

# **UNIVERSIDAD DE CHILE**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

**“CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y SENSORIAL DE FRUTOS DE  
GRANADO DE DOS REGIONES DE CHILE DE LOS CLONES UCH-CHA,  
UCH-COD Y UCH-NG”**

**DANIELA FERNANDA BARRA BRAVO**

**Santiago, Chile**

**2011**

# **UNIVERSIDAD DE CHILE**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

**“CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y SENSORIAL DE FRUTOS DE  
GRANADO DE DOS REGIONES DE CHILE DE LOS CLONES UCH-CHA,  
UCH-COD Y UCH-NG”**

**“PHYSICAL, CHEMICAL AND SENSORY CHARACTERIZATION OF  
POMEGRANATE FRUITS TO THE CLONES UCH-CHA, UCH-COD Y UCH-NG  
TWO REGIONS OF CHILE”**

**DANIELA FERNANDA BARRA BRAVO**

**Santiago, Chile**

**2011**

# UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

## “CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y SENSORIAL DE FRUTOS DE GRANADO DE DOS REGIONES DE CHILE DE LOS CLONES UCH-CHA, UCH-COD Y UCH-NG”

Memoria para optar al título profesional de Ingeniero Agrónomo  
Mención Agroindustria

**DANIELA FERNANDA BARRA BRAVO**

<b>Profesor Guía</b>	<b>Calificaciones</b>
Carmen Sáenz H. Químico Farmacéutico, Dr.	<b>6,8</b>
<b>Profesores Evaluadores</b>	
Elías Obreque S. Ingeniero Agrónomo, Dr.	<b>6,0</b>
Oscar Seguel S. Ingeniero Agrónomo, Dr.	<b>6,3</b>
<b>Colaborador</b>	
Elena Sepúlveda E. Ingeniero Agrónomo	

**Santiago, Chile**

**2011**

## **AGRADECIMIENTOS**

Quisiera agradecer a las profesoras Carmen Sáenz y Elena Sepúlveda por el apoyo, orientación y dedicación durante este proceso.

Al proyecto “Desarrollo y elaboración de alimentos funcionales en base a frutos de granado, cultivados en las zonas áridas y semiáridas de Chile” (N° 07CT9PZT-32, INNOVA-CORFO) por el financiamiento de este trabajo.

A mis padres, Gonzalo y Mercedes, por darme la oportunidad de estudiar y de apoyar mis decisiones en todos los momentos de mi vida.

A mis hermanas Alejandra y Natalia por su cariño y apoyo.

A Felipe, por su incondicional apoyo y compañía.

A mis amigos Carolina González, la Daniela Soto, Andrea Mejías y Matías Agustín Bustamante por su amistad durante todos estos años de Universidad.

Además, quisiera extender estos agradecimientos a todos los que me ayudaron en este proceso y que, sin duda, forman parte importante de mi vida.

## ÍNDICE

RESUMEN.....	1
Palabras clave .....	1
ABSTRACT .....	2
Key words.....	2
INTRODUCCIÓN .....	3
Objetivo .....	5
MATERIALES Y MÉTODOS .....	6
Lugar del estudio .....	6
Materiales .....	6
Metodología.....	6
Variables medidas .....	7
Caracterización física de los frutos.....	7
Caracterización química del jugo .....	8
Caracterización fenólica del jugo .....	8
Análisis sensorial de arilos .....	9
Diseño experimental y Análisis estadístico.....	9
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	10
Caracterización física de los frutos.....	10
Peso de los frutos .....	10
Grosor de la corteza.....	10
Color externo del fruto .....	11
Color visual de los arilos .....	12
Peso de arilos.....	12
Tamaño de arilos .....	13
Rendimiento de arilos.....	13
Pardeamiento de arilos.....	14
Rendimiento de jugo.....	14

