala de 0 a 10, siendo 0 donde no se percibe el atributo, 1 es la mínima percepción y 10 la máxima intensidad percibida. En este test solo se otorgaron 4 atributos (intensidad de aroma, dulzor, rancidez y astringencia) para la evaluación de las muestras, luego cada panelista otorgaba su vocabulario descriptivo, según la percepción de cada uno.

La toma formal de datos fue realizado de acuerdo al método perfil de libre elección y los resultados fueron analizados por los softwares *senstools* y *statgrafics*.

2.6.4. Conformación de Panel- Etapa Segunda

Como primera actividad se realizó una selección de panel, por medio de una sesión de selección donde cada panelista evaluó 6 muestras de nueces utilizando test de ranking. Luego de analizar los datos obtenidos se escogieron 8 personas, las cuales eran las más aptas en el reconocimiento de atributos para las muestras de nueces, conformando así el panel (Cuadro N° 3) que se entrenaría para realizar el Análisis Descriptivo Cuantitativo (promedio de edad de 43 años).

Cuadro N° 3. Panel seleccionado para la evaluación de muestras de nueces chilenas.

N°	Panelista	Edad
1	Angélica Garcés	50
2	Gladys Bustamente	43
3	Janette Pereira	52
4	Juana Cruz	63
5	Priscila Hinostriza	23
6	Rosa Mella	31
7	Yeny Pino	38
8	Yuly Muñoz	45

2.6.5. Evaluación de muestras

Se evaluó un set de 13 muestras de nueces chilenas (Cuadro N° 4), siendo 3 muestras de la variedad Chandler, 3 de la variedad Semilla y 7 de la variedad Serr. Las muestras fueron provistas por productores chilenos y fueron almacenadas en igualdad de condiciones ambientales.

2.6.6. Test y software utilizado

La evaluación de las muestras se realizaron mediante test de evaluación y reconocimiento de estándares; test descriptivo mediante el método de scoring en el cual cada panelista evalúa las muestras en una escala de intensidad de 0 a 9 para cada atributo, siendo 0 cuando no se percibe el atributo, 1 la mínima percepción y 9 la máxima intensidad percibida. El análisis de datos se realizó por medio de RANOVA y Análisis Generalizado Procruste (AGP) mediante el software estadístico Senstools.

Cuadro N° 4. Muestras de nueces evaluadas por el panel entrenado.

Muestra	Productor	Variiedad	Región	Código
1	Edmundo Valderrama	Chandler	RM	EV-CH-RM
2	Gastón Cruzat	Chandler	VI	GC-CH-VI
3	German Reyes	Chandler	VI	GR-CH-VI
4	Juan Luis Vial	Semilla	VI	JLV-SE-VI
5	Nicolás Ianusi	Semilla	RM	NI-SE-RM
6	Guillermo Domínguez	Semilla	RM	GD-SE-RM
7	Agrícola Julia	SERR	VI	AJ-SR-VI
8	Agustín Ossa	SERR	RM	AO-SR-RM
9	Gonzalo López	SERR	RM	GL-SR-RM
10	Jorge Soto	SERR	VI	JS-SR-VI
11	Jorge Vial	SERR	RM	JV-SR-RM
12	Juan Luis Vial	SERR	VI	JLV-SR-VI
13	Pedro Ruiz Tagle	SERR	RM	PRT-SR-RM

2. 6. 7 Sesiones de entrenamiento panel

Las sesiones de entrenamiento para el panel comenzaron el día 11 de julio del 2007 en las instalaciones de Centro de Aromas DICTUC S.A. Se realizó en tres sesiones donde cada panelista evaluó el total de las muestras de nueces chilenas, evaluándolas mediante Perfil de Libre Elección, usando una escala de 0 a 9, siendo 0 la ausencia del atributo, 1 la mínima intensidad percibida y 9 la máxima percepción del atributo. En esta etapa de entrenamiento las panelistas crearon su propio vocabulario descriptivo, según las sensaciones percibidas y además se evaluaron en forma obligatoria tres atributos: dulzor, rancidez y astringencia. Con los descriptores que se generaron se formó una lista de atributos los cuales se señalan en Cuadro N° 5.

Cuadro N° 5. Atributos generados por panel entrenado.

N°	Descriptor*	N° Repetición
1	Ahumado (B)	1
2	Ahumado (N)	1
3	Harina	1
4	Herbáceo	1
5	Lúcuma (B)	1
6	Tostado (N)	1
7	Aceitosa (N)	2
8	Amargo (N)	2
9	Azumago (B)	2
10	Azumago (N)	2
11	Café (N)	2
12	Humedad	2
13	Lúcuma (N)	2
14	Miel	2
15	Humo	3
16	Aceitosa	4
17	Miel (N)	4
18	Caramelo / Toffe	7
19	Picor (B)	10
20	Lechoso (N)	12
21	Mantequilla	12
22	Madera (N)	13
23	Amargo (B)	18

* (N): evaluado solamente en nariz, vía orthonasal; (B): evaluado solamente en boca, vía retronasal. Si no aparece especificado la vía por la cual se percibió el descriptor, la intensidad percibida corresponde al promedio de las percepciones en nariz y boca.

De estos atributos se seleccionaron los más usados por las panelistas (con más repetición) con los cuales se trabajó en la toma formal de datos (Cuadro N° 6), además de los tres descriptores que debían ser utilizados en forma obligatoria (astringencia, dulzor y rancidez).

Cuadro N° 6. Descriptores usados por el panel entrenado en la toma formal de datos.

N°	Descriptor	N° Repetición
1	Astringencia	-
2	Dulzor	-
3	Rancidez	-
4	Caramelo / Toffe	7
5	Picor (B)	10
6	Lechoso	12
7	Mantequilla	12
8	Madera (N)	13
9	Amargo (B)	18

2. 6. 8. Toma formal de datos

Se realizó en tres sesiones mediante la metodología de Análisis Descriptivo Cuantitativo. Se utilizó una escala de intensidad, desde 0 a 9, siendo 0 cuando no se percibe el atributo, 1 la mínima percepción y 9 la máxima intensidad percibida. La evaluación de las muestras se realizó utilizando los atributos de la Tabla n° 4. La evaluación se realizó monádicamente, es decir, una muestra a la vez por un tiempo de 1 minuto con un descanso entre muestras de al menos 20 segundos. La evaluación sensorial se realizó finalmente con 6 muestras por sesión, evaluadas en duplicado, por medio de un diseño experimental de dos bloques evitando así la fatiga sensorial que causa el producto. Para el enjuague bucal se entregó a los panelistas: agua, manzana trozada sin cáscara y cubos de jalea sin sabor. Los resultados fueron analizados por medio del software Senstools mediante análisis de medias, RANOVA y Análisis de Componentes Principales.

3. ACTIVIDADES DEL PROYECTO

3.1. Actividades realizadas

Cuadro N° 2. Actividades programadas para el período

Actividades programadas	Descripción	Grado de cumplimiento	Observaciones
Planteamiento del proyecto			
Definición de bases y objetivos del proyecto	Identificar Panorama nacional respecto de la información sensorial y química de las nueces producidas en Chile. Ventajas para los productores y prioridades.	R	El aunar criterios entre productores con objetivos distintos no ha sido fácil. Las preguntas por contestar no tienen las mismas prioridades para todos.
Reuniones de pauta y desarrollo de estrategias	Una vez conocidos los objetivos, conseguir la información existente. Evaluar factibilidad.	R	Reuniones con equipos técnicos en las universidades y con los encargados de realizar los análisis.
Elaboración de proyecto	Redacción, análisis de costos, integración de toda la información, establecimiento de plazos.	R	Programación de todas las actividades por realizar y coordinar.
Selección de muestras			
Determinación de localidades productivas	Análisis de estadísticas productivas nacionales disponible en diferentes organismos privados y públicos. Catastro por regiones y localidades productivas.	R	Búsqueda de información reciente.
Determinación de variedades por	Elección de variedades a analizar	R	Aunar criterios para priorizar por unas y

localidad			otras variedades. Buscar las más representativas.
Selección de productores (predios)	Basados en la edad de los huertos, manejo y nivel de producción	R	Importante la voluntad de comprometerse con el proyecto para solicitar amplia cooperación.
Acuerdo con productores	Contacto directo (La mayoría de las veces) o telefónico con los productores seleccionados.	R	Se explico a cada productor los objetivos del proyecto.
Recolección, procesamiento, identificación y guarda	Recolectar muestras en los predios de los distintos productores en las regiones seleccionadas a lo largo de toda la zona productiva.	R	Acopio de muestras en bodega central. Posterior traslado a lugar de análisis.
Importación de nueces.	Comparaciones con muestras nacionales	NR	Gestión de importación
Análisis químicos			
Análisis proximal	(Proteínas, humedad, materia grasa, cenizas, fibra cruda, extracto no nitrogenado, calorías)	R	Nueces RM
Macro y micoelementos	Contenido de N, P, K, Ca, Mg, Na, Zn, Mn, Fe, Cu, B, Se.	R	Nueces 4 regiones
Perfil de ácidos grasos	Contenido de ácidos grasos diferenciados	R	Nueces 4 regiones
Aminoácidos	Contenido de aminoácidos	R	Nueces RM
Análisis de peróxidos	Oxidación de las nueces	R	Nueces 4 regiones
Perfil de tocoferoles (Vit-E)	Contenido	R	Nueces 4 regiones
Taninos	Contenido	NR	Nueces RM
Fitoesteroles	Contenido	R	Nueces RM
Compilación validación de resultados	Comparación con referencias existentes.	R	Equipo técnico y laboratorios de análisis.

Espectroscopia RAMAN	Diferencia grupos químicos aromáticos	R	Nueces 4 regiones
Generación de informe	Elaboración de informe por parte de expertos en la Universidad.		Laboratorio espectroscopia, U de Chile
Compilación y validación de resultados	Comparaciones con literatura extranjera y análisis de resultados preliminares para la situación de Chile.	R	Equipo técnico
Análisis Sensoriales			
Panel experto	Conformar panel experto	R	Determinación de descriptores sensoriales que caracterizan las nueces.
Desarrollo de un lenguaje descriptivo	Caracterizar organoléptica y sensorialmente las nueces.	R	Panel expertos/en proceso de validación
Elaboración de un protocolo de evaluación sensorial	Comparaciones sensoriales entre las diferentes muestras	R	Panel de expertos/en proceso de validación
Paneles de cata	Cata de diferentes muestras	R	Panel expertos
Perfil de libre elección	Caracterización de muestras	R	Panel Centro de Aromas
Compilación de resultados	Análisis centro de aromas	R	Centro de Aromas
Generación de informe	Centro de aromas	R	Centro de Aromas
Validación de resultados	Equipo técnico y centro de aromas	R	Equipo técnico

R: Realizado; NR: No realizado

3.2. PROBLEMAS ENFRENTADOS

Las actividades del proyecto fueron realizadas casi en su totalidad. Debido primero a nuestra inexperiencia, considerando que este es el primer proyecto que realiza nuestra Asociación Gremial, y al también al reducido número de integrantes que participaron en la ejecución del mismo, las actividades aun cuando fueron realizadas prácticamente en su totalidad sufrieron varios contratiempos que cuando fueron solucionados retraso las

actividades de su programación original. El inconveniente mas grave que tuvimos que afrontar fue la imposibilidad de realizar las comparaciones sensoriales programadas en la segunda etapa con nueces de nuestra competencia. Aquí el principal elemento en contra fue la falta de norma Chilena para la importación de muestras desde la China y Francia. Existe solo norma para Estados Unidos y la India. Traer nueces de Francia y China fue imposible. Aun con la ayuda del agregado Agrícola en China fue imposible explicar al SAG los objetivos del ingreso. El potencial riesgo para la condición fitosanitaria del País no lo permite. Otro inconveniente de la forma en que fue planificada esta logística, que debe repensarse en futuros proyectos, es que las nueces que se traigan por la contra estación en la que nos encontramos están muy deterioradas al momento de hacer los análisis por lo que debieran conservarse al vacío. Nuestros resultados del análisis sensorial indican que la calidad en cuanto a oxidación de las muestras es muy importante en la identificación sensorial.

3.3. Carta Gantt de actividades realizadas

	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago
1. Planeamiento del proyecto	\$ 1.809.000								
Definición de bases y objetivos del proyecto	\$ 360.000								
Reuniones de pauta y desarrollo de estrategias	\$ 324.000								
Elaboración y secretaría del proyecto	\$ 1.125.000								
Res: Estructuración de proyecto y objetivos de trabajo									
2. Selección de muestras		\$ 3.652.120							
Determinación de localidades productivas	\$ 180.000								
Determinación de variedad por localidad	\$ 180.000								
Selección predios a muestrear	\$ 180.000								
Acuerdo con productores	\$ 360.000								
Toma de muestras	\$ 0								
Recolección, procesamiento, identificación y guarda	\$ 1.076.060								
Importación de muestras a comparar									
Res: Obtención de muestras por localidad y variedad					\$ 600.000	\$ 1.076.060			
3. Análisis químicos seleccionados			\$ 3.540.000						
Características químicas de nueces muestreadas		\$ 1.590.000							
Res: Características químicas de las nueces		\$ 240.000							
Espectroscopia Raman									
Res: Espectro químico de las nueces									
4. Análisis sensoriales							\$ 2.798.000		
4.1 Panel experto		\$ 300.000							
Determinación de descriptores sensoriales que caracterizan las nueces		\$ 1.110.000							
Res: Estado del arte, panel experto conformado									
4.2 Desarrollo de un lenguaje descriptivo									
Características organolépticas y sensoriales de las muestras									
4.3 Elaboración de protocolos de evaluación sensorial									
Comparaciones sensoriales entre las diferentes muestras									
4.4 Paneles de cata									
Res: Lenguaje descriptivo para las nueces									
Res: Protocolos de elaboración de estándares para los términos descriptivos									
4.5 Compilación de resultados obtenidos a la fecha									
Res: Generación de documento para llevar a mesa de validación									
4.6 Mesa de validación de resultados						\$ 324.000			
Res: Uniformar criterios sobre resultados obtenidos					\$ 324.000				
4.7 Perfil de libre elección									
Caracterización de las muestras utilizando perfil de libre									

4. RESULTADOS

4.1. Superficie y zonas productivas:

Los datos proporcionados sobre la superficie plantada de nueces de nogal corresponden a los publicados por Ciren y ODEPA en el Catastro Frutícola. Según dicho catastro, la superficie plantada de nogales ha ido aumentando de manera importante en los últimos 3 años, alcanzando 9.616,27 hectáreas (Ciren y ODEPA, 2005). El crecimiento respecto del último catastro de 1990 fue de 38% (6.955 ha plantadas). Los huertos de nogales se distribuyen en Chile entre la IV y la IX región. Sin embargo, las regiones más importantes en superficie son la IV, V, VI y RM. Tradicionalmente los productores de nueces de nuestro país han sido pequeños y medianos productores pero, en los últimos años, se han incorporado nuevas plantaciones de gran superficie y manejadas con un alto nivel tecnológico.

Cuadro N° 7. Distribución por región de las principales zonas productoras de nueces en nuestro país. Superficie plantada por región.

Región	Localidad	Superficie (has.)
IV	Salamanca	250
	Illapel	129
V	San Esteban	383
	Putendo	368
	Calle Larga	297
VI	Requinoa	591
	San Francisco de Mostazal	225
	Machali	179
Región metropolitana (RM)	Buín	830
	Pirque	709
	Melipilla	395
	Paine	465

Ciren y ODEPA, 2005.

En el cuadro 7 se observa la distribución por región de las zonas más importantes para la producción de nueces. En cada región aparece la localidad con mayor superficie plantada. Los huertos seleccionados para la toma de muestras deben estar en producción. Evitamos usar como sujeto de estudio huertos jóvenes. En el cuadro 7 podemos ver que la Región metropolitana es la que cuenta con mayor superficie de huertos de nogales.

A partir de esta información fuimos seleccionando los predios y productores a participar en el proyecto.

Para la selección de variedades a trabajar, primero determinamos las principales variedades cultivadas en Chile y su distribución por región. La diversidad geográfica y climática de nuestro país ha permitido una adecuada aclimatación de muchas variedades. Los cultivares más importantes presentes a lo largo del país, provenientes de Estados Unidos y de Francia,

son: Serr, Tehama, Hartley, Franquette, Chico, Amigo, Pedro, Vina, Sunland, Fernette, Lara, Fernor, Chandler, Tulare y últimamente se han plantado algunas hectáreas con Howard. Además se encuentra la nuez semilla o aconcagüina que no constituye una variedad sin embargo representa un volumen importante de las exportaciones de nuez de nuestro país. En adelante nos referiremos a la nuez semilla como la tercera variedad, sin embargo, queda claro que no lo es estrictamente.

Debido a sus especiales atributos, los principales cultivares exportados desde Chile son: Serr, Chandler y Semilla o Aconcagüina.

Cuadro N° 8. Distribución por región de las variedades seleccionadas

Región	Serr (%)	*Semilla (%)	Chandler (%)
IV	71,3	14,6	NA
V	64,9	21	3,2
VI	34,7	24,8	15,6
RM	48,5	19	16,1

NA: No existe información confiable reciente.

* Si bien esta no constituye una variedad en si, la trataremos como tal para efectos de este proyecto.

Una vez conocidos las regiones y localidades de producción y las principales variedades producidas y exportadas por nuestro país procedimos a seleccionar los predios y productores para iniciar los contactos y ver el grado de interés y nivel de compromiso expresado. En esta etapa la ayuda de Chilenut fue muy importante como agente permeador y difusor de la idea original hacia los productores. En el cuadro N° 9 aparecen los productores seleccionados y finalmente contactados.

Cuadro N° 9. Listado de productores contactados y solicitud de muestra. Temporada 2006 y 2007.

Región	Comuna	Variedad	Productor
IV	Salamanca	Serr	Cristian Rojas
	Ovalle	Serr	Reimundo Pérez
	Ovalle	Chandler	Reimundo Pérez
V	San Esteban	Serr	Vitorio Bianchinni
	San Esteban	Semilla	Vitorio Bianchinni
	Putendo	Semilla	Guillermo Martínez
RM	Buín	Semilla	Pedro Vial
	Buín	Serr	Gonzalo López
	Buín	Chandler	Edmundo Valderrama
	Paine	Serr	Guillermo Domínguez
	Paine	Serr	Agustín Ossa
	Pirque	Serr	El Raco
	Pirque	Semilla	El Raco
	Pirque	Serr	Frutícola del Carmen Ltda.
VI	San Francisco	Serr	Jorge Soto
	San Francisco	Chandler	Germán Reyes
	San Francisco	Semilla	
	Machali	Serr	Pedro Campino
	Tunca	Chandler	Gastón Cruzat
	Machali	Semilla	
	Requinoa	Serr	Luis E. Manterola
	Requinoa	Serr	Juan Luis Vial
	Requinoa	Semilla	Juan Luis Vial
Codegua	Chandler	Agrícola Julia Ltda.	

En la tabla N° 9 se encuentra el listado de los productores que efectivamente participaron con sus nueces en el proyecto. No todos proporcionaron nueces durante las dos temporadas del estudio debido a diferentes factores. Uno de estos, y el más importante, se debe que al momento de solicitar la muestra muchos habían vendido sus nueces. La inestabilidad inicial que se produjo en el mercado producto de una campaña de especulación en la que se aseguraba que habría mucha nuez en esta temporada presiono a muchos productores a hacer sus ventas anticipadamente y a precios muy por debajo del promedio final venta de la estación.

4.2. Análisis químicos:

A continuación presentamos los resultados de los análisis composicionales nutricionales de las nueces chilenas para las tres variedades estudiadas y las localidades previamente establecidas. Las tablas resumen la información de las muestras 2006 y 2007.

4.2.1. *Análisis proximales*

Cuadro N° 10. Análisis proximal. Nueces Semilla, Serr y Chandler.

Análisis Proximal	Semilla		Serr		Chandler	
	2006	2007	2006	2007	2006	2007
Humedad (g)	3,6 ± 0,1	2,8 ± 0,1	3,1 ± 0,1	2,7 ± 0,1	3,1 ± 0,1	2,9 ± 0,1
Proteína total (g)	16,6 ± 0,7	11,5 ± 0,4	14,9 ± 0,6	10,9 ± 0,4	13,1 ± 0,5	12,1 ± 0,5
Materia grasa (g)	55,3 ± 2,2	68,1 ± 2,7	69,6 ± 2,8	68,9 ± 2,8	60,6 ± 2,4	68,7 ± 2,7
Cenizas (g)	1,8 ± 0,02	2 ± 0,02	1,6 ± 0,02	1,5 ± 0,02	1,7 ± 0,02	1,7 ± 0,02
Fibra cruda (g)	7 ± 0,5	1,9 ± 0,1	3,4 ± 0,2	2,5 ± 0,2	4,7 ± 0,3	1,6 ± 0,1
Extracto NN (g)	15,7 ± 1,4	13,7 ± 1,2	7,4 ± 0,7	13,5 ± 1,2	16,8 ± 1,5	13 ± 1,2
Calorías (cal.)	627 ± 56	714 ± 64	716 ± 64	718 ± 64	665 ± 60	719 ± 65

Valores expresados en % en peso (g/100 de alimento), se presentan promedio de muestras de la Región Metropolitana.

En el cuadro N° 10 se muestran los resultados obtenidos en los análisis proximales de las nueces. Para esta determinación de carácter general, utilizamos solo las muestras provenientes de la Región Metropolitana ya que estas representan la mayor proporción de nueces que exporta nuestro país y además, en ella se encuentran representadas todas las variedades.

El análisis proximal por variedad nos muestra algunas diferencias interesantes. La nuez de semilla presenta los mayores porcentajes de proteína total, cenizas y fibra. Sin embargo, presenta un menor valor energético en kilo calorías y el menor contenido de materia grasa por 100 gr. de producto. Los mayores contenidos de materia grasa y kilo calorías por 100 grs. de nueces se encontraron en la variedad Serr. Esta variedad, también presentó los menores contenidos de fibra y cenizas. La variedad Chandler presenta valores intermedios.

Al analizar la significancia estadística de estas diferencias encontramos lo siguiente. En el caso de las cenizas, el análisis de varianza del efecto aislado de la variedad para el promedio de los dos años indica que aun cuando existen diferencias marginales en los contenidos de cenizas estos no son significativas a $p < 0,05$. En cambio para los contenidos de proteína (figura 1) y fibra (figura 2) de las nueces, al comparar el efecto año para el promedio de las tres variedades encontramos que los contenidos de proteína y de fibra fueron mayores en el primer año respecto del segundo, con valores de proteína de $14,86 \pm 1,75$ g/100g en el año 1 y $11,5 \pm 0,6$ g/100g en el año 2 y para fibra $5,03 \pm 1,82$ g/100g y $2,00 \pm 0,46$ g/100g, año 1 y año 2 respectivamente (anexo 1).

En lo relativo a la humedad de la nuez, es interesante hacer notar aquí que en el año 1 el promedio de humedad de semilla fue un 17 % mayor que en el segundo año, la significación estadística en este caso es marginal ($p\text{-level} = 0,056$).

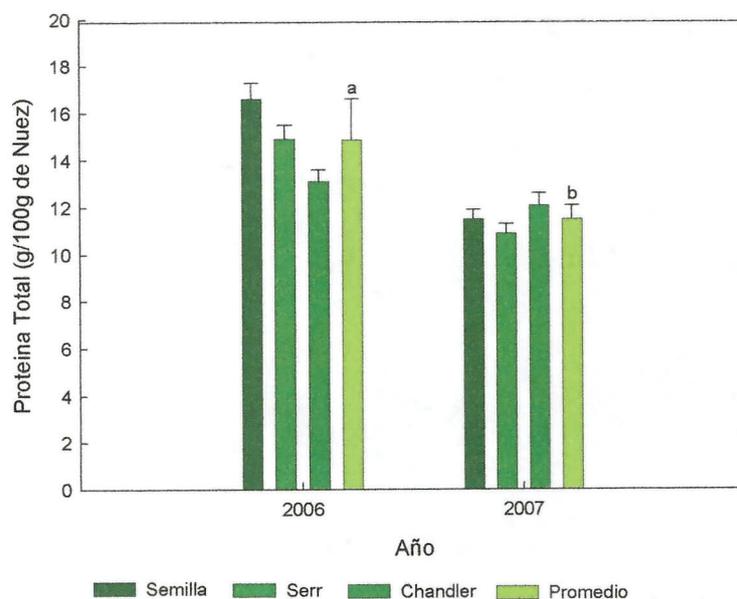


Figura N°1. Contenido de proteína total en tres variedades de nueces de la Región Metropolitana, durante dos temporadas de crecimiento. Las diferencias entre los promedios de las dos temporadas son estadísticamente significativas a $p < 0,05$.

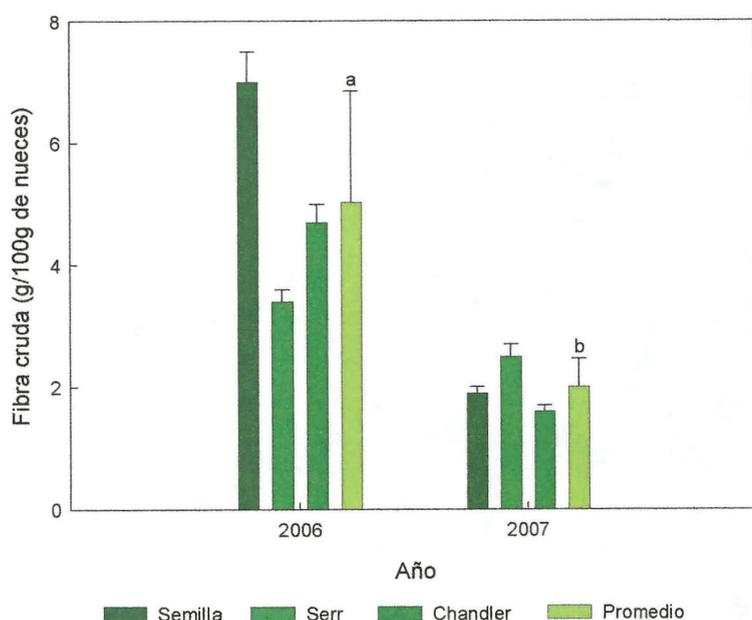


Figura N°2. Contenido de fibra cruda en tres variedades de nueces de la Región Metropolitana, durante dos temporadas de crecimiento. Las diferencias entre los promedios son estadísticamente significativas a $p < 0,05$.

La información disponible sobre la composición de las nueces en el extranjero proviene de diferentes fuentes. A continuación, en el cuadro 11, se muestran algunos de estos valores.

Cuadro N° 11. Composición nutricional de las nueces. Valores Promedio expresados por 100g de alimento seco.

Análisis Proximal	Francia*	US**	Chile ***
Humedad (g)	4.0	4,07	3.03
Proteína total (g)	14.5	15,23	13.18
Materia grasa (g)	63,8	65,21	65,2
Cenizas (g)	-	1,78	1.72
Fibra cruda (g)	5.9	6,7	3.52
Extracto NN (g)	11.1	13,71	13.35
Calorías (cal.)	674	654	729,83
Vitamina E (mg/100g)	-	0,7	1.27

* Favier JC, Ireland-Ripert J, Toque C, Feinberg M. Répertoire général des aliments. Table de composition. INRA Ed, 1995. **USDA. National Nutrient Database for standard reference, Release 20, 2007. *** Se ha incluido el promedio para las tres principales variedades cultivadas en el país.

Respecto del análisis proximal de las muestras queremos destacar que ésta es la primera publicación de resultados obtenidos con muestras nacionales. El cuadro 11 compara

nuestros resultados preliminares con los de la literatura internacional encontrando cifras promedio muy similares a lo reportes de Estados Unidos y Francia.

La humedad de las muestras chilenas en promedio fue menor a lo reportado en la literatura, pero esto se debe por una parte a un secado excesivo durante el proceso de poscosecha y por otra también a la deshidratación natural que experimentan las nueces durante los meses de almacenamiento, período durante el cual, las nueces siguen perdiendo humedad. En la segunda temporada, las muestras en general estaban mas secas al inicio ya que el periodo de guarda fue sustancialmente menor.

4.2.2. Perfil de Ácidos grasos

La porción lipídica de los alimentos se componen básicamente de tres grupos de ácidos grasos, los saturados, los mono-insaturados y los poli-insaturados. En comparación con otros frutos de nuez, que contienen principalmente ácidos grasos saturados (Ac. Palmítico y Ac. Estearico) y mono-insaturados (Ac. Oleico), las nueces están muy enriquecidas en ácidos grasos poli-insaturados del tipo Omega-6 (Linoleico) y Omega-3 (Linolénico), ambos ácidos grasos esenciales y que deben ser consumidos en la dieta (cuadro 12).

Los ácidos grasos insaturados han sido asociados a efectos benéficos sobre los lípidos totales en la sangre. Diversos estudios realizados en las nueces indican que un consumo frecuente de cantidades moderadas de estas modifica favorablemente el perfil lipoproteico y disminuye el colesterol total (Sabate et al., 1993; Zambon et al., 2000; Albert et al., 1998). La composición de ácidos grasos consumidos en la dieta puede influenciar varios procesos fisiológicos y bioquímicos, como la regulación de la presión sanguínea, el metabolismo de la glucosa, el metabolismo lipidito, la agregación plaquetaria y la deformabilidad de los eritrocitos, entre otros (Iso et al., 2002).

Cuadro 12. Composición de ácidos grasos de Nueces.

Ácidos grasos	Contenido (%)		
<i>Saturados</i>			
Palmítico	C 16:0	7.11	± 0.24
Estearico	C 18:0	2.22	± 0.33
<i>Monoinsaturados</i>			
Oleico	C 18:1	15.65	± 0.57
<i>Polinsaturados</i>			
Linoleico	C 18:2	61.21	± 0.97
Linolénico	C 18:3	13.81	± 0.31

J. Sci. Food Agric., (2000) 80: 1393-1401.

Al momento de iniciar los análisis dudamos respecto de la calidad de la muestra y la conveniencia de su utilización en el estudio. En la primera temporada (cosecha de abril-mayo del 2006), al momento de los análisis, las nueces tenían siete meses de almacenamiento. Sin embargo, después de consultar con distintos agentes del mercado,

concluimos que las nueces chilenas llegan al consumidor final varios meses después de haber sido cosechadas y por lo tanto nuestras nueces almacenadas no eran una muestra muy disímil.

El nivel de oxidación de los lípidos es el parámetro más importante de calidad en las nueces y altos niveles de oxidación resultan en sabores indeseables (Elmore et al., 2005). El índice de peróxido (IP) determina las cantidades de peróxido liberado producto de la oxidación lipídica y por tanto es una excelente medida de la oxidación de los aceites contenidos en las nueces. A mayor oxidación, menor vida de poscosecha. La literatura indica, en todos los estudios evaluados, índices que van desde 0,2 hasta 0,5 meq/kg al momento de los análisis. Para confirmar el grado de oxidación de nuestras muestras determinamos el IP (cuadro 13). El menor tiempo de almacenamiento de las muestras de la segunda temporada, de dos a tres meses (cosecha abril-mayo del 2007) se refleja claramente en lo menores valores de IP obtenidos.

Se determino el perfil de ácidos grasos para 22 muestras de las tres variedades en estudio procedentes de las cuatro regiones mas representativas en el mercado exportador de nuestro país, la IV, la V, RM y la VI región. Nuestros resultados se resumen en el cuadro N° 13.

En el cuadro 13, se indican los resultados obtenidos de los perfiles de ácidos grasos para cada muestra analizada. La tabla se distribuido por variedad, por año y por región.

Como se puede observar los valores de ácidos grasos saturados fluctúan entre 8,03 a 9,97%, principalmente representado por ácido Palmítico (16:0) y ac. Estearico (18:0). El ac. Palmítico es en todos los casos el más abundante de los ácidos grasos saturados presente en las nueces.

En la figura 3, se compararon las muestras y determino las diferencias y significancias estadísticas de los efectos de variedad (3 a) y región (3 b).

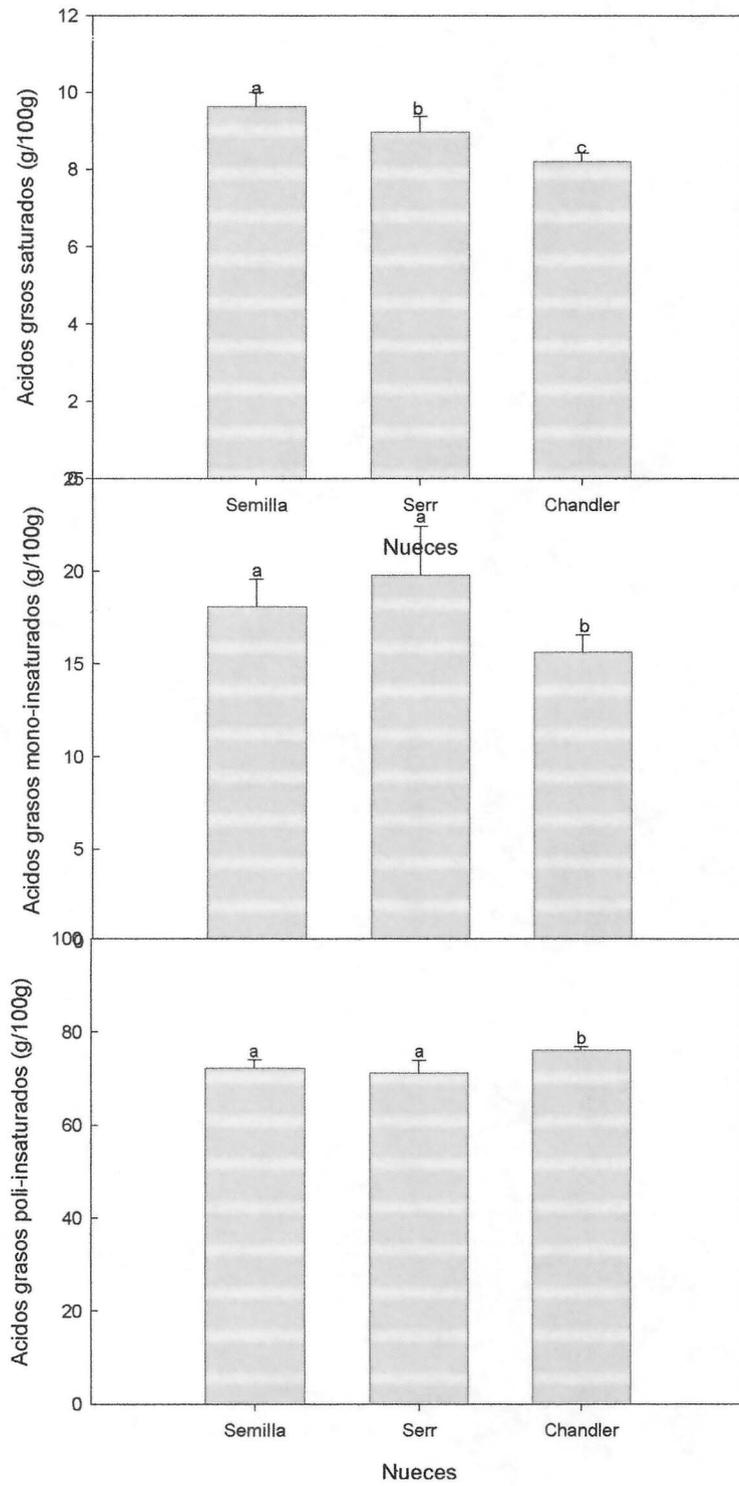


Figura N° 3 a. Perfil de ácidos grasos para nueces Serr, Chandler y Semilla.

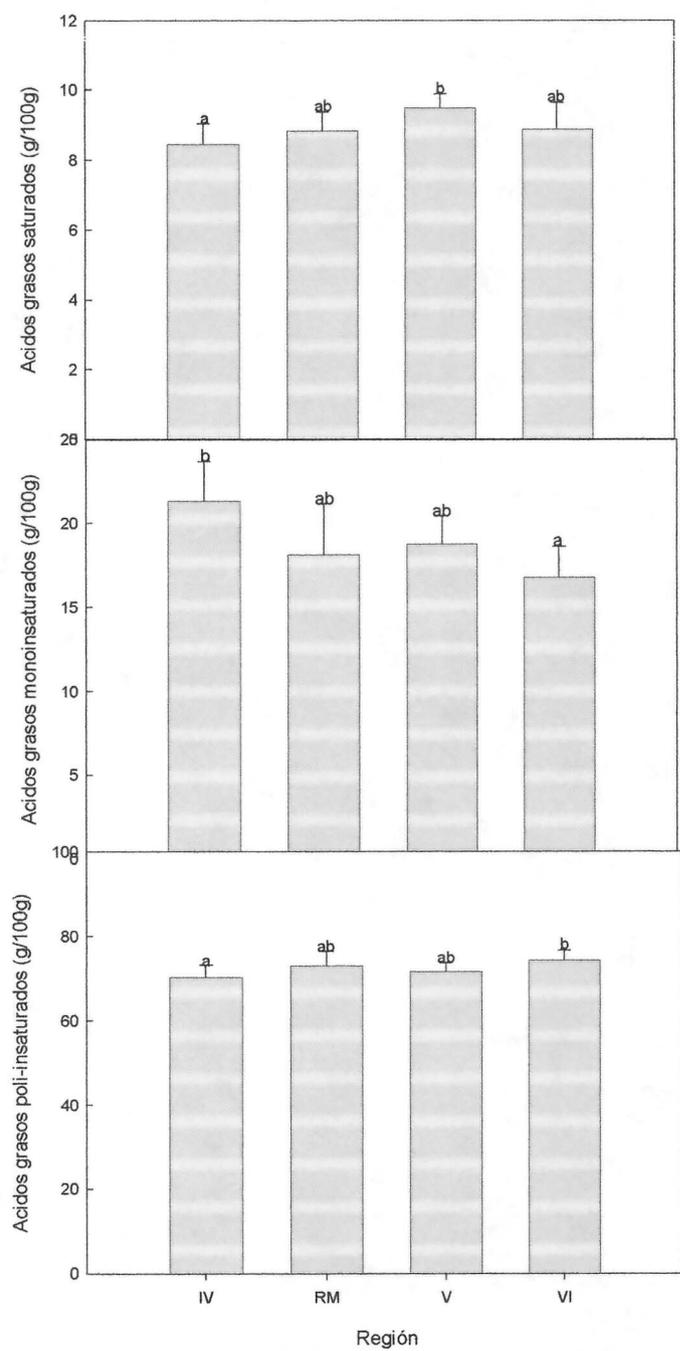


Figura N° 3 b. Perfil de ácidos grasos por región para nueces Serr, Chandler y Semilla.

Cuadro N° 13. Muestra composición de ácidos grasos de aceite extraído de tres variedades de nueces en las 4 regiones más productivas del país y en dos temporadas de cosecha (2006-2007). Los valores de % de los ácidos grasos corresponden a g/100gr de alimento.

Cultivar	2006						2007					
	RM		V		VI js		RM prt		RM ao		V VI js VI al	
Año												
Localidad	IV	RM	V	VI	js	IV	RM	RM	ao	V	VI js	VI al
Saturados %	8,46	9,42	9,43	9,43	9,43	9,04	8,88	8,82	8,96	8,71	8,13	
Monoin:saturados %	21,57	23,14	19,28	18,5	18,5	23,51	17,02	21,31	16,73	19,73	15,45	
Poliinsaturados %	69,38	67,45	71,28	72,07	72,07	67,46	74,07	69,88	74,31	71,55	76,41	
Indice Peróxido (meq/Kg)	0,3	0,3	ND	0,3	0,3			0,1				

Cultivar	Semilla						Chandler						
	2006		2007		2006		2007		2006		2007		
Año													
Localidad	RM	V	VI	RM	V	VI	IV	RM	VI	IV	RM	VI gr gc	
Saturados %	9,32	9,85	9,97	9,17	9,75	9,83	s.i	8,18	8,45	7,88	8,03	8,44	8,08
Monoin:saturados %	15,65	18,38	17,56	18,43	20,76	17,7	s.i	14,95	14,64	18,84	16,43	15,59	15,2
Poliinsaturados %	75,03	71,77	72,48	72,38	69,48	72,46	s.i	76,87	76,92	73,28	75,54	75,97	76,8
Indice Peróxido (meq/Kg)*	0,3	0,4	0,3	0,1			s.i	0,2	0,3		0,1		

* Indice de peróxido determina las cantidades de peróxidos producidos de la oxidación lipídica en meq/kg s.i: Sin información

No se encontraron diferencias significativas para el promedio de las variedades entre temporadas. Sin embargo, por variedad, encontramos que existen diferencias significativas en los contenidos de ácidos grasos saturados para el promedio de las temporadas y en todas las regiones (figura 3a). Específicamente, los contenidos de ácidos grasos saturados de la nuez semilla fueron significativamente mayores que los de Serr y estos mayores que los de Chandler, $9,64 \pm 0,35$ g/100g, $8,97 \pm 0,41$ g/100g y $8,21 \pm 0,21$ g/100g, respectivamente. Los valores porcentuales de ácidos grasos Mono-insaturados de las muestras, Ac. Oleico principalmente, fluctuaron entre 14,64 y 23,51 g/100g y no eran significativamente distintos entre nuez Serr y Semilla pero estos eran significativamente mayores que los contenidos en nuez Chandler, $19,8 \pm 2,61$ g/100g, $18,08 \pm 1,49$ g/100g y $15,65 \pm 0,92$ g/100g, respectivamente. Por otro lado, los ácidos grasos poli-insaturados, representados ampliamente por los ácidos linoleico y linolénico, se encontraron en rangos de 67,45 y 76,92 %, con contenidos significativamente mayores en la nuez Chandler respecto de la nuez Semilla y Serr, $76,14 \pm 0,76$ g/100g, $72,27 \pm 1,71$ g/100g y $71,23 \pm 2,65$ g/100g, respectivamente.