Caracterización química del jugo .....	15
Sólidos solubles .....	15
pH .....	15
Acidez Titulable .....	16
Relación Sólidos solubles/Acidez Titulable .....	17
Color del jugo de arilos .....	17
Caracterización fenólica del jugo.....	18
Polifenoles .....	18
Capacidad Antioxidante .....	19
Taninos .....	20
Antocianos.....	21
Intensidad Colorante y Matiz .....	22
Análisis sensorial de arilos .....	23
Color .....	23
Acidez.....	23
Dulzor .....	23
Amargor.....	24
Astringencia.....	24
Dureza.....	24
Aceptabilidad.....	25
CONCLUSIONES .....	26
BIBLIOGRAFÍA .....	27
ANEXOS .....	33
Anexo I.....	33
Anexo II.....	34
Anexo III.....	35
Anexo IV .....	35
Anexo V.....	36
Anexo VI .....	36
APÉNDICES.....	37
Apéndice I.....	37

## RESUMEN

La superficie de cultivo del granado (*Punica granatum*) se ha incrementado en el último tiempo, así como también el conocimiento de los compuestos bioactivos que los frutos y sus subproductos presentan. El elevado contenido de compuestos con acción antioxidante en el fruto ha llevado al estudio de nuevas variedades de granado cultivadas en diferentes condiciones climáticas. El objetivo de este estudio fue caracterizar física, química y sensorialmente frutos de los clones UCH-CHA, UCH-COD y UCH-NG, provenientes de dos regiones de Chile: IV Región (Vicuña) y V Región (Curacaví).

El peso de los frutos varió entre 257 y 341 g, siendo los frutos provenientes de Curacaví los que presentaron valores más altos para este parámetro, pero con menor proporción y tamaño de arilos. El rendimiento promedio de jugo osciló entre 58,8 y 61,8% para los clones UCH-CHA y UCH-NG, respectivamente. Vicuña, fue la localidad que presentó mayor rendimiento de jugo con 60,92%.

El contenido de sólidos solubles presentó valores entre 14,2 y 16,9 °Brix para los frutos de Curacaví y Vicuña, respectivamente, mientras que el pH y acidez titulable se mantuvo en rangos similares para ambas localidades. Los compuestos y parámetros que forman parte de la caracterización fenólica de la fruta de Vicuña fueron superiores a los de Curacaví. El contenido de fenoles totales osciló entre 1053 y 1202 mg EAG/L para Curacaví y Vicuña, respectivamente, mientras la cantidad de antocianos totales varió entre 280 y 667 mg/L. La capacidad antioxidante varió entre 2,38 y 5,03 mM/L y el contenido de taninos fluctuó entre 2,39 y 3,99 g procianidina/L.

Sensorialmente los frutos provenientes de Vicuña presentaron mayor aceptabilidad y fueron mejor evaluados en los parámetros de calidad, color y dulzor.

Los resultados muestran que existiría un efecto de la localidad en la composición fenólica de los frutos.

**Palabras claves:** *Punica granatum*, compuestos fenólicos, localidad.

**PHYSICAL, CHEMICAL AND SENSORY CHARACTERIZATION OF  
POMEGRANATE FRUITS CLONES UCH-CHA, UCH-COD Y UCH-NG FROM  
TWO REGIONS OF CHILE**

**ABSTRACT**

The pomegranate (*Punica granatum*) crop acreage has increased during last years, as well as the knowledge of the bio-active compounds that these fruits and their sub-products present. The high level content of antioxidant-acting compounds in the fruit has led to the study of new varieties of pomegranate cultivated in different climatic conditions. The aim of this study was to examine fruits of clones UCH-CHA, UCH-COD and UCH-NG from in two different Chilean regions: IV Region (Vicuña) and V Region (Curacaví) and characterize them physically, chemically, and sensory-wise.

The weight of the fruits ranged between 257g and 341g, being higher for the fruits from Curacaví, but smaller proportion and size of the arils. The average juice yield ranged between 58.8% and 61.8% for clones UCH-CHA and UCH-NG, respectively. Vicuna, was the town that had a higher juice yield with 60,9%.