El análisis de varianza del efecto de las regiones, como una forma de diferenciar entre las condiciones edafo-climáticas de crecimiento, sí arrojó diferencias significativas para el promedio de las variedades y en las dos temporadas. Aquí también encontramos diferencias significativas para los tres tipos de ácidos grasos (Figura 3b).

En el caso de los ácidos grasos saturados encontramos que los contenidos de las muestras de la V región fueron significativamente mayores que los de la IV región, $9,49 \pm 0,4$ g/100g y $8,46 \pm 0,58$ g/100g respectivamente. En los ácidos grasos mono-insaturados en cambio, fueron mayores en la IV región que en la VI, $21,34 \pm 2,35$ g/100g vs. $16,79 \pm 1,83$ g/100g. Y los ácidos grasos poli-insaturados fueron mayores en la VI que en la IV, $74,32 \pm 2,37$ g/100g vs. $70,20 \pm 2,92$ g/100g, para el promedio de todas las variedades y en las dos temporadas.

Existe además, una correlación negativa respecto de los contenidos de ácidos grasos mono-insaturados y los ácidos grasos poli-insaturados. A mayor contenido de mono-insaturados, menor es el contenido de poli-insaturados ($r = -0,977$).

Numerosos reportes de la literatura indicarían que la composición nutricional de las nueces, especialmente respecto de los contenidos de aceite, dependen de la variedad, la localidad y también, entre otros, del nivel de estrés hídrico que estas experimentaron durante su crecimiento. Las localidades de donde provienen las muestras utilizadas en el estudio son muy diversas y las condiciones de manejo a las cuales han sido sometidos los huertos también, lo que explicaría en parte la variabilidad observada.

Cuadro N° 14. Contenidos promedio de ácidos grasos en nueces chilenas, francesas neozelandesas y norteamericanas.

Ácidos grasos:	NZ	CHILE*	FRANCIA*	US**
Saturados %	9,5	8,9	9,3	6,1
Mono-insaturados %	19,5	18,2	15,8	8,9
Poli-insaturados %	69,9	72,9	74,8	47,2
Índice Peróxido (Meq/Kg.)	s.i	0,3	0,3	0,32

Amaral y col., 2003. J.Agric. Food Chem., Vol. 51, N°26, 7698-7702. Zwarts y col., 1999. Int. J. Food Sci. and Nut. 50, 189-194. USDA Nacional Nutrient Database for Standard reference, Release 20 (2007).

* N = 3.** N = 7.

Basados en nuestros resultados y en la literatura publicada, al comparar el promedio de los contenidos de ácidos grasos de las nueces chilenas, francesas, neozelandesas y norteamericanas vemos que las nueces chilenas y norteamericanas tienen los menores niveles de ácidos grasos saturados, las chilenas tienen niveles intermedios a altos de ácidos grasos mono-insaturados pero el doble de Estados Unidos y muy similares a los neozelandeses (cuadro 14). Los altos contenidos de ácidos grasos poli-insaturados en las nueces chilenas son similares a las francesas y las neozelandesas pero muy superiores a las norteamericanas según la última publicación del Nacional Nutrient Database for Standard referente del USDA.

4.2.3. Perfil de tocoferoles o vitamina-E

Vitamina-E es un término utilizado para referirse a un grupo de compuestos liposolubles conformado por cuatro tocoferoles (α , β , γ y δ) y cuatro tocotrienoles (α , β , γ y δ). Estos compuestos se cree que están involucrados en una gran diversidad de funciones fisiológicas y bioquímicas, principalmente debido a su acción como antioxidantes, pero también como estabilizadores de las membranas biológicas. Son compuestos muy sensibles a la luz, al calor y al oxígeno. Inicialmente se le atribuyó a la actividad relativa como antioxidante de los tocoferoles un orden, siendo como sigue: $\alpha > \beta > \gamma > \delta$, y por esta razón se privilegiaron aquellos estudios centrados en el α -tocopherol. Sin embargo hoy día se sabe que no existe una correlación estricta en la capacidad antioxidante y la potencial actividad biológica, indicando que todas las vitaminas pueden contribuir a la bioactividad en los alimentos (Amaral et al., 2005). En el cuadro 15, se puede observar los contenidos de α , β , γ y δ -tocopherol de las nueces chilenas.

Cuadro 15. Contenidos promedio de los cuatro tipos de tocoferoles α , β , γ y δ encontrados en nueces de la región Metropolitana, por variedad, en ambas temporadas. Datos expresados en mg/kg.

Nuez	α -tocoferol	β -tocoferol	γ -tocoferol	δ -tocoferol
Serr	10,3 \pm 0,08	2,6 \pm 0,09	155,2 \pm 0,98	14,8 \pm 0,08
Semilla	11,1 \pm 0,01	1,6 \pm 0,02	174,4 \pm 1,18	21,5 \pm 0,31
Chandler	10,7 \pm 0,17	2,1 \pm 0,08	213,2 \pm 1,26	20,9 \pm 0,72
Chile**	10,5 \pm 0,10	2,1 \pm 0,06	189,9 \pm 3,48	19,5 \pm 0,46
US*	0,70 \pm 0,32	2,0 \pm 0,04	244,0 \pm 2,61	22,0 \pm 0,46

*USDA National Nutrient Database for standard reference, release 20 (2007). Datos expresados en mg/g. ** Valores corresponden al promedio de las variedades estudiadas (N=3), expresados en mg/kg. α -tocoferol: N=12; β -tocoferol, γ -tocoferol, δ -tocoferol: N=7

Los contenidos de α -tocoferol en las distintas regiones y temporadas no arrojaron diferencias significativas entre las muestras chilenas, sin embargo, resultaron ser significativamente mayores que los valores informados en la literatura para muestras de US.

Al comparar las varianzas de las tres variedades estudiadas encontramos que los contenidos de γ -tocoferol de Chandler fueron significativamente mayores que los de Serr y Semilla según muestra la figura 4. No hubieron mayores diferencias entre los otros tres tipos de tocoferoles. Tampoco existen diferencias importantes entre las Chandler chilenas y la información de las muestras de US.

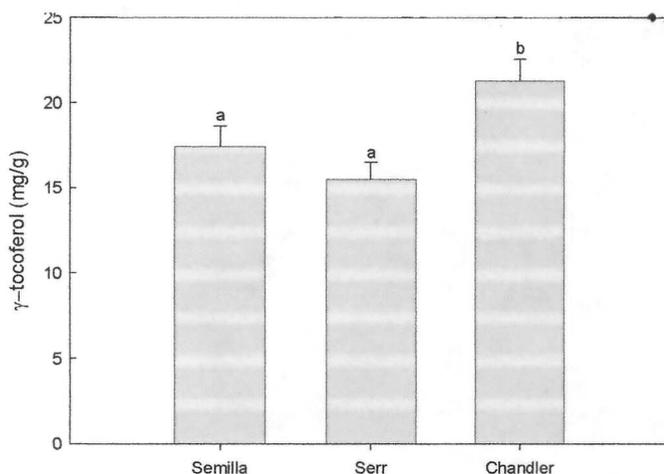


Figura 4. Contenidos de γ -tocoferol de las tres variedades de nueces chilenas analizadas. La significancia estadística es a $p < 0.05$.

Cuadro 16. Contenido de tocoferoles ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) por variedad. Los valores están expresados como la media \pm SD de 3 replicas. Hemos insertado los valores obtenidos para tres cultivares chilenos de la región metropolitana.

	α -tocoferol		β -tocoferol		γ -tocoferol		δ -tocoferol	
Franquette	14,36	\pm 0,42	1,46	\pm 0,05	261,6	\pm 4,62	16,91	\pm 0,14
Lara	15,76	\pm 0,14	1,82	\pm 0,03	208,13	\pm 0,55	12,98	\pm 0,04
Marbot	12,65	\pm 0,04	0,90	\pm 0,03	262,01	\pm 0,91	13,05	\pm 5,13
Mayette	11,98	\pm 0,06	0,85	\pm 0,03	258,62	\pm 0,96	12,82	\pm 0,29
Mellanaise	10,42	\pm 0,00	1,07	\pm 0,02	229,87	\pm 0,22	15,17	\pm 0,05
Parisiennne	16,55	\pm 0,26	1,13	\pm 0,03	252,68	\pm 2,17	16,78	\pm 0,08
Serr	10,3	\pm 0,08	2,6	\pm 0,09	155,2	\pm 0,98	14,8	\pm 0,08
Semilla	11,1	\pm 0,01	1,6	\pm 0,02	174,4	\pm 1,18	21,5	\pm 0,31
Chandler	10,7	\pm 0,17	2,1	\pm 0,08	213,2	\pm 1,26	20,9	\pm 0,72

J. Agric. Food Chem., (2005) 53 (13): 5467-5472.

4.2.4. Perfil de aminoácidos

Las nueces son un alimento rico en proteína (hasta 24%) y especialmente enriquecido en los aminoácidos ac. aspártico, ac. glutámico, arginina y leucina, aminoácido esencial.

Los resultados de nuestros análisis corresponden a las muestras de la Región metropolitana y se observan en el cuadro 17 junto con otros valores reportados en la literatura para Estados Unidos.

Concordantemente con la literatura encontramos que las nueces chilenas, todas las variedades estudiadas, son ricas en ácido glutámico, aspártico, arginina y leucina. Los contenidos de aminoácidos presentes en nuestras nueces son muy similares a los reportados en la literatura para las nueces norteamericanas. No es de extrañar ya que dos de nuestras variedades estudiadas corresponden a variedades mejoradas traídas de California, EU.

Cuadro N° 17. Composición promedio de aminoácidos de proteína de nuez (g/100g) de cultivares de Estados Unidos y Chile.

Origen Cultivar	EU	Chile		
	USDA*	serr	chandler	semilla
Ac. Aspartico	1,83	1,58	1,44	1,42
Treonina	0,59	0,48	0,43	0,42
Serina	0,93	0,88	0,81	0,78
Ac. Glutámico	2,82	3,23	3,09	2,96
Prolina	0,71	0,69	0,66	0,64
Glicina	0,82	0,71	0,73	0,69
Alanina	0,70	0,41	0,38	0,39
Valina	0,75	0,75	0,69	0,74
Metionina	0,24	0,17	1,14	0,14
Isoleucina	0,63	0,77	0,71	0,84
Leucina	1,17	1,22	1,29	0,15
Tirosina	0,41	0,53	0,49	0,44
Fenilalanina	0,71	0,69	0,64	0,64
Histidina	0,39	0,35	0,34	0,34
Lisina	0,42	0,4	0,41	0,42
Arginina	2,28	2,26	2,13	2,06

Savage G.P., Plant Foods for Human Nutrition 56: 75-82, (2001). *USDA National Nutrient Database for standard reference, release 20 (2007).

Las nueces chilenas son ricas en ácido aspartico, glutámico, arginina y leucina. Serr es la variedad que presenta los mayores contenidos de ac. Glutámico, ac. aspártico y arginina. Sin embargo, chandler tiene mayores contenidos de Leucina y metionina. Semilla tiene bajísimos contenidos de leucina.

4.2.5. Composición mineral

En las tablas de composición de alimentos con información relativa a las nueces, publicadas entre 1985 y 1994, se indica que éstas contienen altos niveles de potasio, fósforo y magnesio, y especialmente bajos contenidos de sodio. Estas tablas no hacen referencia en cuanto a la variedad u origen geográfico (Feinberg *et al.*, 1987; Klepping *et al.*, 1989). Se sabe que tanto la variedad como el origen geográfico, entre otras variables, tienen un efecto significativo en las cantidades relativas de nutrientes que presentan las nueces. En cuadro 18 se indica la composición mineral de dos variedades cultivadas en la misma localidad (Lavedrine *et al.*, 2000).

Cuadro 18. Composición mineral de dos variedades de nueces de Francia. Valores promedio \pm SD ($\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$ excepto * Selenio as $\mu\text{g}\cdot 100\text{ g}^{-1}$).

Elemento	Franquette			Hartley		
Calcio (Ca)	91	\pm	1.8	63	\pm	2.4
Cobre (Cu)	1.2	\pm	0.1	1.5	\pm	0.2
Hierro (Fe)	1.8	\pm	0.1	2.4	\pm	0.4
Potasio (K)	487	\pm	12	466	\pm	23
Magnesio (Mg)	191	\pm	19	129	\pm	3
Manganeso (Mn)	4.3	\pm	0.2	2.4	\pm	0.1
Sodio (Na)	0.4	\pm	0.1	0.3	\pm	0.1
Fosforo (P)	385	\pm	5	308	\pm	12
Selenio (*Se)	1.0	\pm	0.1	0.7	\pm	0.1
Zinc (Zn)	1.9	\pm	0.2	1.8	\pm	0.1

Food Chem., (2000) 68: 347-351.

Se sabe que la forma elemental y el pH del suelo influyen de gran manera la absorción mineral de las plantas (Charlot & Germain, 1994). Por ejemplo, suelos ácidos aumentan la absorción de Cu y Mn. Inversamente, suelos calcáreos disminuyen la absorción de hierro.

En el cuadro N° 19 se muestran los valores de la composición mineral de nueces Serr, Chandler y Semilla cultivadas en la Región Metropolitana. Los resultados se han expresado como $\text{mg}/100\text{ g}$ de alimento.

Cuadro N° 19. Composición mineral de nueces Serr, Chandler y semilla cultivadas en la región metropolitana. Análisis realizado en fruto fresco y expresado en mg/100g de fruto.

Elemento	Serr	Chandler	Semilla	Chile**		US
Calcio (Ca)	111	87	79	92.3	± 16.8	115
Cobre (Cu)	1.92	1.23	1.53	1.56	± 0.34	1.9
Hierro (Fe)	3.68	2.55	3.58	3.27	± 0.62	3.4
Potasio (K)	334	373	336	347.8	± 22.1	516
Magnesio (Mg)	119	125	120	121.2	± 2.9	185
Manganeso (Mn)	1.87	3.15	1.83	2.28	± 0.75	4.0
Sodio (Na)	1.46	1.46	1.58	1.5	± 0.07	2.3
Fosforo (P)	233	255	239	242.3	± 11.3	405
Selenio (*Se)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	5.7
Zinc (Zn)	4.23	3.22	3.58	3.67	± 0.51	3.6
Boro (B)	2.01	2.14	2.27	2.14	± 0.13	s.i.

* Selenio: $\mu\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$. Valores promedio de las tres variedades de la región metropolitana.

Los mayores contenidos de sodio de las nueces se encontraron en las muestras de la segunda temporada de crecimiento. Los valores obtenidos el primer año concuerdan con los valores encontrados en nueces francesas de la variedad Franquette y nueces norteamericanas de la variedad Hartley en el cuadro 14. Sin embargo, nuestros resultados en la segunda temporada coinciden con valores de 2, 3 mg /100g reportados en la literatura como contenido de sodio en muestras norteamericanas (USDA report), cuadro 19.

4.2.6. Polifenoles Totales

El estrés oxidativo ha sido asociado con el desarrollo de muchas enfermedades crónicas y degenerativas que incluyen enfermedades al corazón, degeneración neuronal, como Alzheimer y Parkinson, y también estaría involucrado en el proceso del envejecimiento. Especies oxigenadas reactivas (ROS) pueden dañar moléculas biológicas como proteínas, lípidos, y DNA. Los ROS se generan como bioproductos naturales del funcionamiento normal celular durante la respiración aeróbica, esencial para la vida. El cuerpo ha desarrollado un sistema eficiente para la eliminación de los radicales libres pero no es 100% eficiente.

Las dietas que contienen abundantes cantidades de frutas y vegetales son protectoras contra una gran variedad de enfermedades, particularmente cardiovasculares y cáncer. El nutriente primario en proveer esta protección alcanzada por medio de las frutas y los vegetales son los antioxidantes (Eastwood, 1999) como los polifenoles.

Los polifenoles están presentes en una gran variedad de plantas utilizadas como importantes componentes de la dieta humana y animal. Esto incluye alimentos como granos y leguminosas, frutas como las manzanas, las moras, los berries, las uvas, los carozos, las frutillas entre otros, y también incluye los verduras como el repollo, el apio, las cebollas y el perejil. Además, los compuestos fenólicos se encuentran presentes en el te y en el vino.

Dietas ricas en frutas y vegetales, como la dieta vegetariana y mediterránea, contienen grandes cantidades de polifenoles y las nueces son un elemento importante de la dieta mediterránea por lo que resulta interesante conocer acerca de sus contenidos de polifenoles.

El ORAC lipofílico (H-ORAC) e hidrofílico (L-ORAC) de una gran cantidad de frutos de nuez se observa en el cuadro 20. La variación entre diferentes frutos de nuez es bastante amplia siendo menores los valores para semillas de pino (4,43 μmol de TE/g) hasta el valor mas alto de los Pecanos (175,2 μmol de TE/g). Los valores de L-ORAC son mucho menores que los de H-ORAC. Las nueces son una fuente importante de lípidos de la dieta y han sido sugeridos como una potencial fuente de antioxidantes en la dieta sobre la base de estudios epidemiológicos recientes. La sumatoria de los ORAC lipofílico e hidrofílico resultan en lo que se conoce como la capacidad total antioxidante o TAC.

Cuadro N° 20. L-ORAC, H-ORAC, TAC y contenido de fenoles totales en nueces.

nut	L-ORAC _H ^a (μmol of TE/g)	range	H-ORAC _H (μmol of TE/g)	range	TAC ^c (μmol of TE/g)	TP ^d (mg of GAE/g)	serving size ^e (g)	TAC/serving (μmol of TE)
almonds (n = 8)	1.72 ± 0.50	1.48	42.82 ± 8.71	25.62	44.54	4.18 ± 0.84	28.4 (1 oz)	1265
Brazil nuts (n = 6)	5.57 ± 2.17	5.42	8.62 ± 2.66	5.72	14.19	3.10 ± 0.96	28.4 (1 oz)	403
cashews (n = 7)	4.74 ± 1.38	3.94	15.23 ± 2.04	5.49	19.97	2.74 ± 0.39	28.4 (1 oz)	567
hazelnuts (n = 8)	3.70 ± 2.66	7.74	92.75 ± 17.78	61.60	96.45	8.35 ± 2.16	28.4 (1 oz)	2739
macadamias (n = 8)	2.52 ± 0.57	1.59	14.43 ± 2.31	7.59	16.95	1.56 ± 0.29	28.4 (1 oz)	481
peanuts (n = 4)	2.73 ± 1.04	2.25	28.93 ± 2.36	4.93	31.66	3.95 ± 0.54	28.4 (1 oz)	899
pecans (n = 8)	4.16 ± 0.98	3.22	175.24 ± 10.36	30.76	179.40	20.16 ± 1.03	28.4 (1 oz)	5095
pine nuts (n = 8)	2.76 ± 0.60	1.48	4.43 ± 1.11	3.58	7.19	0.68 ± 0.25	28.4 (1 oz)	204
pistachios (n = 7)	4.25 ± 1.46	4.18	75.57 ± 10.50	30.60	79.83	16.57 ± 1.21	28.4 (1 oz)	2267
walnuts (n = 8)	4.84 ± 1.25	3.21	130.57 ± 35.20	95.20	135.11	15.56 ± 4.06	28.4 (1 oz)	3846

Datos expresados como μmoles de Trolox equivalentes por gramo ($\mu\text{mol TE/g}$). Los polifenoles totales se expresan como miligramo de ácido Galico equivalentes por gramo (mg de GAE/g).

Utilizando la misma técnica ORAC se determino la capacidad oxidativa de nuestras muestras de la región metropolitana. A continuación se publican los resultados en el cuadro 21.

Cuadro N° 21. Contenidos de polifenoles totales y ORAC en tres muestras de nueces provenientes de la Región Metropolitana.

Unidades	Polifenoles totales (mg de GAE/g)	h- ORAC (μ mol de TE/g)
Chandler	16,3	126,2
Serr	17,61	128
Semilla	17,79	128,1
Promedio	17.23 \pm 0.81	127.43 \pm 1.07

Los valores de polifenoles totales son mas altos que los reportados en al literatura y se acercan a los de los Pistachos y Pecanos. Las nueces semilla y las Serr aparecen como las más ricas en polifenoles totales, con un poder antioxidante mayor que las nueces chandler.