The soluble solid content presented values between 14,2 and 16,9 °Brix for Curacaví and Vicuna fruits respectively, while the pH and titratable acidity remained at similar ranges for both locations. The parameters and compounds that take part in the phenolic characterization of the Vicuña fruit were higher to those of in fruits from Curacaví; the total phenolic content ranged from 1053 to 1202 mg EAG/L, and the total amount of anthocyanins between 280 and 667 mg/L. The antioxidant capacity varied between 2,38 and 5,03 mM/L, and the tannin content between 2,39 and 3,99 g procyanidin/L.

Sensory-wise, the fruits originating from Vicuña presented higher acceptability and were ranked best in quality, color, and sweetness parameters.

The results show that would exist a location effect on the phenolic composition of the fruits.

**Key words:** *Punica granatum*, phenolic compounds, location.

## INTRODUCCIÓN

El granado, *Punica granatum* L., pertenece al orden Myrtales, familia Punicaceae, la que está representada por un solo género (*Punica*) y por dos especies, *P. granatum* y *P. protunica*, siendo solamente la primera la que produce frutos comestibles (Prat y Botti, 2002).

Roy y Waskar (1997), caracterizaron al granado como un frutal que presenta una gran adaptabilidad a condiciones climáticas adversas, ya que puede soportar inviernos severos y alta salinidad en el suelo, además de tolerar sequías y crecer en zonas desérticas. Es ideal para zonas áridas y semiáridas, y puede adaptarse a todo tipo de suelo, además, en Chile no presenta grandes problemas sanitarios. El granado tiene un bajo requerimiento hídrico, pudiendo cultivarse sin problemas en la zona del norte del país (Franck, 2010).

Originario de Irán y sus alrededores, el granado se ha extendido cultivándose comercialmente en España, Marruecos, Egipto, Israel, Estados Unidos, Argentina y Chile, entre otros (USEP, s.a.). En Chile, existe aproximadamente una superficie de 243,53 hectáreas, distribuidas desde la Región de Arica y Parinacota a la Región del Maule (INE, 2007).

El fruto es botánicamente denominado balaústa, es esférico y de piel gruesa, de 7 a 15 cm de diámetro y externamente de color rojo o rosado. Corresponde a un tipo de fruto que se desarrolla a partir de un ovario ínfero y se caracteriza por presentar dos corridas de carpelos basales que se sitúan dentro del receptáculo. Al interior está separado por paredes membranosas, formadas por un tejido blanco, esponjoso y amargo, que encierra los compartimentos donde se encuentran las semillas. Estas están compuestas de un tegumento externo o arilo, que corresponde a la porción jugosa y comestible y un tegumento interno o endopleura, denominado piñón (Prat y Botti, 2002).

El fruto puede dividirse en tres partes: las semillas, que representan cerca del 3% del peso total y que contienen cerca de un 20% de aceite; el jugo, que representa el 30% del peso del fruto y el pericarpio, incluyendo también las membranas internas (Lansky y Newman, 2007).

La granada es un fruto no climatérico (Elyatem y Kader, 1984), debido a esta condición no madura después de ser cosechada, por lo que para que manifieste en mayor grado sus características organolépticas debe ser cosechada en estado de plena madurez (Artés y Tomás-Barberán, 1998).

Si bien el granado puede cultivarse en climas tropicales y templados cálidos, los frutos de mejor calidad se producen en las regiones con inviernos frescos y veranos cálidos y secos (Sheets *et al.*, 2004).

La porción comestible de la granada, corresponde a los arilos y de ellos se extrae el jugo que contiene azúcares, proteínas y ácido ascórbico, entre otros (Al-Maiman y Ahmad, 2002).

El granado es fuente de compuestos bioactivos, presentes tanto en el fruto (piel y arilos), como en las hojas y corteza (Mirdehghan y Rahemi, 2007). El jugo de granada fresco presenta un gran contenido de polifenoles, importantes cantidades de ácido elágico, ácido clorogénico, ácido cafeico, ácido cumárico, ácido ferúlico, catequinas (Poyrazoglu *et al.*, 2002) y una gran cantidad de antocianos (Gil *et al.*, 2000)

La concentración de polifenoles en los frutos de granada se va incrementando a medida que aumenta su estado de desarrollo, sin embargo, se detiene una vez que alcanza el estado de maduración ( Mirdehghan y Rahemi, 2007).