4.2.7. Fitoesteroles

Los frutos de nuez también son ricos en esteroides de procedencia vegetal o fitoesteroides, los que desempeñan un importante papel en la fisiología de nuestro organismo dado que contribuyen a reducir el grado de absorción del colesterol presente en el intestino delgado, proveniente fundamentalmente de la secreción biliar y desintegración de las células descamadas del epitelio intestinal y en menor grado, del aportado por la dieta. Dada la similitud química entre dichos esteroides y el colesterol, los fitoesteroides compiten con éste último a nivel del intestino delgado. De esta forma los fitoesteroides disminuyen el colesterol y los niveles de lipoproteína de baja densidad (LDL) plasmáticos (Wong, 2001; Plat & Mensink, 2001). Estudios epidemiológicos y experimentales realizados sugieren que el consumo en la dieta de fitoesteroides puede proporcionar una protección contra el cáncer de colon, de mama, y prostático (Awad & Fink, 2000; Awad *et al.*, 2001). Algunos fitoesteroides presentes en las nueces son: Avenasterol, Campesterol, Stigmasterol, Sitosterol.

El cuadro 22, muestra los resultados obtenidos al analizar los contenidos de esteroides en las nueces Serr, Chandler y Semilla de la región metropolitana. Además, en este cuadro se ha incluido el promedio nacional y un promedio publicado para nueces de US (USDA). Las muestras nacionales tuvieron bajos contenidos de Campesterol, tanto que la técnica utilizada no permitió detectarlo. Los datos para USA indicarían que sus nueces tienen mayores contenidos de Campesterol y menores contenidos de Stigmasterol que las nueces chilenas. Respecto de B-sitosterol los contenidos de las nueces chilenas y US no muestran diferencias.

Cuadro N° 22. Fitoesteroles en nueces Serr, Chandler y Semilla de la región metropolitana.

Unidades	β -sistosterol (mg/100g)	Stigmasterol (mg/100g)	Campesterol (mg/100g)
Chandler	71,69	9,52	0
Serr	61,73	8,24	0
Semilla	43,44	6,66	0
Chile	58,95 \pm 14,32	8,14 \pm 1,43	0
US*	64,0 \pm 1,37	1,0 \pm 0,18	7,0 \pm 0,37

*USDA Nacional Nutrient Database for Standard Reference, Release 20 (2007).

4.3. Espectroscopia Raman

Fundamentado principalmente en la técnica Raman transparente al agua, la posibilidad de identificar las especies químicas más abundantes de las nueces tal cual los hidrocarburos alifáticos y aromáticos, aldehídos, cetonas, alcoholes, ésteres, es vibracionalmente adecuada. Aún más, debe ser posible determinar las características estructurales tanto en su composición como abundancia relativa de especies químicas que permitirían diferenciar especies o variedades de nueces. Para una misma especie se pueden distinguir orígenes de productos resultantes de manejos agrícolas diferentes.

Resultados preliminares (Figura 5), utilizando la técnica Raman, sugieren en términos generales que todas las especies presentan las mismas componentes químicas, observándose diferencias de abundancia relativa en componentes alcohólicos para especies distintas. Dentro de una misma especie, resultante de diversos manejos agrícolas, se observan indicios espectrales que sugieren distintas abundancias relativas de algunos de sus componentes.

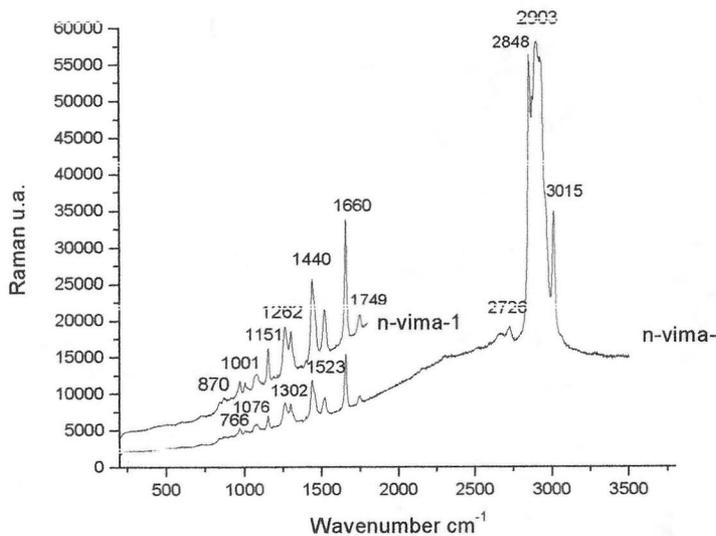


Figura N° 5. Espectro de espectroscopia vibracional Raman en nueces de la variedad Vina, muestras provenientes de la región metropolitana y de la sexta región. Primera aproximación a la técnica usada como ejemplo.

Nueces procedentes de las cuatro zonas productivas más importantes del país y representada por cuatro variedades como Serr, Chandler y semilla fueron analizadas, a través de espectroscopia Raman, en el laboratorio de espectroscopia vibracional de la Facultad de ciencias de la Universidad de Chile.

La espectroscopia vibracional es una herramienta estructural y está fundamentada en las técnicas infrarrojo y Raman, entregando ambas información complementaria. La técnica infrarrojo permite distinguir funciones altamente polares, mientras que el Raman funciones apolares. Moléculas individuales o simples presentan espectros simples y sus bandas son asignadas a las funciones químicas que la componen directamente; en consecuencia son moléculas identificadas completamente. Cuando los sistemas moleculares son complejos o de gran tamaño, las bandas observadas se asignan a cada una de las moléculas que la componen. Por ejemplo, en el caso de proteínas el espectro observado contiene información de los aminoácidos que la componen, los aceites se identifican por sus fragmentos aromáticos o alifáticos y las pinturas se identifican a través de sus óxidos, entre otros muy diversos sistemas moleculares.

En las figuras 6, 7 y 8 se muestran los espectros Raman de nueces Serr, Chandler y Semilla del año 2006, luego de 7 meses de guarda.

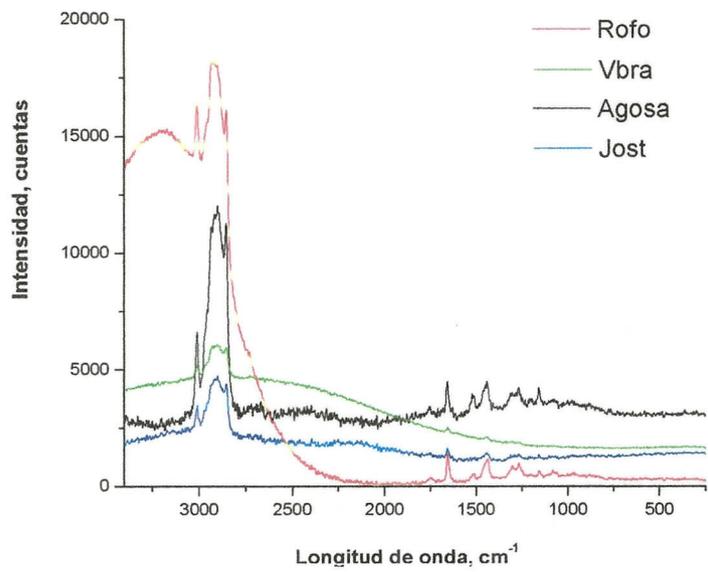


Figura N° 6. Espectros Raman de nueces correspondientes a la variedad Serr., temporada 2006.

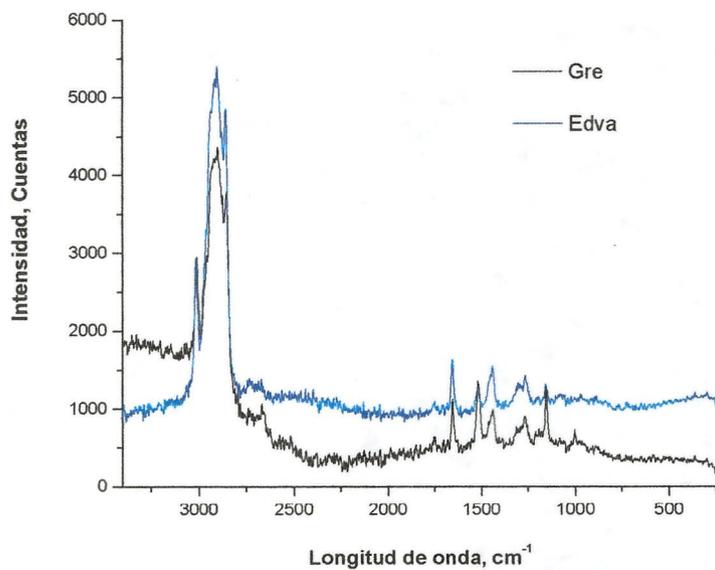


Figura N° 7. Espectros Raman de nueces correspondientes a la variedad Chandler, temporada 2006.

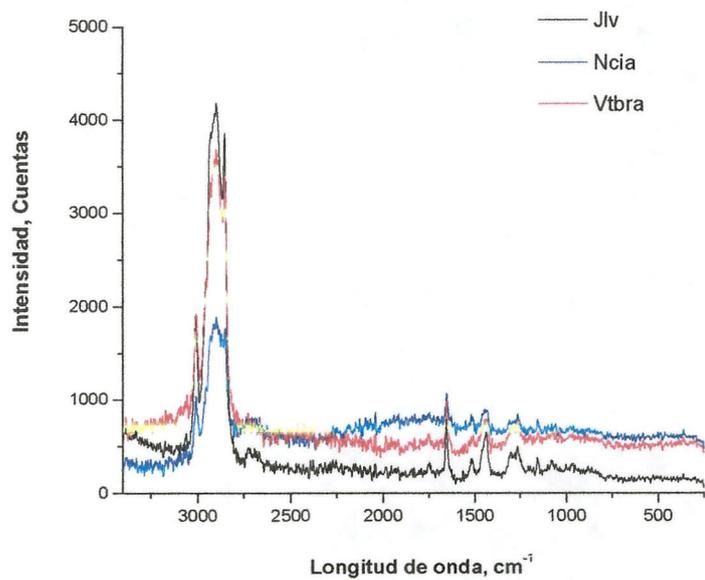
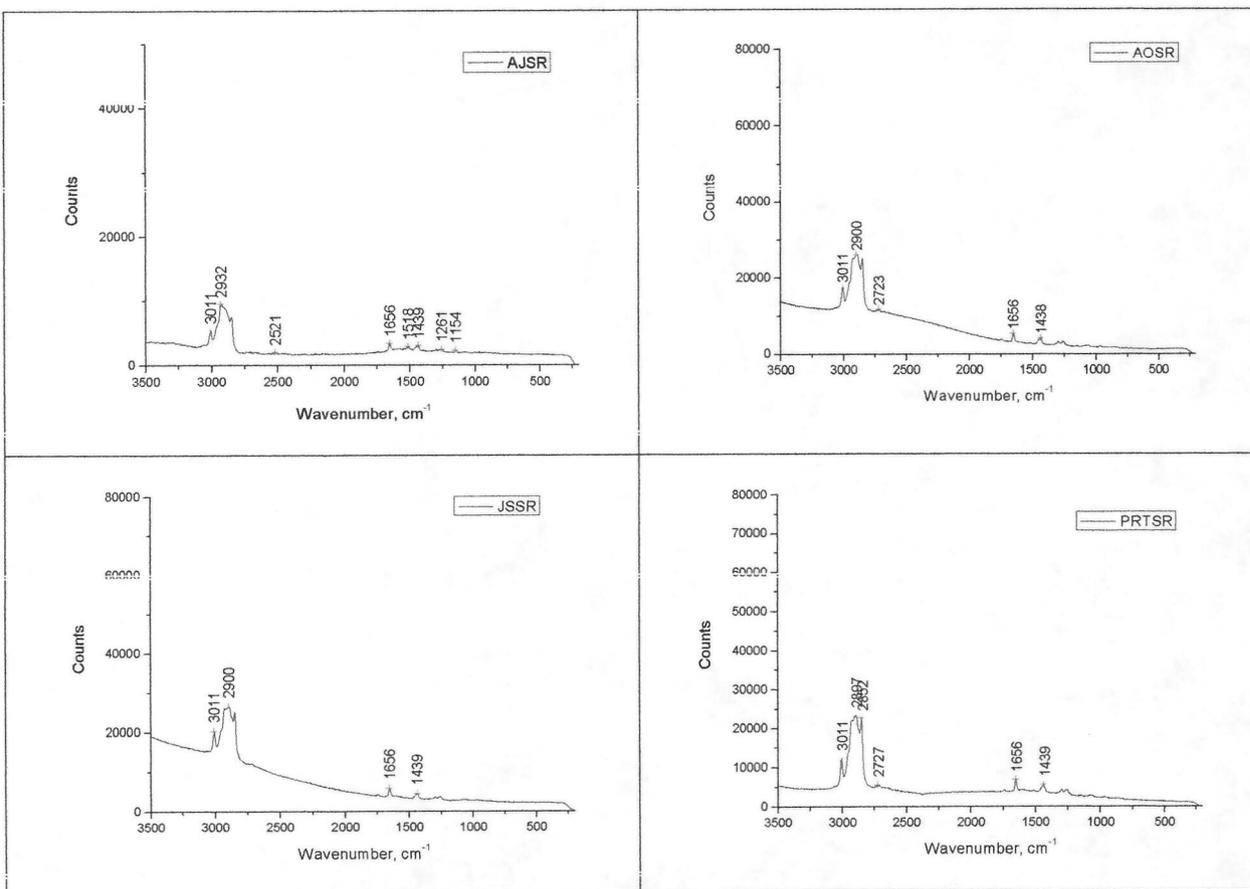


Figura N° 8. Espectros Raman de nueces correspondientes a la variedad Semilla, temporada 2006.

En las muestras de la primera temporada de crecimiento se observa una variación neta de la intensidad relativa de bandas a 1515 y 1157 cm^{-1} en las especies Serr y Chandler para las nueces provenientes de la V y la VI región, en Serr y la región metropolitana para Chandler. Esas bandas corresponden a vibraciones CC de especies aromáticas y CO de especies alcohólicas. La variación en aumento, sugiere aumento de la abundancia relativa de la especie. No hay cambios de intensidad en las especies semilla entre las regiones analizadas. La presencia de otras bandas bajo 3000 cm^{-1} indica la presencia de especies alifáticas, probablemente debido a hidrocarburos alifáticos. Otras bandas a 1655, 1437 y 1266 cm^{-1} pueden deberse a cetonas insaturadas, aldehídos alifáticos y aromáticos, ésteres ácidos aromáticos.

En la segunda temporada de crecimiento las muestras estuvieron bajo guarda solo 2 meses. Los datos espectrales de las nueces Serr, Chandler y Semilla se pueden observar en las figuras 9,10 y 11.



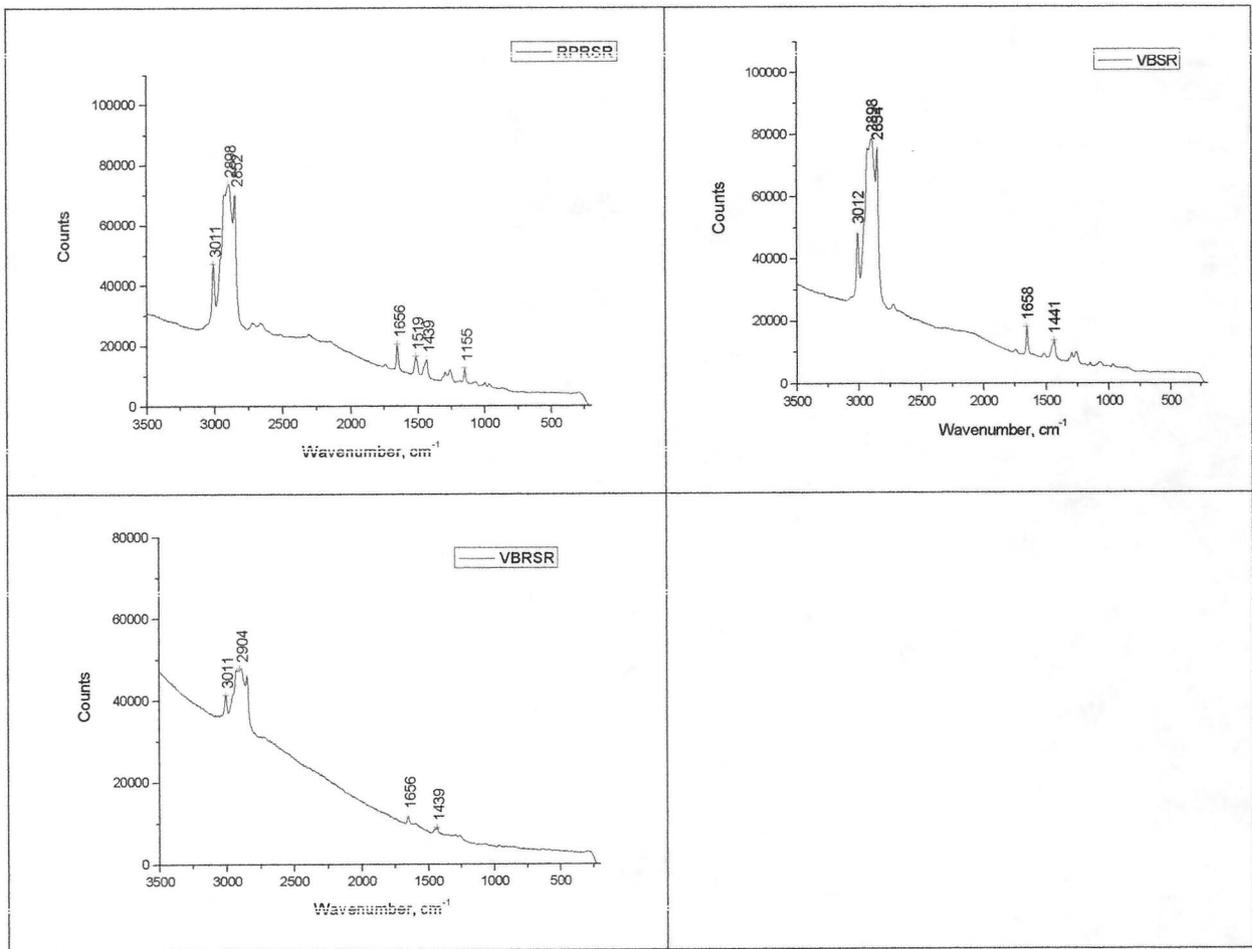


Figura N° 9. Espectros Raman correspondientes a nueces Serr, temporada 2007.

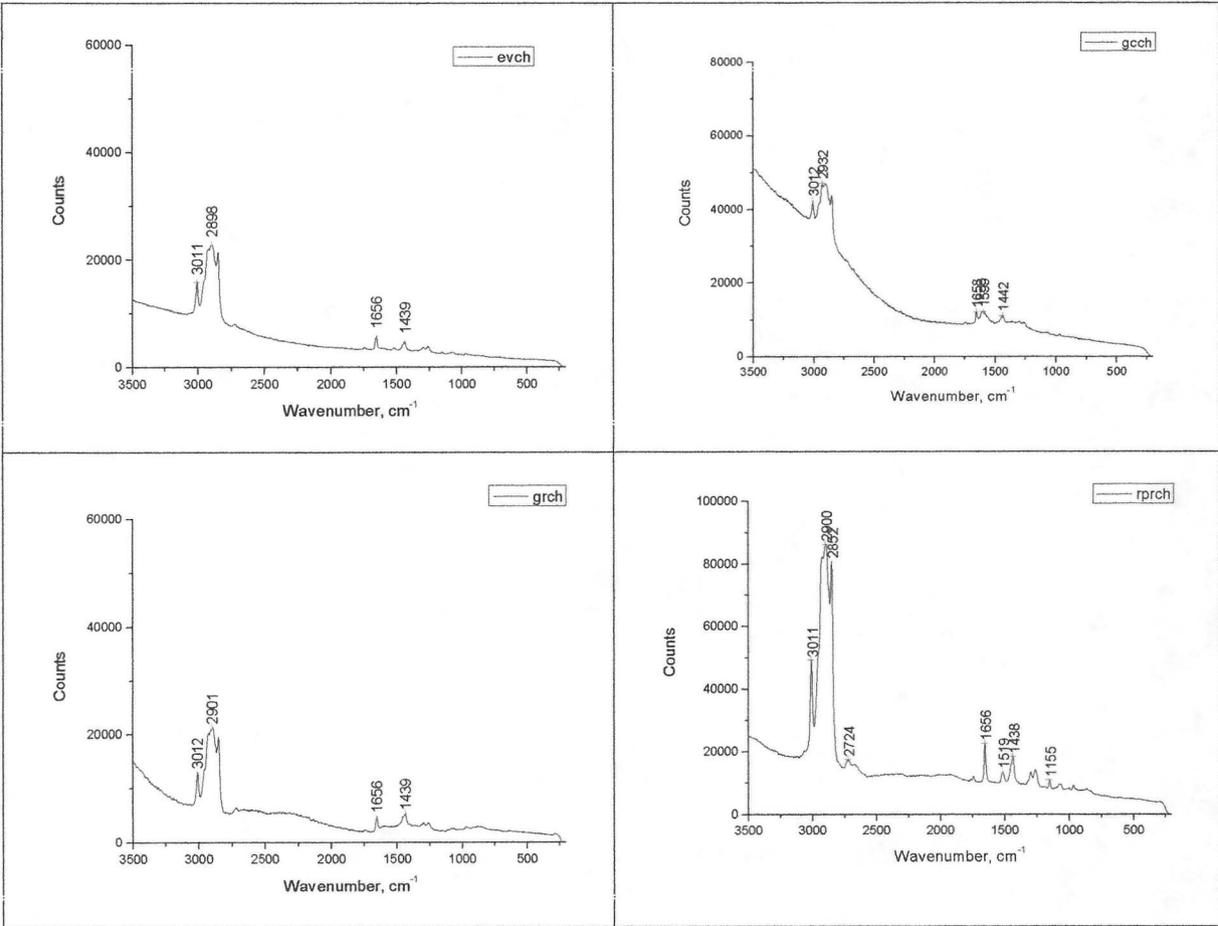


Figura N° 10. Espectros Raman correspondientes a nueces Chandler, temporada 2007.

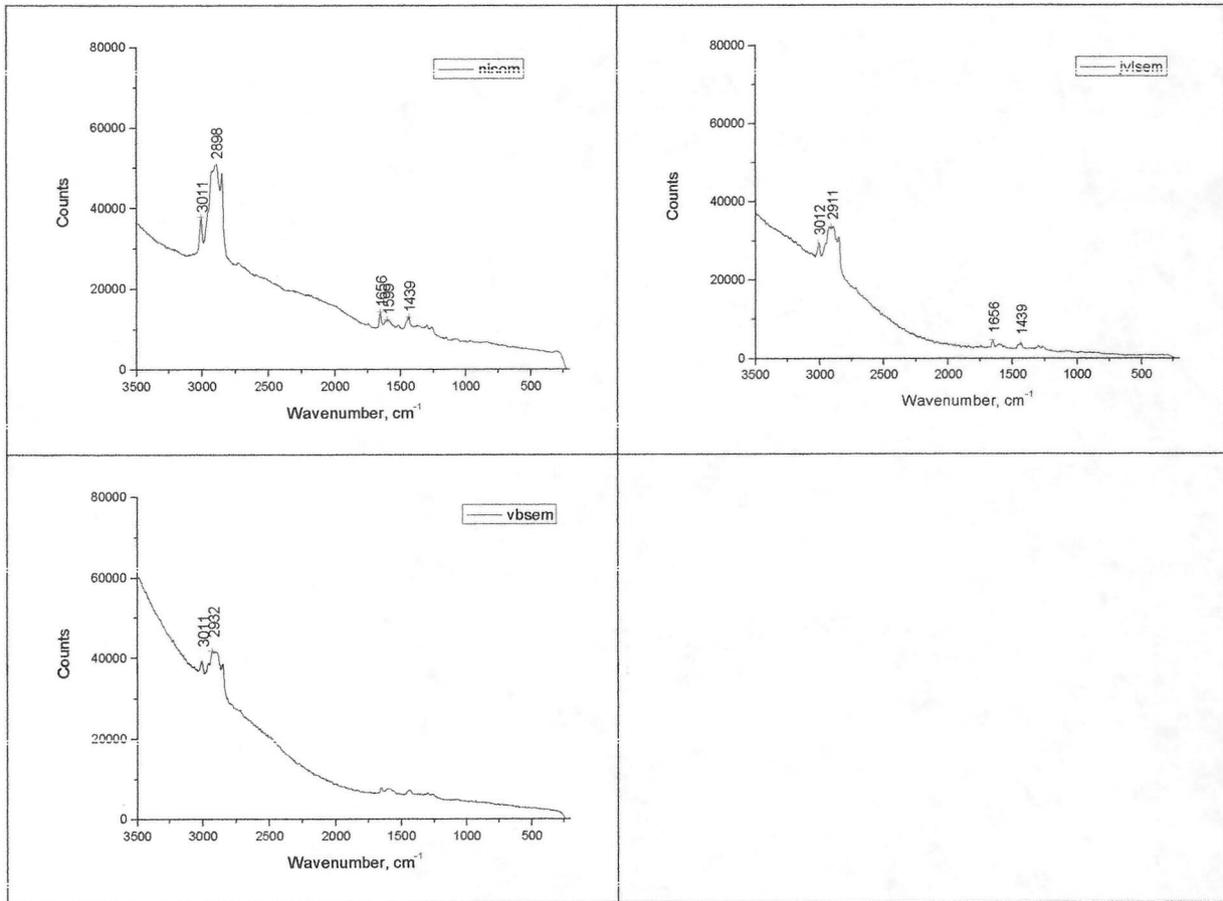


Figura N° 11. Espectros Raman correspondientes a nueces Semilla, temporada 2007.

En las muestras de la temporada del 2007 se observan las mismas características espectrales en las muestras, con cambios en las abundancias relativas de las especies entre las zonas estudiadas para las tres variedades de nueces.

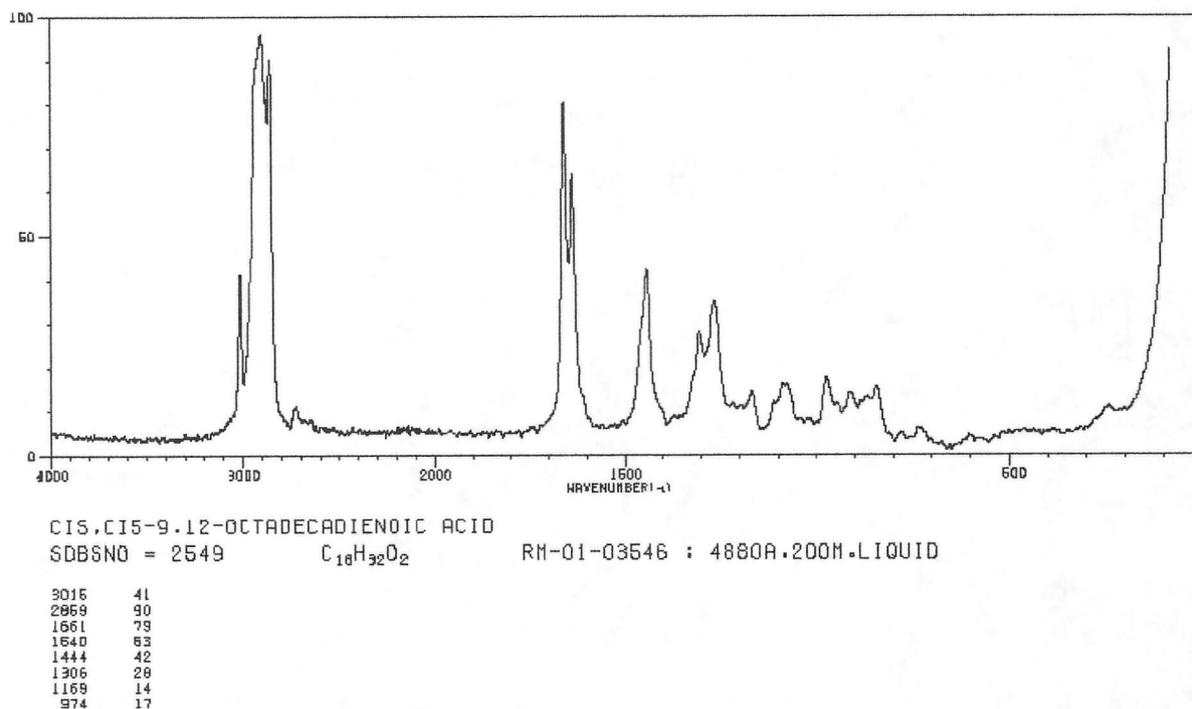


Figura N° 12. **Raman ácido linoleico** ($\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_4\text{-(CH=CH-CH}_2\text{)}_2\text{-(CH}_2\text{)}_6\text{-COOH}$)

4.4. Análisis Sensoriales

El objetivo general era poder establecer la pertinencia de los análisis sensoriales en la identificación y caracterización de las nueces. Como objetivos particulares el de una primera aproximación a establecer las condiciones básicas para realizar la evaluación sensorial de nueces chilenas, que incluya definir las condiciones de presentación de las muestras, un primer vocabulario para la caracterización sensorial, los principales parámetros a medir, los tipos de test que se pueden llevar a cabo y finalmente una caracterización organoléptica previa de las variedades de nueces en estudio.

4.4.1 Generación de Terminología Descriptiva

La primera etapa consistió en evaluar los aspectos y/o características físicas de las nueces, tanto de la cáscara como la mariposa (Cuadro N° 23 A y B), también se describieron los aromas de las muestras en cuestión por vía directa, solicitándole a los degustadores que generaran términos descriptivos de las sensaciones percibidas.

Cuadro N° 23. Descriptores generados por el panel experto para las muestras de nueces.

A) Evaluación de Cáscara

cáscara			
Tamaño	chico	Materia extrañas	si
	grande		no
Simetría	deforme	Restos de polen	si
	uniforme		no
Rugosidad	lisa	Sello	bueno
	rugosa		malo
Forma	redonda	Sutura	delgada
	piramidal		gruesa
	ovaiada	Cáscara	grueso
	cuadrada		delgada
Color	claro	Llenado	bueno
	oscuro		malo
Mancha	limpia	Peso	liviana
	manchada		pesada

B) Evaluación de Mariposa

Mariposa	
Color	extra clara
	clara
	oscuro
Tamaño	chico
	grande
Forma	deforme
Desarrollo	subdesarrollo
	completo
Venas	marcadas
	no marcadas
Daño mecánico	si
	no

A partir de la evaluación de 10 muestras de nueces se generaron un total de 43 términos descriptivos, siendo 18 descriptores para el atributo aroma y 25 descriptores en boca como se señala en el cuadro N° 24

Cuadro N° 24. Descriptores generados por el panel experto para las muestras de nueces.

N°	Aroma	Sabor
1	Aceite	Aceite
2	Acido	Amargo
3	Azumago	Astringente
4	Café	Barro
5	Caramelo	Cremoso
6	Fuerte	Crujiente
7	Harina	Cuero
8	Humo	Dulce
9	Maní	Flores
10	Mantequilla	Fuerte
11	Miel	Harina
12	Nuez	Hierbas
13	Oleoso	Maní
14	Madera	Mantequilla
15	Polvo	Miel
16	Rancidez	Nuez
17	Sucrosa	Oleosa
18	Tierra	Pastosa
19		Picante
20		Plano
21		Rancidez
22		Salado
23		Tierra
24		Trigo
25		Vegetal

Se elaboraron los estándares aromáticos de acuerdo a las descripciones creadas por el panel experto (Cuadro N° 25), estos fueron evaluados y reconocidos por el panel.

Este primer grupo de descriptores se trabajó para producir una terminología final que permita describir las distintas muestras de nueces nacionales en la toma formal de datos.

Cuadro N° 25. Descriptores elaborados en la etapa de entrenamiento del panel experto.

N°	Descriptor	Estándar
1	Ahumado	Escencia ahumado
2	Azumago	TCA
3	caramelo	Azúcar caramelizada
4	Café	Café
5	Chocolate	Chocolate
6	Harinoso	Harina
7	Madera	Chips de madera
8	Mantequilla	Mantequilla
9	Miel	Miel
10	Rancio	Manteca
11	Tierra	Geosmina

En la toma formal de datos, donde las muestras fueron evaluadas por medio de un test de Scoring, se analizó la frecuencia del uso de cada uno de los términos para cada muestra, es decir, cuántos jueces utilizaron el mismo término para una determinada muestra y se seleccionaron aquellos con una mayor frecuencia, permitiendo caracterizar aromáticamente, vía directa, cada muestra (Cuadro N° 26).

Cuadro N° 26: Descriptores seleccionados según frecuencia. Total de panelista = 8 = 100%

N°	Estándar	Repetición	Porcentaje (%)
1	Aceite	3	37.5
2	Madera	3	37.5
3	Tierra	3	37.5
4	Harina	5	62.5
5	Dulce	6	75
6	Pimienta	6	75
7	Rancidez	6	75

4.4.2. Caracterización sensorial de las muestras.

Esta etapa consistió en evaluar los atributos gustativos de astringencia, dulzor, rancidez e intensidad de aroma mediante un test de ranking posicionando las muestras de menor a mayor intensidad según la percepción de los sentidos. Se analizó el ranking de los atributos con el software Senstools, mediante ANOVA el cual permite establecer para las muestras si existe o no diferencias entre sus características (Cuadro N° 27).

A continuación se presentan las correspondientes tablas para el test de ranking de las muestras en cuartos (27.A) y molidas (27.B) para las tres variedades Serr, Semilla y Chandler.

Cuadro N° 27. Tablas ANOVA de las tres variedades evaluadas.

A) Muestras en cuartos:

LSD Levels					
Atributos	F	p	<= 0.05	<= 0.01	<= 0.001
intensidad	2,5	0,13	1,15	1,64	2,37
dulzor	2,5	0,13	1,15	1,64	2,37
rancidez	0,14	0,87	1,39	1,98	2,86
astringencia	2,83	0,11	1,13	1,6	2,32

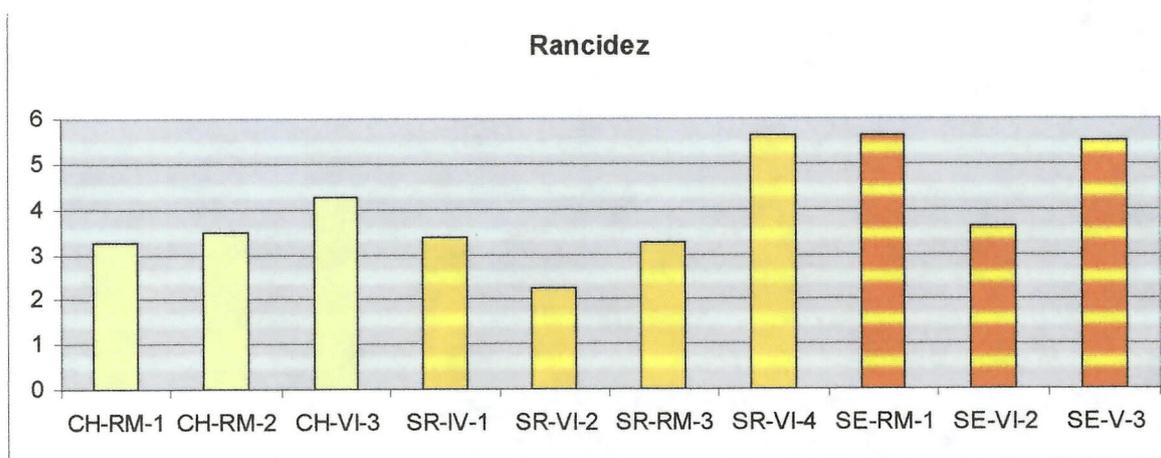
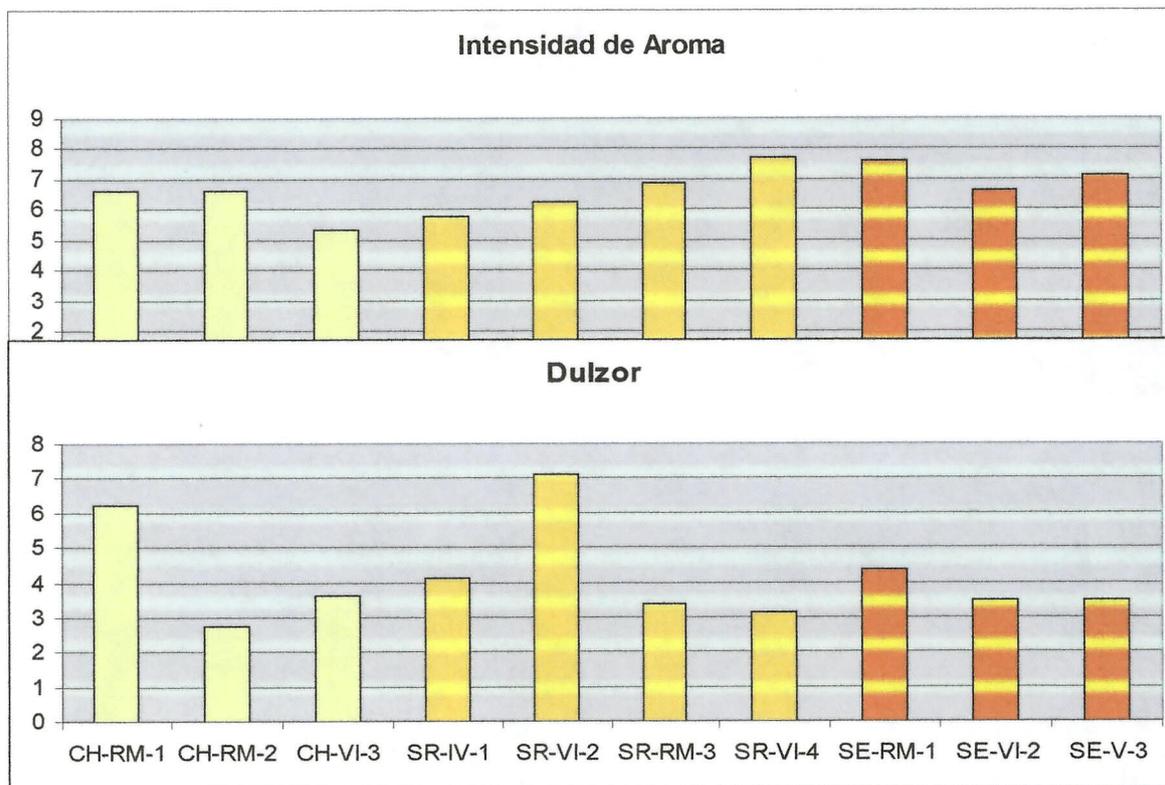
B) Muestras molidas:

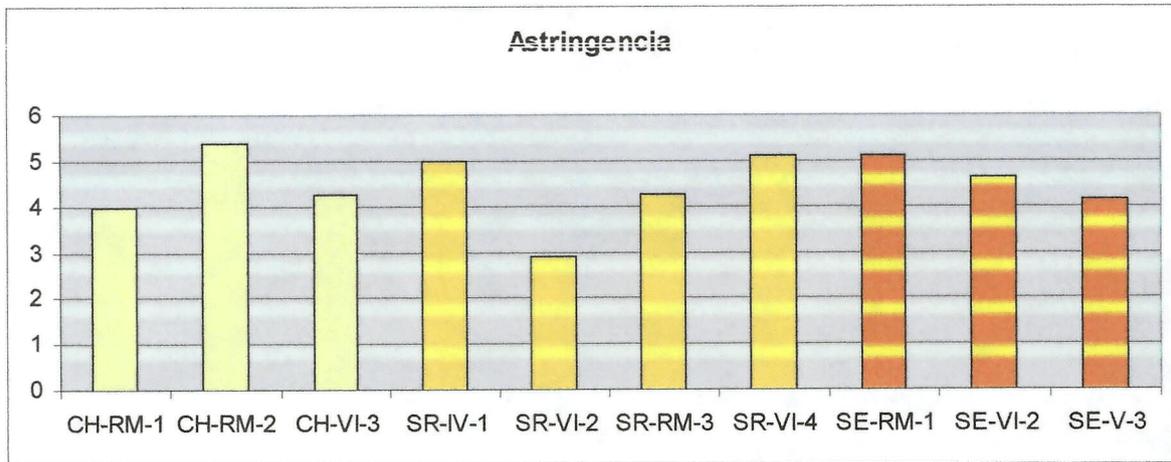
LSD Levels					
Atributos	F	p	<= 0.05	<= 0.01	<= 0.001
intensidad	4	0,05	1,05	1,49	2,16
dulzor	5,59	0,02	0,97	1,38	1,99
rancidez	2,83	0,11	1,13	1,6	2,32
astringencia	1,21	0,34	1,26	1,8	2,6

Con estas tablas podemos observar que la percepción de los atributos se facilita mayormente en las muestras molidas, ya que encontramos un valor $p = 0.05$ para el atributo intensidad de aroma y un valor $p = 0.02$ para el dulzor, siendo el valor p el que indica el nivel de significación estadística, indicando cuan seguro estamos de un resultado en particular; con un 95% de confiabilidad.