Otros compuestos presentes en los frutos de granada son los antocianos, glucósidos que forman parte de los compuestos fenólicos conocidos como flavonoides. El color del jugo de granada depende de la concentración de antocianos y del tipo de éstos; los cambios en la concentración relativa de estos compuestos afectan directamente a su calidad (Gil *et al.*, 1995a). La estabilidad de los antocianos fuera de los arilos depende del número de grupos hidroxilos y de la relación que exista con el número de metóxidos en la molécula. El pH neutro o alcalino, el oxígeno, el ácido ascórbico y la temperatura, contribuyen a la degradación de los antocianos (Delgado-Vargas *et al.*, 2000).

Kaur y Kapour (2001) concluyeron que la presencia de estos compuestos fenólicos en la granada podría contrarrestar el efecto negativo de los radicales libres que resultan de las reacciones oxidativas del metabolismo al interceptar las cadenas de los radicales libres; para ello donan un hidrógeno del grupo hidroxilo, formando un producto final estable, evitando así la futura reacción de iniciación y propagación de los radicales libres (Singh *et al.*, 2002).

El jugo de granada ha demostrado una capacidad antioxidante tres veces mayor que el vino tinto o el té verde (Gil *et al.*, 2000) y dos, seis y ocho veces mayor que los jugos de uva, arándano y naranja, respectivamente (Rosenblat y Aviram, 2006).

La composición del jugo de la granada y su contenido de compuestos bioactivos, dependerá de factores como la especie, variedad, índice de madurez, y las condiciones ambientales y manejo agronómico (Gil *et al.*, 1996; 2000; Miguel *et al.*, 2004). La riqueza en polifenoles y taninos le otorgan al jugo, según el cultivar, una marcada astringencia (Vardin y Fenercioglu, 2003). Si el fruto se procesa entero, el contenido de taninos de las membranas y corteza pueden llegar a hacer inaceptable el jugo.

Las variedades más cultivadas en Chile corresponden a Wonderful y Española. En el Proyecto FONDEF D96T1062, desarrollado por la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, se creó en la Estación experimental Las Cardas en la IV Región un

banco de germoplasma con 22 variedades de granado introducidas desde España, Grecia y Turquía, además de selecciones realizadas en el norte chileno de los valles de Chaca, Azapa y Codpa (Prat y Botti, 2002).

Los clones Chaca fueron seleccionados de plantas de la cuesta de Chaca. En cambio, Codpa y Norte Grande fueron recolectadas de plantas de granada que había en el pueblo de Codpa. Ambos correspondientes a la Región de Arica y Parinacota<sup>1</sup>

Según los resultados de Cea (2011), la zona de cultivo y principalmente los factores climáticos (temperatura e irradiación solar) afectarían las características y composición de los distintos clones de granadas. Sin embargo, no existen suficientes trabajos que hagan referencia a la posible influencia de la zona de cultivo en las características de los frutos de granado UCH-CHA, UCH-COD y UCH-NG.

### **Objetivo**

Evaluar el efecto de dos zonas de cultivo sobre las características físicas, químicas y sensoriales de los frutos de granado de los clones UCH-CHA, UCH-COD y UCH-NG.

---

<sup>1</sup> Comunicación personal. Ing. Agr. Claudia Botti. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Lugar de estudio

Los ensayos se realizaron en los Laboratorios de Productos Vegetales y de Evaluación Sensorial del Departamento de Agroindustria y Enología de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

Esta memoria forma parte del Proyecto INNOVA-CORFO N° 07CT9PZT-32: “Desarrollo y elaboración de alimentos funcionales en base a frutos de granado, cultivados en las zonas áridas y semiáridas de Chile”.