4.4.3 Perfil de libre elección

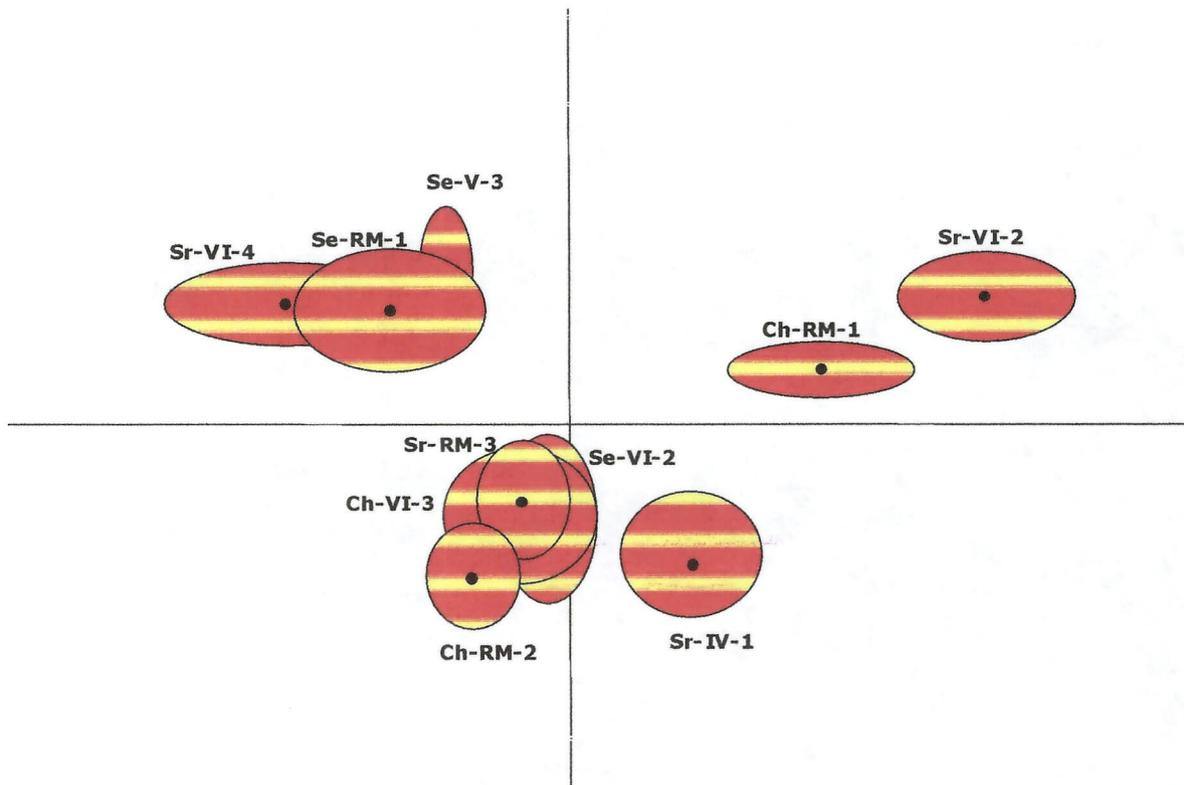
Para la realización de este método, se otorgaron cuatro atributos al panel experto: intensidad de aroma, dulzor, rancidez y astringencia. Sin embargo cada uno de los panelista podía otorgar otros descriptores a las muestras según criterio personal.



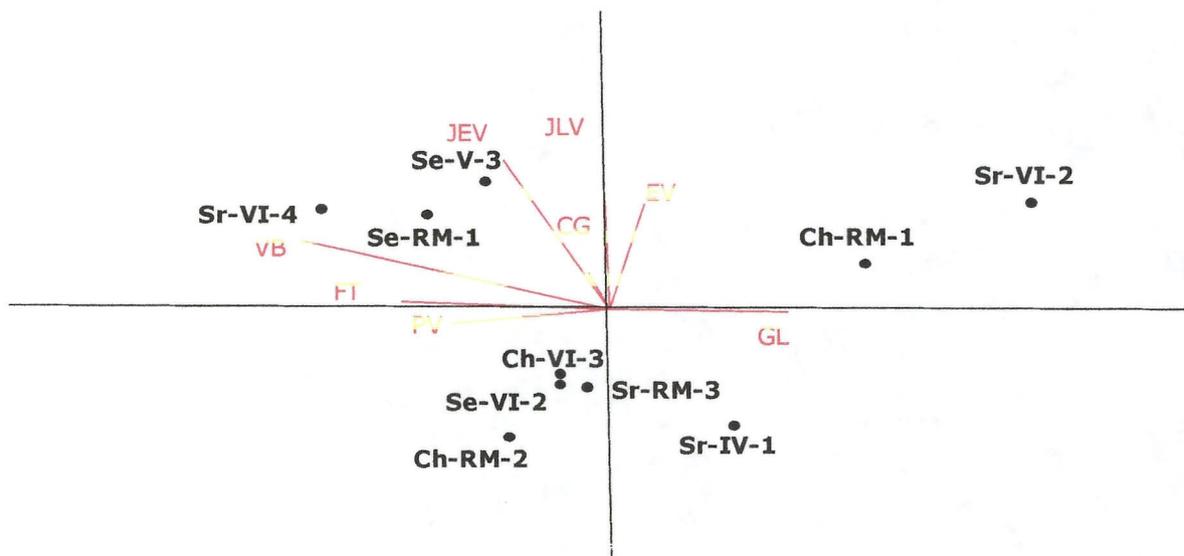


Análisis de varianza

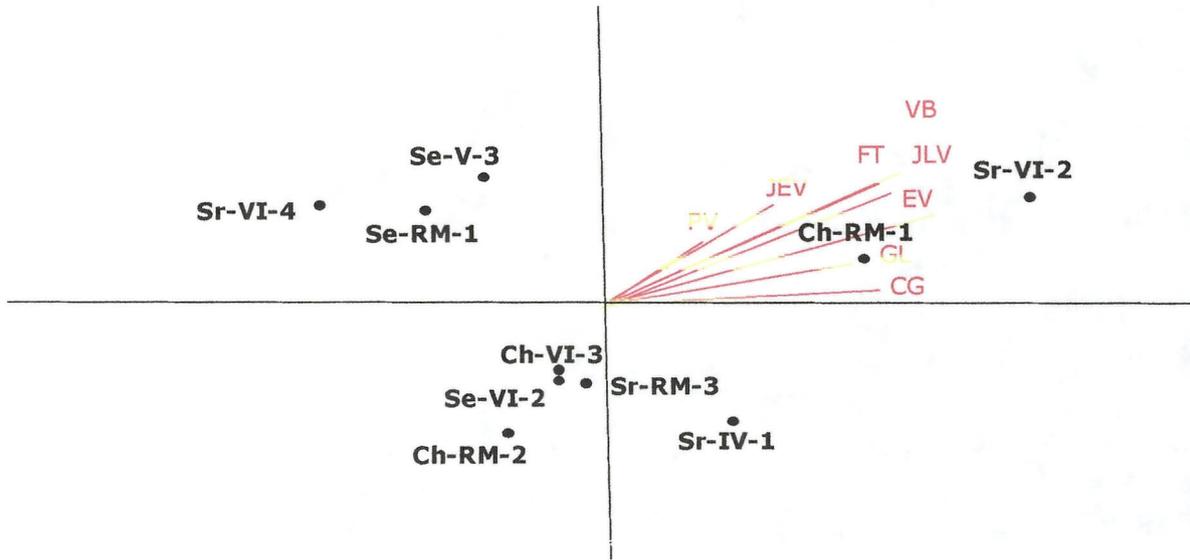
LSD Levels					
Átributos	F	p	<= 0.05	<= 0.01	<= 0.001
intensidad de aroma	1,96	0,06	1,51	2,01	2,61
dulzor	5,23	0	1,75	2,33	3,02
rancidez	3,5	0	1,79	2,37	3,08
astringencia	2,05	0,05	1,47	1,95	2,53



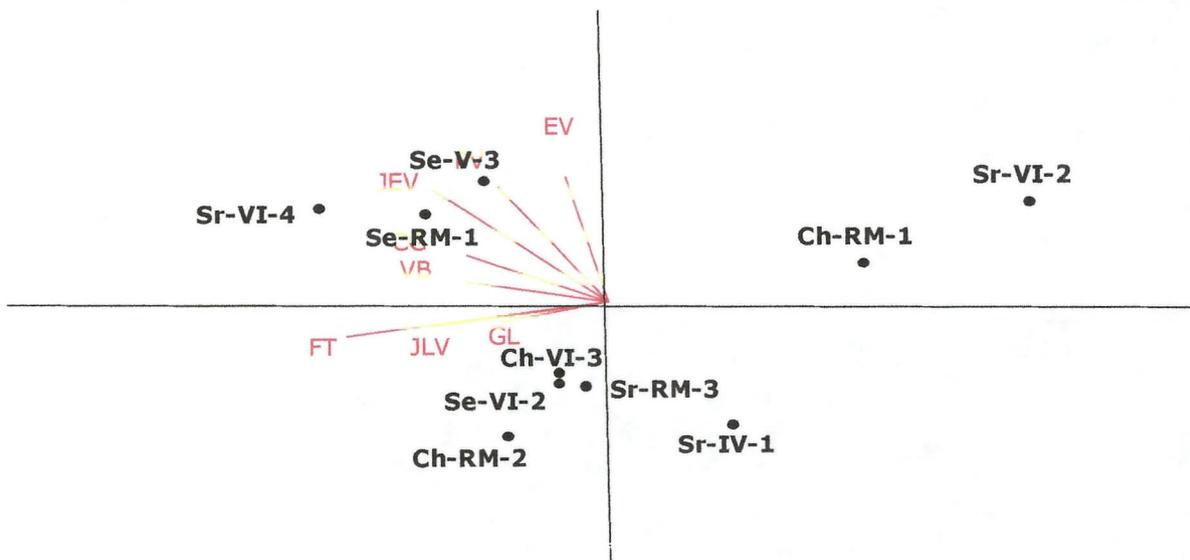
Plano Intensidad de Aroma



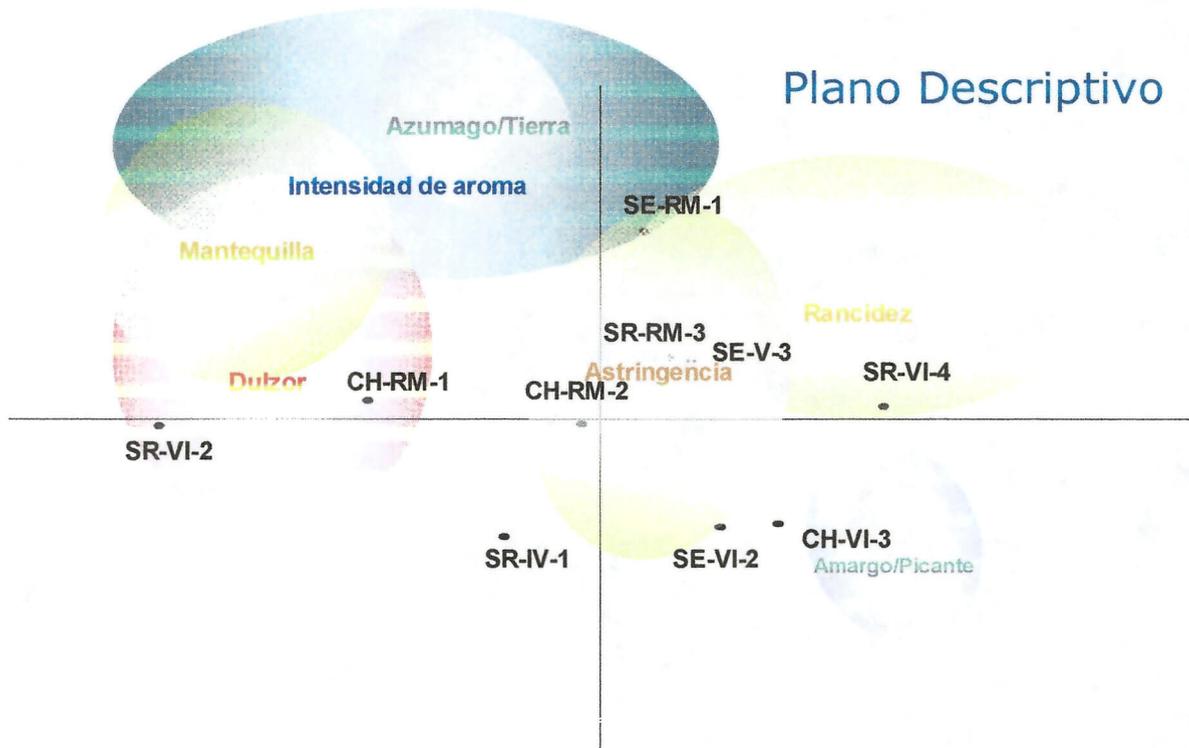
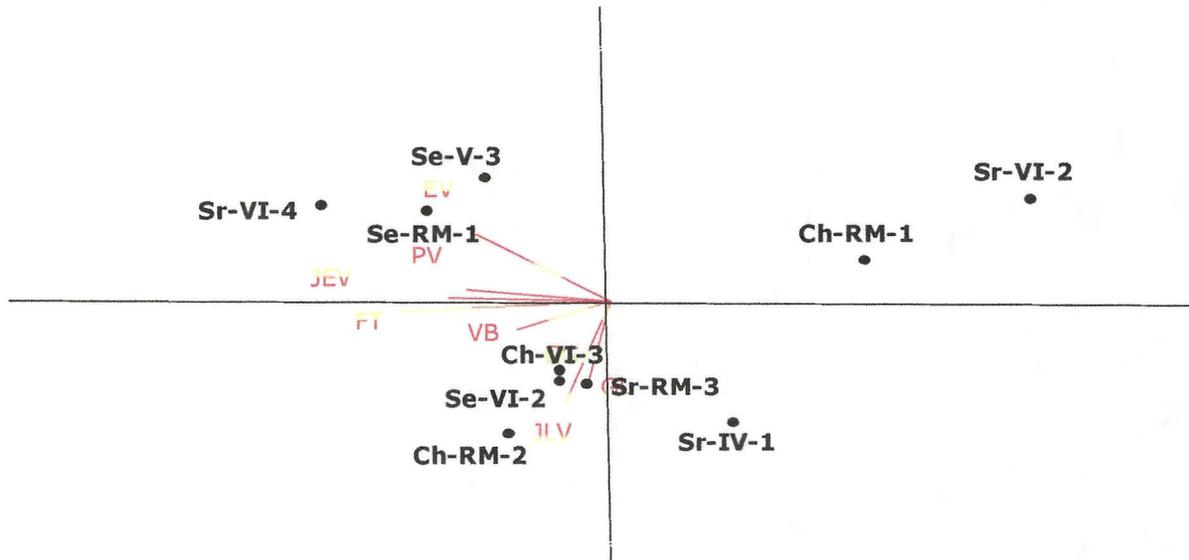
Plano Dulzor



Plano Rancidez



Plano Astringencia



4.4.3. A continuación se exponen los resultados del análisis sensorial Etapa segunda donde utilizamos las muestras provenientes de la temporada 2007

4.4. 3. 1. Análisis de medias

4.4. 3. 1. 1. Tabla de Medias

El cuadro N° 28 muestra los valores medios de intensidad para cada atributo para cada una de las muestras.

	Dulzor	Astringencia	Rancidez	Amargo	Mantequilla	Lechoso	Caramelo	Madera	Picor	Encina
GD-SE-RM	3,21	3,48	0,63	1,96	2,44	2,59	0,82	1,04	0,40	0,13
NI-SE-RM	2,86	5,07	0,86	3,50	1,36	2,00	0,93	1,64	0,79	0,93
GL-SE-RM	3,75	4,04	0,69	2,25	1,63	2,07	0,97	1,07	0,41	0,38
EV-CH-RM	2,73	3,69	1,01	1,63	2,10	2,60	0,75	0,57	0,50	0,22
AO-SR-RM	3,13	3,66	0,17	1,79	1,95	1,93	0,71	0,72	0,34	0,35
PRT-SR-RM	3,24	3,76	0,53	1,50	1,99	2,28	0,60	0,89	0,44	0,04
JV-SR-RM	3,63	3,44	1,38	1,76	1,76	2,38	0,94	0,88	0,63	0,50
GC-CH-VI	3,70	3,33	0,60	1,66	1,83	2,45	0,53	1,17	0,30	0,17
GR-CH-VI	3,70	3,33	0,60	1,66	1,83	2,45	0,53	1,17	0,30	0,17
JS-SR-VI	3,10	4,32	0,57	2,59	1,18	2,48	0,57	1,08	0,46	0,28
AJ-SR-VI	2,97	3,79	1,35	1,91	1,47	1,94	0,97	1,04	0,22	0,25
JLV-SR-VI	3,07	3,38	0,51	1,25	2,25	2,94	0,69	1,25	0,25	0,00
JLV-SE-VI	3,69	4,10	0,79	1,91	1,69	1,63	0,47	1,10	0,63	0,16

4.4. 3. 1. 2. Medias por Atributo

La Figura N° 13 muestra el valor promedio para cada atributo utilizado en la caracterización de las muestras. Es posible observar que el atributo encina es aquel con la menor intensidad promedio dentro del set de muestras, mientras que el atributo astringencia es el que presenta la mayor intensidad promedio. Esta información nos permite comprender cuales son los atributos sensoriales que tienen mayor peso en la caracterización de las muestras en estudio.

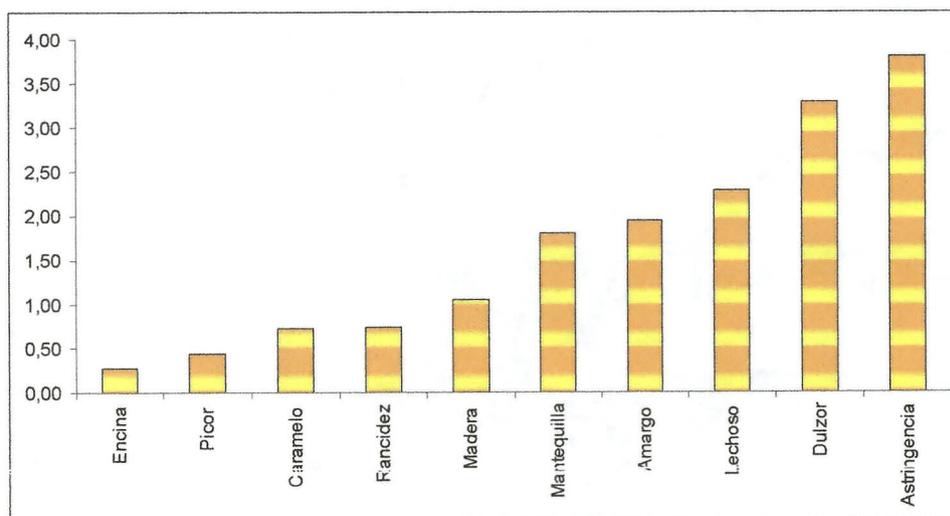


Figura n° 13. Medias de los atributos utilizados

4.4. 3. 1. 3. Medias de los atributos por región de procedencia

Las Figuras N° 14 y 15 muestra el valor promedio para cada atributo por muestra para las dos regiones de origen estudiadas, observándole una gran diversidad de intensidad en los atributos entre las muestras.

Al observar los gráficos es posible identificar aquellas muestras que poseen las mayores intensidades para cada atributo.

En la Figura N° 16 se grafican los promedios por región y sus respectivas desviaciones estándar, observándose que no existen diferencias significativas entre las regiones de procedencia para ninguno de los atributos en estudio.