### Materiales

Para la realización del presente estudio se utilizaron clones de granadas (*Punica granatum* L.) designados como Chaca (UCH-CHA), Codpa (UCH-COD) y Norte Grande (UCH-NG) provenientes de las localidades de Vicuña, Región de Coquimbo (30° 01' 23,43" Latitud Sur y los 70° 43' 50,79" Longitud Oeste) y Curacaví, Región de Valparaíso (33° 22' 09,45" Latitud Sur y los 71° 09' 15,97" Longitud Oeste).

Se utilizaron 180 frutos en total de los cuales 30 frutos era de cada clon y la unidad experimental por repetición, consistió en una muestra de 10 frutos elegidos de 5 árboles.

La cosecha de materia prima se realizó por localidad, en los meses de Marzo-Abril del año 2010 para Vicuña y Abril - Mayo del mismo año para Curacaví. La cosecha se efectuó considerando como índice de madurez los sólidos solubles, cuando se alcanzó un valor de 13,5 °Brix. Además se consideraron los parámetros de color de cubrimiento de fondo de 75% rojo, descartando los frutos con daño mecánico y partiduras que comprometieran a los arilos.

### Metodología

Una vez cosechada la fruta se llevaron a la Facultad de Ciencias Agronómicas, donde se les efectuó la medición de color externo del fruto con un Colorímetro Minolta CR-200b, se pesó cada fruto y además se procedió a la sanitización mediante lavado con agua potable con hipoclorito de Sodio (200 ppm) con el fin de eliminar cualquier elemento extraño. Posteriormente, se almacenaron en el Centro de Estudios Postcosecha (CEPOC) donde se mantuvieron a una temperatura de 5°C con 90-95% HR.

Se realizaron seis tratamientos con tres repeticiones cada uno.

Granada clon UCH-CHA

T1: Localidad de Vicuña.

T2: Localidad de Curacaví.

Granada clon UCH-COD

T3: Localidad de Vicuña.

T4: Localidad de Curacaví.

Granada clon UCH-NG

T5: Localidad de Vicuña.

T6: Localidad de Curacaví.

A todos los tratamientos se les realizó los mismos análisis, que fueron divididos en cuatro categorías:

- Caracterización física del fruto
- Caracterización química del jugo
- Caracterización fenólica del jugo
- Análisis sensorial de arilos

### **Variables medidas**

Las variables medidas se detallan a continuación:

#### **1. Caracterización física de los frutos:**

- Peso de los frutos: Se utilizó una balanza electrónica de precisión (g).
- Color externo: visual, según la Metodología propuesta por Mars (1995), modificado por Melgarejo *et al.*, (1996) e instrumental con un colorímetro Minolta CR-200b. Los valores de los parámetros se expresaron como luminosidad (L), croma (C\*) Según la fórmula  $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$  y ángulo de tono ( $h^\circ$ ) =  $\arctg(b^*/a)$  (McGuire, 1992).
- Grosor de la corteza: mediante un Vernier (mm) se midió en dos puntos opuestos en la zona ecuatorial de la corteza de cada fruto.
- Peso de arilos: Utilizando una balanza electrónica de precisión (g) se pesaron los arilos por unidad de fruta.

- Tamaño de arilos: Se seleccionaron al azar, 25 arilos por fruto y se determinó el largo y ancho de cada uno utilizando un Vernier (mm).
- Rendimiento de arilos: Medido como porcentaje, peso de arilos en peso del fruto.
- Color de los arilos: visual, según Descriptores de Mars (1995).
- Pardeamiento de arilos: Medición visual a las 8, 24 y 48 horas de almacenamiento a temperatura de refrigeración (4-5° C), por cada 100 arilos.

2. **Caracterización química del jugo:** Para obtener el jugo, se separaron manualmente los arilos

- Porcentaje de jugo: Con el fin de obtener jugo de 100 g de arilos, se utilizó un extractor Moulinex, modelo T1 40-02 (Francia).
- Color del jugo: Se utilizó un Colorímetro Minolta CR-200b. Los valores se expresaron de igual forma que en el ítem de caracterización física de frutos.
- Sólidos solubles: A través de un refractómetro marca ABBe-ZEISS, los resultados se expresaron en °Brix.
- pH: Se determinó en un potenciómetro Fisher, accument modelo 210.
- Acidez titulable: Se determinó potenciométricamente utilizando NaOH 0,1N.
- Relación Sólidos solubles/acidez: Se determinó mediante el cociente entre sólidos solubles y acidez titulable.

3. **Caracterización fenólica del jugo:** Para los análisis fenólicos se utilizó un espectrofotómetro PG-instrument, t70 UV/VIS spectrometer.

- Polifenoles totales: Se utilizó el reactivo Folin-Ciocalteu para cuantificar los polifenoles totales, a través del método de Singleton y Rossi (1965) (Anexo IV). Los resultados se expresaron como miligramos equivalente a ácido gálico (EAG), según la curva de calibración realizada ( $R^2=99,8\%$ ).  
La Ecuación utilizada fue:

$$\text{Polifenoles totales (mgEAG L}^{-1}\text{)} = 0,0012 / \text{Absorbancia} \quad (1)$$

- Antocianos totales: La cuantificación se realizó utilizando el método de Ribereau-Gayon y Stonestreet (Barceló, 1990). (Anexo V). Los resultados obtenidos se expresaron como como  $\text{mgL}^{-1}$ .  
La Ecuación utilizada para cuantificar fue:

$$\text{Antocianos totales (mgL}^{-1}\text{)} = 865 \times \Delta \text{ Absorbancia} \quad (2)$$

- Intensidad colorante: Mediante medidas de absorbancia a longitudes de onda de acuerdo a la Ecuación:

$$\text{IC} = A (420 \text{ nm}) + A (520 \text{ nm}) + A (620 \text{ nm}) \quad (3)$$

- Matiz: Se calculó según el cociente entre las absorbancias, descrito en la Ecuación:

$$\text{Matiz} = A_{420}/A_{520} \text{ nm.} \quad (4)$$

- Capacidad antioxidante de jugos: Método FRAP (Benzie y Strain, 1996) expresando en mM/L. Los resultados se expresaron en mM/L según la curva de calibración de Trolox ( $R^2=98,4\%$ ) y expresados de acuerdo a la Ecuación:

$$\text{Capacidad Antioxidante (mM/L)} = Y/0,0004 \quad (5)$$

Donde:

Y: Promedio de las repeticiones por el factor de dilución.

- Taninos totales: Para la determinación de taninos se utilizó el Método de la reacción Bate-Smith (Bate- Smith, 1981) (Anexo VI). Los resultados se expresaron como g de procianidina  $L^{-1}$ .
4. **Análisis sensorial de arilos:** Se determinó la calidad sensorial con el método de análisis descriptivo-cuantitativo con un panel entrenado de 12 jueces, quienes calificaron los atributos de color, acidez, dulzor, amargor, astringencia y dureza de piñón, utilizando una pauta no estructurada de 0 a 15 cm. La aceptabilidad se midió utilizando un panel no entrenado compuesto por 24 jueces, mediante una pauta no estructurada de 15 cm (Araya, 2010). Las muestras se entregaron en pocillos de color blanco, identificados por tres dígitos y randomizadas. Las pautas de evaluación sensorial y aceptabilidad se encuentran en los Anexos I y II.

### Diseño Experimental y Análisis Estadístico

El diseño experimental se realizó de forma aleatoria con estructura factorial  $2*3$ , siendo el primer factor las dos localidades utilizadas y el segundo factor los clones. Se efectuaron seis tratamientos, con tres repeticiones. La unidad experimental consistió en diez frutos seleccionados de 5 árboles, de los cuales seis frutos se utilizaron para las caracterizaciones físicas y químicas y cuatro para el análisis sensorial.

Los datos se analizaron estadísticamente mediante el análisis de varianza (ANDEVA) con un nivel de significancia de 5%. Al existir diferencias significativas ( $p<0,05$ ) se aplicó la prueba de Rangos múltiples de Duncan. Todos los resultados se analizaron estadísticamente mediante el programa estadístico STATGRAPHICS Centurion XV.II.