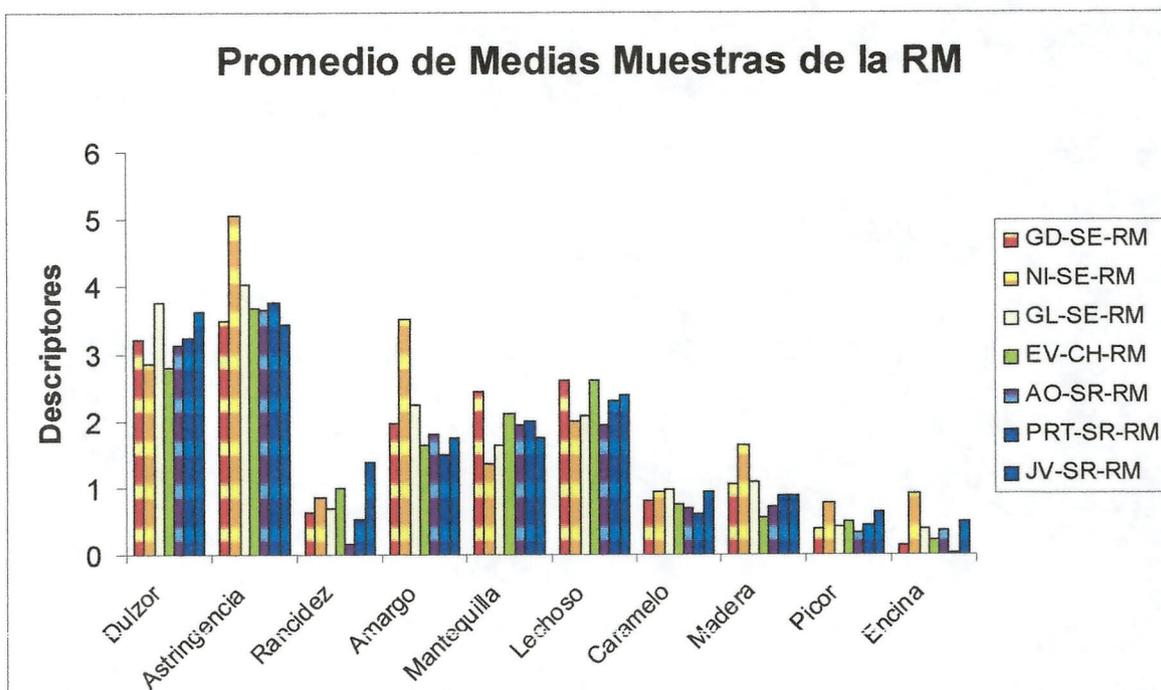


Figura N° 14. Medias de los atributos Región Metropolitana

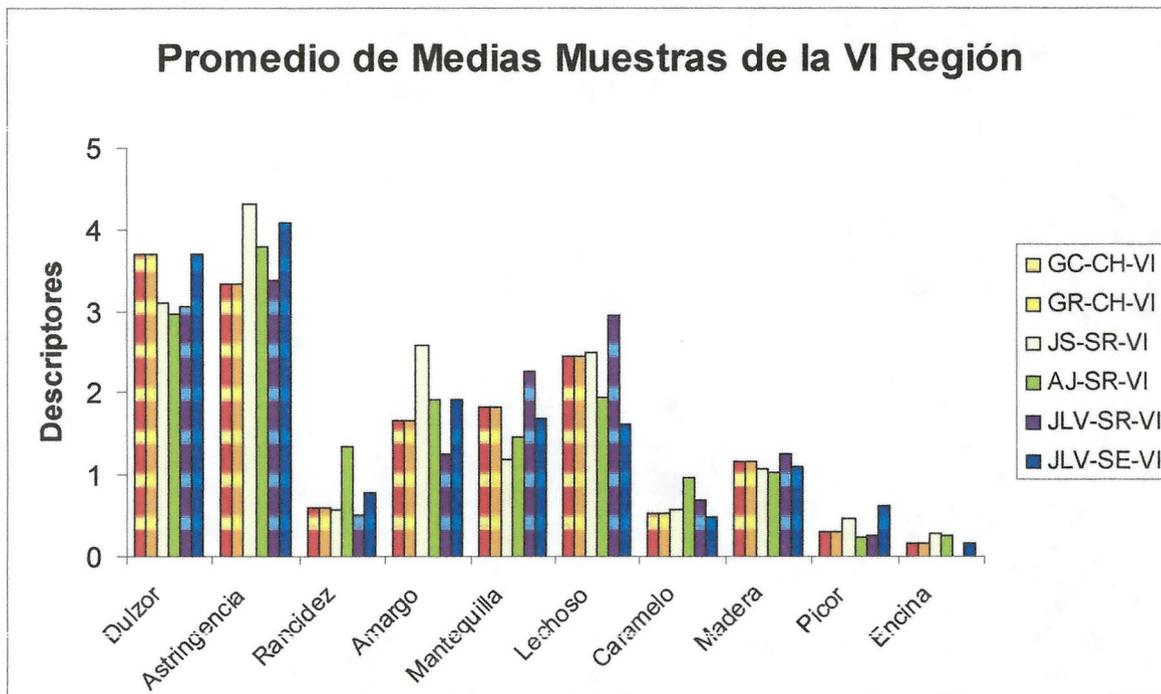


Figura N° 15. Medias de los atributos VI Región.

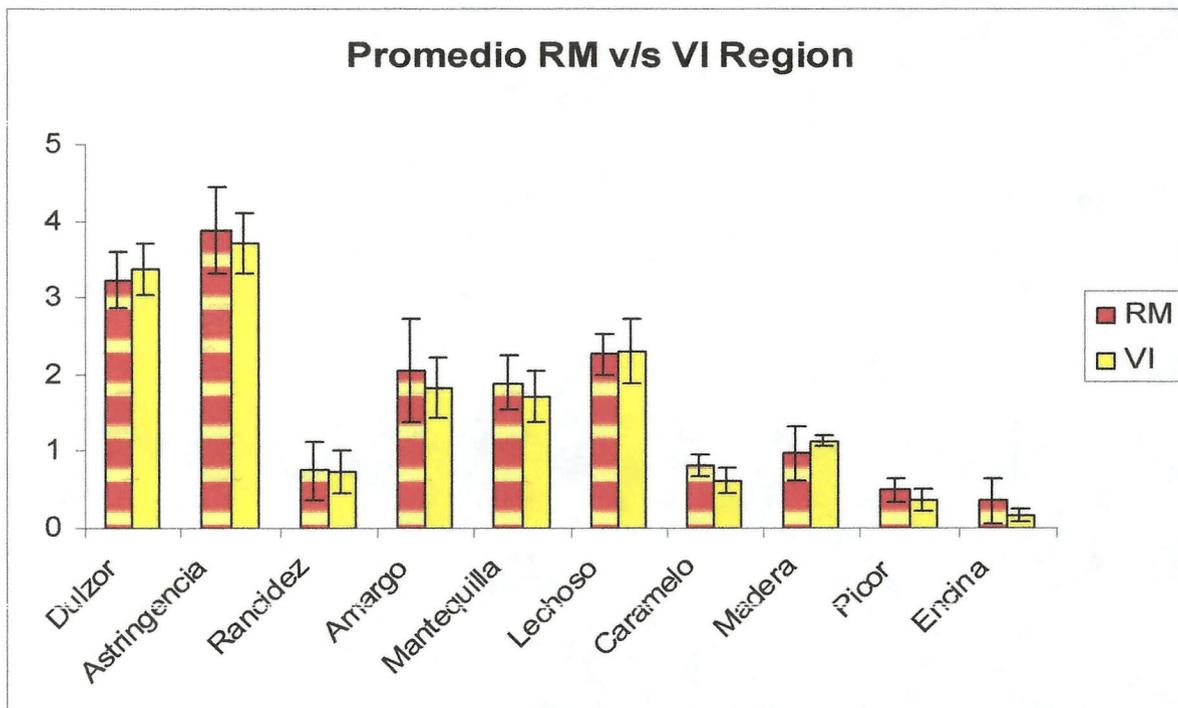


Figura N° 16. Comparación de Medias y DS entre regiones de procedencia

4.4. 3. 1. 4. Medias de los atributos por variedad

La Figura N° 17 muestra la comparación entre medias y sus respectivas desviaciones estándares según la variedad estudiada. Se puede observar que las distintas variedades no presentan diferencias significativas entre ellas respecto a los atributos sensoriales estudiados.

4.4. 3. 2. RANOVA

Los resultados fueron analizados mediante (Cuadro N° 29). La interpretación de los resultados nos indica que los degustadores fueron una fuente de variación significativa para la mayoría de los atributos (valores $p_{\text{ass}} < 0,05$), lo que se explica debido a que los degustadores utilizaron diferentes sectores de la escala, fenómeno frecuente en evaluación sensorial y que no interfiere en el análisis e interpretación de los resultados.

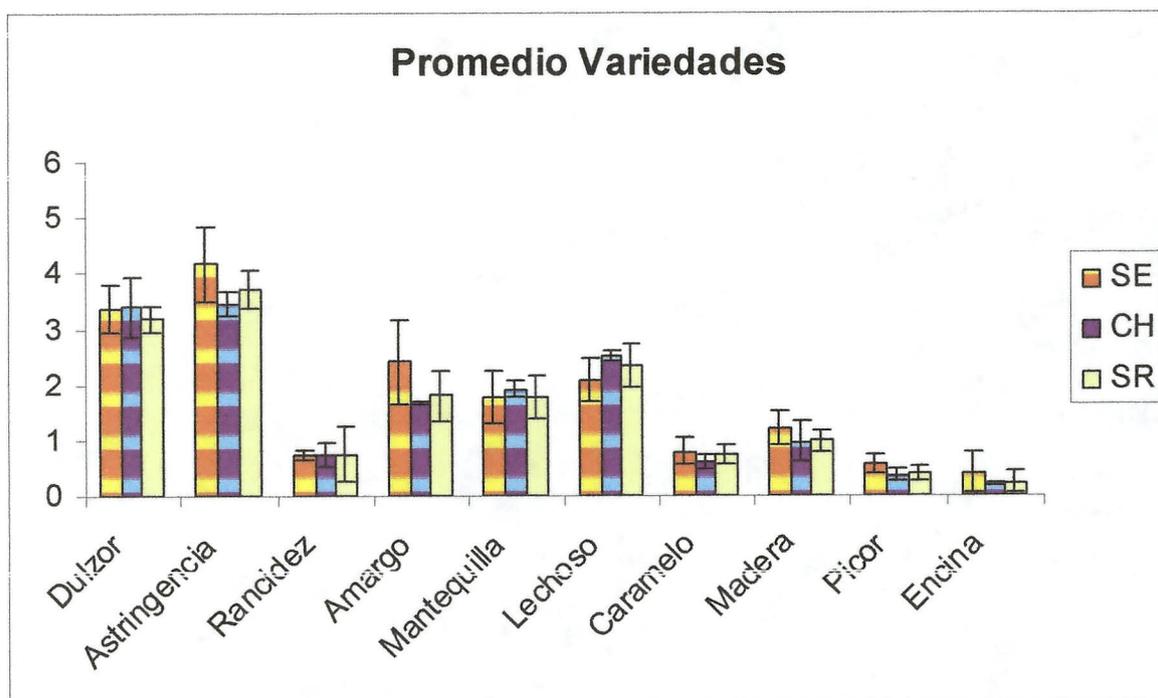


Figura N° 17. Comparación de Medias y DS entre variedades.
SE: Variedad Semilla; CH: variedad Chandler; SR: variedad Serr

Por otra parte, la mayoría de los descriptores fueron discriminantes (valores $p_{obj} < 0,05$) a excepción de los descriptores Mantequilla ($p = 0.27$), Lechoso ($p = 0.42$), Picor ($p = 0.80$) y Encina ($p = 0.09$). Los descriptores discriminantes son aquellos en los cuales deberemos prestar mayor atención al momento de caracterizar las muestras en estudio mediante Análisis de Componentes Principales-.

Cuadro N° 29. Análisis de varianza de los descriptores evaluados en la toma formal de datos.

	F obj	p obj	F ass	p ass	F int	p int	F int obj	p int obj	F int ass	p int ass
Dulzor	1,96	0,04	19,81	0,00	1,55	0,02	1,27	0,25	12,77	0,00
Astringencia	1,95	0,04	12,36	0,00	1,34	0,08	1,46	0,16	9,25	0,00
Rancidez	2,61	0,00	6,14	0,00	1,27	0,13	2,06	0,03	4,84	0,00
Amargo	2,91	0,00	30,10	0,00	1,22	0,17	2,39	0,01	24,69	0,00
Mantequilla	1,24	0,27	18,38	0,00	1,24	0,15	1,00	0,46	14,85	0,00
Lechoso	1,04	0,42	18,95	0,00	1,20	0,19	0,86	0,59	15,79	0,00
Caramelo	2,32	0,01	10,15	0,00	2,90	0,00	0,80	0,65	3,50	0,00
Madera	2,50	0,01	17,79	0,00	2,19	0,00	1,14	0,34	8,14	0,00
Picor	0,64	0,80	23,22	0,00	0,67	0,97	0,95	0,50	34,41	0,00
Encina	1,66	0,09	10,52	0,00	1,33	0,08	1,25	0,27	7,88	0,00

4.4. 3. 3 *Análisis de componentes principales (PCA)*

Se realizó un PCA con los descriptores en estudio de manera de generar un plano descriptivo que nos permita identificar posibles grupos de muestras (Figura N° 18)

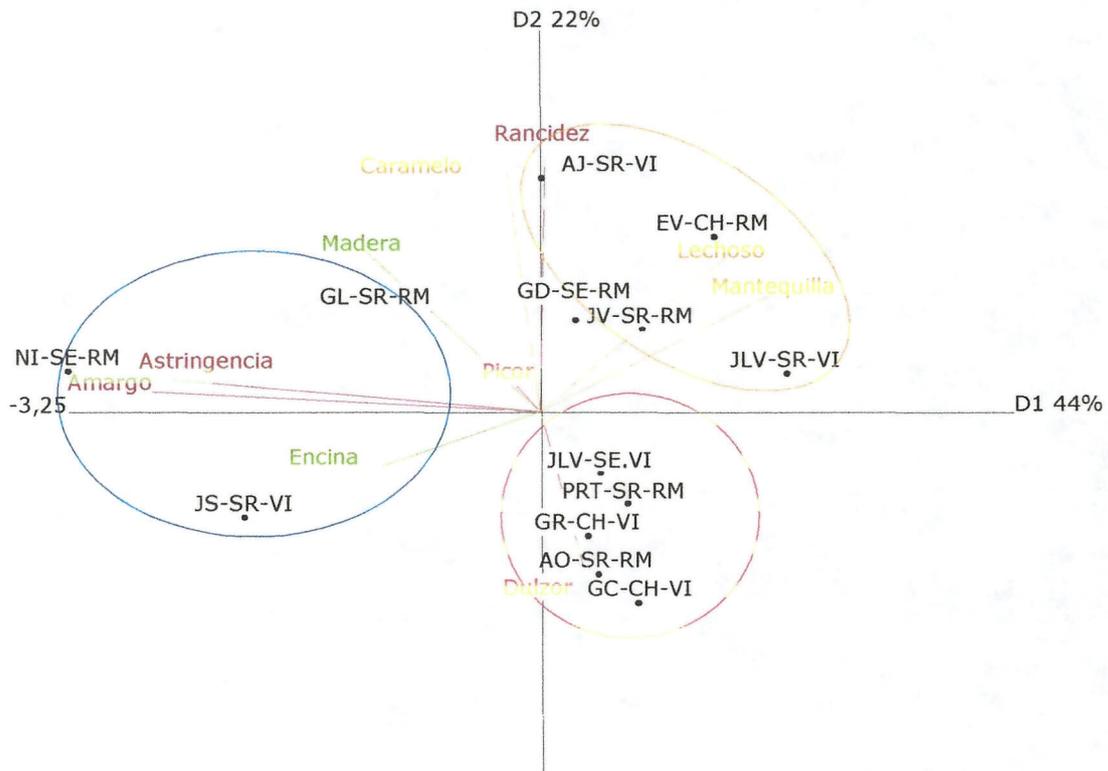


Figura N° 18. PCA Dim1 (44%) v/s Dim2 (22%). 10 atributos, 8 panelistas en duplicado

El Análisis de Componente Principales es una técnica matemática que permite a partir de la información inicial, generar nuevas dimensiones llamadas Componentes Principales y que permiten resumir la variabilidad original de los datos. Así, al analizar los datos se generó un primer componente principal que reúne un 44% de la variabilidad original (Dim1) y un segundo componente principal que explica un 22% de la variabilidad original (Dim2). Así, en la Figura N° 18 tenemos resumida un 66% de toda la variabilidad sensorial de las muestras, y podemos proyectar la posición de los productos y los atributos originales.

De este análisis podemos observar que existen tres grandes grupos de muestras:

- las asociadas a una mayor intensidad de astringencia, amargor y encina, encerradas por un círculo azul (NI-SE-RM; GL-SR-RM y JS-SR-VI)
- las asociadas principalmente a una mayor intensidad de dulzor (JLV-SE-VI, PRT-SR-RM, GR-CH-VI, AO-SR-RM y GC-CH-VI)
- y las asociadas a los atributos lechoso, mantequilla y rancidez (AJ-SR-VI, EV-CH-RM, GC-SE-RM, JV-SR-RM y JLV-SR-VI).

Al analizar el plano descriptivo, no es posible observar relación de estos grupos con el origen de las muestras (región metropolitana y VI) ni con la variedad de nuez.

4.4. 3. 4. Análisis y comparación resultados temporada 2006 y 2007

Las dos principales variables asociadas a las muestras, origen y variedad, no mostraron ser una fuente de variación significativa en ninguna de las dos temporadas, tanto en el análisis mediante panel experto (temporada 2006) ni con panel entrenado (temporada 2007).

En el cuadro N° 19 se listan las muestras que fueron evaluadas el 2006 y el 2007 y en la Tabla N° 8 la comparación de sus características entre ambas temporadas.

Cuadro N° 19. Muestras evaluadas el 2006 y el 2007.

Muestra	Productor	Variedad	Región	Código
1	Edmundo Valderrama	Chandler	RM	EV-CH-RM
2	German Reyes	Chandler	VI	GR-CH-VI
3	Nicolas Ianusi	Semilla	RM	NI-SE-RM
4	Agrícola Julia	SERR	VI	AJ-SR-VI
5	Agustin Ossa	SERR	RM	AO-SR-RM
6	Jorge Soto	SERR	VI	JS-SR-VI

Cuadro N° 20. Muestras evaluadas el 2006 y el 2007.

Muestra	Código	Temporada 2006	Temporada 2007
1	EV-CH-RM	Aparece equilibrada en el PDAGP1* y con atributos de intensidad aromática, amargo y astringencia PDAGP2**	En el PDACP^ aparece asociado a lechoso y mantequilla
2	GR-CH-VI	En PDAGP1 aparece asociada a amargo/picante y en el PDAGP2 asociada a dulzor, mantequilla y rancidez	Caracterizada por dulzor
3	NI-SE-RM	En PDAGP1 es la de mayor intensidad a Azumago/Tierra e intensidad de aroma, mientras que en PDAGP2 se asocia a amargo y astringencia.	Es la mas intensa en amargo y astringencia
4	AJ-SR-VI	La más rancia de todas, confirmada en ambos planos	Alta intensidad de rancidez y caramelo
5	AO-SR-RM	Equilibrada en PDAGP1 y la de mayor intensidad en aromas dulces en PDAGP2	Dulce
6	JS-SR-VI	Mantequilla y dulzor	Encina, amargo y astringencia

* PDAGP1: Plano descriptivo por Análisis Generalizado Procrustes Temporada 2006. Corresponde al Gráfico N° 5 del Informe de Resultados N° 1. Explica un total de 53,42% de la variabilidad original de los datos.

**PDAGP2: Plano descriptivo por Análisis Generalizado Procrustes Temporada 2006. Corresponde al Gráfico N° 6 del Informe de Resultados N° 1. Explica un total de 28,3% de la variabilidad original de los datos.

^PDACP: Plano descriptivo por Análisis de Componentes Principales Temporada 2007. Corresponde a la Figura N° 6 del Informe de Resultados N° 2. Explica un total de 66% de la variabilidad original de los datos.

Se puede observar que existen muy pocas similitudes entre las características observadas de una temporada a otra, a excepción de la muestra AJ-SR-VI que es la más rancia en ambas temporadas. Para el resto de las muestras, las características sensoriales varían sin presentar un patrón de conducta.

5. CONCLUSIONES

5.1 Conclusiones de la parte sensorial

Queda demostrado que la evaluación sensorial puede ser una herramienta capaz de establecer diferencias y similitudes entre diversas muestras de nueces, lo que permitiría caracterizar las nueces chilenas.

Se generó un vocabulario descriptivo mediante panel entrenado y panel experto que podrá utilizarse en posteriores caracterizaciones sensoriales de nueces (cuadro N° 24 y cuadro N° 23). A partir de nuestros resultados pudimos construir el primer léxico para la nuez desarrollado en Chile (cuadro N° 30). Este es un léxico preliminar sobre el cual debe seguir rebajándose.

El análisis sensorial descriptivo y los atributos sensoriales permitieron caracterizar las muestras en estudio, como lo demuestra el poder de discriminación presentado por la mayoría de los atributos sensoriales (Ranova, cuadro N° 26).

Las muestras estudiadas en la Temporada 2007 se agruparon en tres grandes grupos de acuerdo a sus características sensoriales: muestras caracterizadas por gusto dulce; muestras caracterizadas por atributos aromáticos de mantequilla y sabor rancio y lechoso; y muestras caracterizadas por aromas maderosos, gusto amargo y sensación astringente.

La variable "Origen" (Región Metropolitana y VI región) no correspondió a una fuente de variación sensorial significativa y no mostró relación entre origen y características sensoriales.