Las variables no paramétricas se agruparon por categorías y se presentaron como distribución de frecuencia.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Características físicas de los frutos

#### Peso de los frutos

Según el Cuadro 1, todos los tratamientos exhibieron pesos promedios cercanos a 300 g, presentando diferencias significativas entre las localidades de Vicuña y Curacaví y entre los clones. No existió interacción entre los factores.

Granadas provenientes de la Estación Experimental Las Cardas ubicada en la IV Región de Coquimbo, perteneciente a la Universidad de Chile, presentaron promedios entre 213,13 y 235,81 g (Gorena, 2008). Estos valores son inferiores a los presentados en los clones de este estudio provenientes de la misma región, pero cabe destacar que el peso y tamaño de los frutos es una característica dependiente del estado de madurez y de las condiciones de manejo de los cultivares (Shulman *et al.*, 1984).

Según Sepulveda<sup>2</sup> *et al.*, para diferentes genotipos proveniente de la Estación Experimental Las Cardas, obtuvo pesos entre 226 y 375g, clasificados como grandes según estándares de Turquía, los que clasificarían a los frutos de este estudio en la misma categoría. Cea (2011) para frutos variedad Wonderful encontró valores entre 279,4 y 520,5 g.

Estudios realizados en Irán por Tehranifar *et al.* (2010) demostraron que el peso promedio para los cultivares de granada osciló entre 196,89 g en cv. Shirin Pust Ghermez y 315,28 g, para el cv. Sefeed Shirin Pust. Otras investigaciones realizadas por Martínez *et al.* (2006) en las variedades Mollar de Elche y Piñón Tierno de Ojós, dieron como resultado pesos entre 251 a 262g y 359 a 421g, respectivamente.

#### Grosor de la corteza

Los resultados obtenidos en la medición del grosor de la corteza (Cuadro 1) presentaron diferencias significativas entre las localidades, obteniendo un promedio mayor en Curacaví.

En el caso de los clones, éstos también presentaron diferencias, el clon UCH-CHA fue el que presentó un grosor mayor (0,54 cm), levemente superior a valores reportados por Sarkhosh *et al.* (2009) que midieron grosores entre 0,31 y 0,53 cm para los cultivares provenientes de Irán, Shirin Pust Ghermez y Alak Shirin Save, respectivamente.

---

<sup>2</sup> Comunicación personal, Datos no publicados. Sepúlveda, E., Sáenz, C., Peña, A y R. Infante. Depto de Agroindustria y Enología y Depto. Producción Agrícola, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.

De acuerdo a Cea (2011) en frutos variedad Wonderful obtuvo rangos de grosor de corteza entre 0,25 y 0,37 cm, inferiores a los de este estudio.

**Cuadro 1.** Características físicas de los frutos de granados.

		<b>Peso del fruto (g)</b>	<b>Grosor corteza (cm)</b>
<b>Factores</b>			
<b>Localidad</b>	<b>Vicuña</b>	300,30 a	0,40 a
	<b>Curacaví</b>	323,34 a	0,52 b
<b>Clones</b>	<b>UCH-CHA</b>	325,56 a	0,54 b
	<b>UCH-COD</b>	309,84 a	0,43 a
	<b>UCH-NG</b>	300,05 a	0,42 a

Valores expresados como medias. Letras minúsculas distintas en cada columna indican diferencias significativas entre localidades o clones ( $P \leq 0,05$ ), según prueba de rango múltiple Duncan.

### Color externo del fruto

El color visual externo según los Descriptores de Mars (1995) clasifican en siete (Anexo VII) a los frutos de granado; los resultados de este estudio indican que el clon UCH-CHA presentó 56% de frutos de color rojo para ambas localidades, en cambio, los otros clones presentaron color rojo amarillento cercanos a 50% (Apéndice I, Cuadro 1).