La variable "Variedad" (Serr, Chandler y Semilla) tampoco mostró ser una fuente de variación sensorial significativa. En este caso en particular se habría esperado una mayor relación entre los atributos sensoriales y la variedad de nuez, como se ha observado en otros tipos de frutos. Este punto abre la discusión sobre la necesidad de contar con un diseño experimental apropiado para los futuros trabajos de investigación que permita aislar las variables en estudio.

La variable "Temporada" que fue analizada con las muestras que fueron evaluadas tanto por panel experto (muestras temporada 2006) y panel entrenado (muestras temporada 2007) tampoco presenta una consistencia en el tiempo en las características sensoriales a excepción de la muestra AJ-SR-VI que es la que presenta mayor rancidez en ambas temporadas.

No se pudo explicar las diferencias sensoriales (que son estadísticamente significativas) con las variables que se manejaron en el estudio (origen y variedad), sugiriendo que la composición físico-química (la cual es de gran interés estudiar para poder correlacionarlas con las variables sensoriales) de los frutos está directamente relacionada con otras variables del cultivo y proceso de producción de nueces, que deberán ser estudiadas.

Cuadro N° 30. Primer Léxico para el fruto de nogal inglés, desarrollado en Chile

Léxico Atributos Sensoriales Nueces		
Tipo	Primer Nivel	Segundo Nivel
Aromas y Sabores	Ahumado	Humo
	Caramelizado	Caramelo
		Chocolate
		Miel
		Toffe
	Defecto	Azumago
		Cuero
		Humedad
		Polvo
		Rancidez
		Tierra
	Floral	Floral
	Frutoso	Frutoso
	Oleoso	Aceite
Maní		
Mantequilla		
Maderizado	Madera	
Tostado	Café	
	Tostado	
Vegetal	Hierbas	
	Trigo	
Sensaciones de Boca	Gustos básicos	Acido
		Amargo
		Dulce
		Salado
	Otras sensaciones	Astringente
		Cremoso
		Crujiente
		Harinoso
		Lechoso
		Pastoso
		Picor

5.2 Conclusiones de la parte química

A partir de nuestros resultados hemos construido un cuadro con la composición nutricional de las nueces producidas en Chile (Cuadro N° 31). Ahora los productores y exportadoras tendrán una referencia nacional para la rotulación de los envíos de nueces al exterior y podrán, si así lo desean, prescindir de las tablas extranjeras que se estaban usando hasta hoy.

Los resultados de los análisis proximales indican que las nueces de semilla si bien tienen los mayores contenidos de proteína, cenizas y fibra tienen un menor valor energético debido a un reducido contenido de materia grasa total. La variedad Serr tiene los más altos porcentajes de materia grasa total respecto de las otras variedades estudiadas pero los menores contenidos de fibra y cenizas. Chandler aparece como una variedad con características intermedias.

Los contenidos de fibra y proteína de las nueces fueron mayores en la primera temporada que en la segunda.

El valor energético de las nueces chilenas en promedio para las tres variedades fue superior a lo informado en la literatura para nueces procedentes de EU y de Francia. Los contenidos de materia grasa total de las nueces de EU fueron similares a los de las nueces chilenas.

Los ácidos grasos saturados están representados mayoritariamente por el ac. Palmítico y son significativamente más abundantes en las nueces semilla, más que en serr y más que en Chandler. A nivel local, los ácidos grasos saturados fueron más abundantes en las nueces de la V región, más que en las de la IV, VI y RM.

El ácido Oleico representa la mayor proporción de los ácidos grasos mono-insaturados y la abundancia relativa de este no es diferente en las nueces serr y semilla pero es significativamente mayor en las nueces Chandler. Respecto del efecto de la localidad las nueces de la VI región presentaron los niveles más bajos.

Los ácidos grasos linoleico y Linolénico representan la mayor proporción de ácidos grasos poli-insaturados, siendo el primero el más abundante. Las nueces Chandler tienen los menores contenidos de ac. Grasos poli-insaturados.

Los contenidos de vitamina-E (α -tocoferol) fueron mayores en las nueces chilenas que lo reportado por la literatura para EU. Entre nuestras variedades el γ -tocoferol es especialmente abundante en la nuez Chandler y este tiene valores cercanos a las nueces de EU.

Respecto de los aminoácidos, nuestras nueces son ricas en ácido aspártico, glutámico, arginina y leucina. Serr es la variedad que presenta los mayores contenidos de ac. Glutámico, ac. Aspártico y arginina. Sin embargo, Chandler tiene mayores contenidos de Leucina, aminoácido esencial.

Mayores contenidos de sodio se vieron en las nueces provenientes de la segunda temporada de crecimiento.

Los niveles de polifenoles totales que exhiben las nueces, dentro de los frutos de nuez, son altos. Los valores de polifenoles totales son más altos que los reportados en la literatura y se acercan a los de los Pistachos y Pecanos. Las nueces semilla y las Serr aparecen como las más ricas en polifenoles totales, con un poder antioxidante mayor que las nueces Chandler.

Los principales fitoesteroles presentes en las nuestras nueces son el β -sistosterol y stigmasterol, campesterol no fue detectado con la técnica utilizada. β -sistosterol y stigmasterol son especialmente abundantes en la variedad Chandler y especialmente reducido en la semilla. Los niveles intermedios de β -sistosterol se corresponden bien con los datos de EU, sin embargo, EU presenta bajísimos niveles de stigmasterol en relación a los nuestros y muy altos contenidos de campesterol.

Cuadro N° 31. Valores nutricionales promedio para frutos de nuez (*Juglans regia* L.) Serr, Semilla y Chandler cultivadas en Chile.

Nutrientes	Unidades	Valores/100 g		Desviación Standard	N
Proximales					
Humedad	g	3,03	±	0,06	6
Energía	kcal	729,8	±	39,18	6
Proteína	g	13,18	±	2,18	6
Lípidos totales	g	65,2	±	5,88	6
Cenizas	g	1,72	±	0,17	6
Carbohidratos	g	13,35	±	3,25	6
Fibra	g	3,52	±	2,04	6
Perfil de ácidos grasos					
Saturados	g	8,9	±	0,65	22
Mono-insaturados	g	18,2	±	2,63	22
Poli-insaturados	g	72,9	±	2,92	22
Vitamina-E					
α-tocoferol	mg	1,07	±	0,09	12
β-tocoferol	mg	0,21	±	0,07	6
γ-tocoferol	mg	18,1	±	2,79	6
δ-tocoferol	mg	1,95	±	0,48	6
Aminoácidos					
Ac. Aspartico	g	1,48	±	0,08	3
Treonina	g	0,44	±	0,03	3
Serina	g	0,82	±	0,05	3
Ac. Glutámico	g	3,09	±	0,13	3
Prolina	g	0,66	±	0,03	3
Glicina	g	0,71	±	0,02	3
Alanina	g	0,39	±	0,02	3
Valina	g	0,72	±	0,03	3
Metionina	g	0,48	±	0,56	3
Isoleucina	g	0,77	±	0,07	3
Leucina*	g	0,89	±	0,63	3
Tirosina	g	0,48	±	0,05	3
Fenilalanina	g	0,66	±	0,02	3
Histidina	g	0,34	±	0,01	3
Lisina	g	0,41	±	0,01	3
Arginina	g	2,15	±	0,1	3
Minerales					
Calcio (Ca)	mg	92,3	±	16,8	3
Cobre (Cu)	mg	1,56	±	0,34	3
Hierro (Fe)	mg	3,27	±	0,62	3
Potasio (K)	mg	347,8	±	22,1	3
Magnesio (Mg)	mg	121,2	±	2,9	3
Manganeso (Mn)	mg	2,28	±	0,75	3
Sodio (Na)	mg	1,5	±	0,07	12
Fosforo (P)	mg	242,3	±	11,3	3
Selenio (*Se)	mg	<0,005	±	0	3
Zinc (Zn)	mg	3,67	±	0,51	3

Boro (B)	mg	2,14	±	0,13	3
Polifenoles	mg de GAE/g	17,23	±	0,81	3
Fitoesteroles					
β-sitosterol	mg	58,95	±	14,32	3
Stigmasterol	mg	8,14	±	1,43	3
Campesterol	mg	0	±	0	3

5. IMPACTOS Y LOGROS DE PROYECTO

Este Estudio contribuye de manera significativa a toda la industria de la nuez nacional. Por una parte, por primera vez en el país contamos con tablas nutricionales propias para la rotulación de nuestros productos que salen al exterior y por otra, contamos con el primer Léxico para la nuez desarrollado en Chile y que constituye una poderosa herramienta para establecer futuras comparaciones sensoriales en las nueces.

El temor inicial al realizar este tipo de estudio fue siempre encontrar que nuestras nueces serian muy diferentes del producto de nuestra competencia. En cambio, en la parte química, y basados en las últimas publicaciones del exterior, encontramos interesantes diferencias en los contenidos nutricionales en comparación principalmente con las nueces norteamericanas.

La gran acogida de este proyecto, por parte de los productores y exportadores al facilitar sus nueces y su tiempo participando de paneles especiales de cata revela también que nuestra inquietud inicial de conocer mejor nuestro producto era generalizada y que necesitaba ser abordada ampliamente. Este proyecto constituye el primer estudio en el tema.

El tema de las características sensoriales de la fruta es un tema de interés para centros de investigación internacional de gran prestigio en el mundo. Por ejemplo en La Universidad de California, en Davis, el departamento de fruticultura ha contratado en el último año a un especialista en el tema. Personalmente, nuestro grupo tuvo contacto con esta persona quien ha tenido experiencia en flores y frutos frescos (melones) pero quien esta muy interesada en participar con nosotros en un estudio sensorial en frutos secos, específicamente las nueces. Esto constituye los primeros pasos para establecer futuros proyectos en conjunto.

6. PROBLEMAS ENFRENTADOS DURANTE EL PROYECTO

Nuestro principal inconveniente tuvo que ver con problemas internos de la Asociación Gremial lo que retraso la entrega de documentos y facturas para la obtención de los fondos asignados por FIA. Una vez solucionados estos inconvenientes las cosas se ordenaron un poco.

Por motivos personales, uno de nuestros asesores debió dejar de participar del proyecto por lo que los restantes debimos hacernos cargo de las áreas faltantes.

Otro gran inconveniente fue que los laboratorios en algunos casos tomaban gran cantidad de tiempo en hacer los análisis y al enviar los resultados, en varias oportunidades se

cometían errores, por lo que había que confirmar que solo eran errores de la digitación de los resultados o que requerían repetir los análisis con la contra muestra. Esto, exigía de nuestra parte el estar permanentemente contrastando los resultados, incrementando el tiempo asignado de nuestra parte a este proyecto. Los organismos privados y las Universidades involucradas por primera vez trabajaban con nueces esto constituía un desafío también para ellos ya que a veces las técnicas que utilizaban de forma rutinaria con otros productos no servían para las nueces.

Los análisis de fitoesteroles y polifenoles. Que fueron presupuestados en la propuesta inicial del proyecto por uno de los laboratorios no fue posible de realizar por ellos por lo que tuvimos que buscar otra institución que se hiciera cargo. Fue muy difícil encontrar quien lo hiciera. Finalmente el INTA-Universidad de Chile estaba disponible. Pero no habían trabajado con nueces anteriormente. Afortunadamente, se obtuvieron resultados. Respecto de la determinación de taninos en las nueces, no fue posible encontrar un laboratorio que pudiera realizar estos análisis.

7. ACTIVIDADES DE DIFUSION

Como actividad de difusión, aun cuando no fueron presupuestadas en este proyecto se ha realizado ya una entrevista para el centro de Aromas de la Universidad Católica donde se expone brevemente la problemática y la existencia de este proyecto. No se ha entregado información respecto de los resultados. Esta entrevista saldrá al aire por el canal cable de la Universidad en una fecha por definir.

El día 6 de Diciembre del 2007 esta programada, junto con Chilenut, el desarrollo del día de la Nuez, ocasión en la cual queremos presentar los resultados de este estudio a la comunidad en industria ligada a la nuez. Para ello hemos reservado una provisión de nueces de las distintas regiones con el objeto de realizar una cata con los productores. A este evento esta invitado en centro de Aromas de la Universidad Católica.

8. CONCLUSIONES FINALES

Este proyecto deja muchas puertas abiertas y una gran cantidad de preguntas. Los resultados de los estudios sensoriales revelan que si bien en las nueces son posibles de identificar atributos específicos para las variedades y localidades de producción las diferencias que se establecen entre ellas se deben a otros factores adicionales a la localidad y variedad en estudio. Pensamos que las condiciones de manejo de los huertos juegan un rol muy importante y que futuros estudios deben considerar el diseño de condiciones experimentales que limiten el número de elementos en juego al momento de obtener un producto final. Las condiciones de poscosecha que deben tener los productos en lo que respecta a secado y guarda posterior deben tener en consideración la conservación en el tiempo de las propiedades nutricionales de las nueces. El consumidor esta cada día mas pendiente de la calidad de los alimentos que consume y muy especialmente en la calidad nutricional.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALBERT, C. M., WILLETT, W. C., MANSON, J. E. y HENNEKENS, C. H. 1998. Nut consumption and the risk of sudden and total cardiac death in the Physician's Health Study. *Circulation* 98, 1, 1-582.
- AMARAL, J.S., CASAL, S., PEREIRA, J.A., SEABRA, R.M. & OLIVEIRA B.P. 2003. Determination of Sterol and Fatty Acid compositions, Oxidative Stability, and Nutritional Value of Six Walnut (*Juglans regia* L.) Cultivars Grown in Portugal. *J. Agric. Food Chem.* 2003, 51, 7698-7702.
- AWAD, A. B. y FINK, C. S. 2000. Phytosterols as anticancer dietary components: Evidence and mechanism of action. *J. Nutr.*, 130: 2127- 2130.
- AWAD, A. B., WILLIAMS, H. y FINK, C. S. 2001. Phytosterols reduce in vitro metastatic ability of MDA-MB-231 human breast cancer cells. *Nutr. Cancer*, 40: 157-164.
- CHARLOT, G. & GERMAIN, E. 1994. Le noyer: nouvelles techniques. Ed CTIFL, Paris.
- ELMORE, J.S., NISYRIOS, I & MOTTRAM, D. 2005. Analysis of the headspace aroma compounds of walnuts (*Juglans regia* L.). *Flavour and Fragrance J.* 20: 501-506.
- FEINBERG, M., FAVIER, J.C. & IRELAND-RIPERT, J. 1987. Répertoire général des aliments (INRA), Techniques et documentation. Ed Lavoisier, Paris, p.189.
- ISO, H., SATO, S., UMEMURA, U., KUDO, M., KOIKE, K., KITAMURA, A., IMANO, H., OKAMURA, T., NAITO, Y. y SHIMAMOTO, T. 2002. Linoleic acid, other fatty acids, and the risk of stroke. *Stroke*, 33: 2086- 2093.
- KLEPPING, J. GUILLAND, J.C., FUCHS, F., MARCER, I. & HOUARD-MALVAL, M. 1989. Recueil de données sur la compositions des aliments, CEIV, Roche, Neuilly sur Seine, p.128.
- LAVEDRINE, F., RAVEL, A., POUPARD, A. & ALARY, J. 1997. Effect of geographic origin, variety and storage on tocopherol concentrations in walnuts by HPLC. *Food Chemistry*, vol. 58, No 1-2, pp. 135-140.
- PLAT, J. y MENSINK, R. P. 2001. Effect of plant sterols and stanols on lipid metabolism and cardiovascular risk. *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.*, 11: 31-40.

- SABATE, J., FRASER, G. E., BURKE, K., KNUTSEN, S. F. M., BENNETT, H. y LINDSTED, K. D. 1993. Effects of walnut on serum lipid levels and blood pressure in normal men. *N. Engl. J. Med.*, 328: 603-607.
- SZE-TAO, K. W. C. & SATHE, S. K. 2000. Walnuts (*Juglans regia* L.): proximate composition, protein solubility, protein amino acid composition and protein *in vitro* digestibility. *J. Sci. Food Agric.*, 80: 1393- 1401.
- WONG, N. C. 2001. The beneficial effects of plants sterols on serum cholesterol. *Can. J. Cardiol.*, 17: 715-721.
- ZAMBON, D., SABATE, J., MUNOZ, S., CAMPERO, B., CASALS, E., MERLOS, M., LAGUNA, J. y ROSS, E. 2000. Substituting walnuts for monounsaturated fat improves de serum lipid profile of hypercholesterolemic men and women: a randomized crossover trial. *Ann. Intern. Med.*, 137: 538-546.

10. ANEXOS



ANEXO 1 : FICHA DATOS PERSONALES

FICHA REPRESENTANTE(S) LEGAL(ES)

(Esta ficha debe ser llenada tanto por el Representante Legal del Agente postulante o Ejecutor como por el Representante Legal del Agente Asociado)

Tipo de actor en el Proyecto (A)			
Nombres	JUAN ENRIQUE		
Apellido Paterno	VIAL		
Apellido Materno	LARRAIN		
RUT Personal			
Nombre de la Organización o Institución donde trabaja	ASOCIACION GREMIAL GTT NOGALES DE BUIN		
RUT de la Organización	65.673.110-9		
Tipo de Organización	<input type="checkbox"/> Pública	<input type="checkbox"/> Privada	<input checked="" type="checkbox"/>
Cargo o actividad que desarrolla en ella	PRESIDENTE		
Dirección (laboral)	CAMINO LOS GUINDOS 3283, BUIN		
País	CHILE		
Región	METROPOLITANA		
Ciudad o Comuna	BUIN		
Fono	8212122		
Fax			
Celular			
Email			
Web			
Género	<input type="checkbox"/> Masculino	<input checked="" type="checkbox"/> Femenino	<input type="checkbox"/>
Etnia (B)			
Tipo (C)			

(A), (B), (C): Ver notas al final de este anexo

(Se deberá repetir esta información tantas veces como números de representantes legales participen)



FICHA COORDINADORES Y EQUIPO TÉCNICO

(Esta ficha debe ser llenada tanto por el Coordinador Principal, Coordinador Alterno y cada uno de los integrantes del Equipo Técnico)

Tipo de actor en el Proyecto (A)	COORDINADOR JEFE PROYECTO		
Nombres	CECILIA FABIOLA		
Apellido Paterno	GUBIERNERZ		
Apellido Materno	MENESES		
RUT Personal			
Nombre de la Organización o Institución donde trabaja	Natural Nuts S.A		
RUT de la Organización			
Tipo de Organización	<input type="checkbox"/> Pública	<input type="checkbox"/> Privada	<input checked="" type="checkbox"/>
Cargo o actividad que desarrolla en ella	Gerente		
Profesión	Ing. Agronomo		
Especialidad	Fitotecnia		
Dirección (laboral)	Aurayau Rojo 8935		
País	Chile		
Región	Metropolitana		
Ciudad o Comuna	Stgo		
Fono	29 701 26		
Fax			
Celular	093374768		
Email	cecilia.gutierrez@fona.cl		
Web			
Género	<input type="checkbox"/> Masculino	<input type="checkbox"/> Femenino	<input checked="" type="checkbox"/>
Etnia (B)			
Tipo (C)			

(A), (B), (C): Ver notas al final de este anexo

(Se deberá repetir esta información tantas veces como números de coordinadores e integrantes del equipo técnico participen)

GOBIERNO DE CHILE
Fundación para la Innovación Agraria (FIA)
PRESENTE

OFICINA DE PARTES - FIA	
RECEPCIONADO	
Fecha	23 OCT. 2007
Hora	18:30
Nº Ingreso	4995

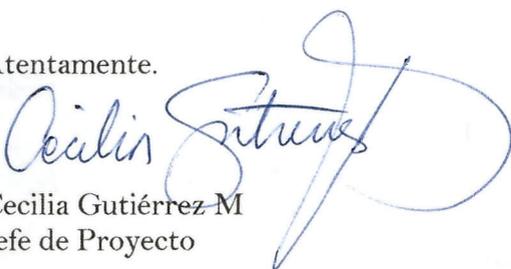
A quien corresponda:

Por la presente dejamos en conocimiento de FIA que con fecha 23 de octubre del 2007 hemos dado cumplimiento a la etapa de presentación de informe Final técnico y financiero del proyecto código: FIA-ES-V-2006-1-A-004, Titulado: "Análisis químico y sensorial de las nueces chilenas".

También vengo a aclarar que no habiendo recibido aun los fondos retenidos por FIA algunas de las facturas y boletas de honorarios de la segunda etapa del proyecto no han sido canceladas. A pesar de lo anterior y respondiendo a los plazos establecidos los agentes consultores participantes como Laboratorios Anlab, Universidad de Chile y Centro de Aromas de la Universidad Católica entre otros, han proporcionado toda la información de resultados necesaria para elaborar completamente este informe técnico final.

Sin mas que agregar, me despido

Atentamente.



Cecilia Gutiérrez M
Jefe de Proyecto

Santiago, 23 de octubre del 2007.-