El color instrumental externo de los frutos (Cuadro 2) no presentó diferencias significativas en la variable Luminosidad (L). En el parámetro  $a^*$  los frutos de las localidades de Vicuña y Curacaví no presentaron diferencias, pero sí la hubo entre clones, siendo el clon UCH-CHA (49,1) el que presentó mayor coloración roja.

Cea (2011), obtuvo valores de  $a^*$  para variedad Wonderful provenientes de tres regiones de Chile entre 47,1 y 51,0, siendo mayor en los frutos provenientes de la III Región. Estudios realizados por Sánchez<sup>3</sup>, obtuvo mayor coloración roja en frutos de la variedad Wonderful provenientes de Curacaví que en los de Vicuña, con 49,2 y 48,8 respectivamente.

El parámetro  $b^*$  presentó diferencias significativas entre localidades, pero no entre clones. Los frutos provenientes de Curacaví presentaron mayor valor de  $b^*$  con 20,7. Sánchez<sup>4</sup> encontró en frutos del clon UCH-AZA valores similares a los de este estudio, con un mayor  $b^*$  en la localidad de Curacaví (20,2) y menor valor en frutos provenientes de Vicuña (19,1).

<sup>3-4</sup> Comunicación personal Srta. Isidora Sánchez, Licenciada en Ciencias Agropecuarias. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.

Robles (2011) presentó valores de Luminosidad de 42,2; a\* de 40,8 y b\* de 18,8 para frutos de variedad Wonderful, valor similar de L, pero inferior en la coloración roja obtenida en este estudio.

Los frutos de Curacaví obtuvieron mayor valor para el Croma (C\*), alcanzando un valor de 52,6 con diferencias significativas con respecto a Vicuña (47,6). En cuanto a los clones se observan diferencias significativas, siendo UCH-CHA el que presenta un cromata superior (53,11). El ángulo de tono (°h) presentó diferencias entre localidades, pero no entre clones.

**Cuadro 2.** Medida instrumental del color externo de los frutos.

		Color instrumental de frutos				
		L*	a*	b*	C*	h°
<b>Factores</b>						
<b>Localidad</b>	<b>Vicuña</b>	45,5 a	43,4 a	19,2 a	47,6 a	24,2 a
	<b>Curacaví</b>	44,8 a	48,3 a	20,7 b	52,6 b	23,2 b
<b>Clones</b>	<b>UCH-CHA</b>	44,4 a	49,1 b	20,0 a	53,1 b	22,2 a
	<b>UCH-COD</b>	44,7 a	46,4 a,b	19,6 a	50,4 a,b	22,9 a
	<b>UCH-NG</b>	46,3 a	42,0 a	20,3 a	46,8 a	26,2 b

Valores expresados como medias. Letras minúsculas distintas en cada columna indican diferencias significativas entre localidades o clones ( $P \leq 0,05$ ), según prueba de rango múltiple Duncan.

### Color visual de los arilos

El color de los arilos de los frutos fue determinado de acuerdo a los Descriptores de Mars (1995). Los arilos de los clones UCH-COD y UCH-NG de Vicuña presentaron color rojo con 63 y 60% respectivamente, mientras que en Curacaví solo UCH-NG presentó arilos de color rojo (Apéndice I, Cuadro 9).

### Peso de arilos

Respecto al peso de los arilos por fruto, existen diferencias significativas entre localidades y entre clones. Los mayores pesos de arilos fueron obtenidos por UCH-CHA y el menor fue para UCH-NG, con 143,03 y 119,45 gramos, respectivamente (Cuadro 3).

Según Franck *et al.* (2009) existe una correlación débil entre el peso de los frutos y el peso de los arilos, ya que conforme aumenta el tamaño de los frutos el volumen de semillas aumenta sólo marginalmente. Sin embargo, la correlación que existió en estos parámetros para el presente estudio, fue alta.

### Tamaño de arilos

Se midió el largo y ancho de 25 arilos por fruto, los resultados indican que existe una diferencia significativa entre localidades y clones para el parámetro de longitud, pero no existe diferencia para el ancho de arilos. El largo mayor lo presentaron los arilos provenientes de Vicuña (0,92), mientras que los arilos de los clones UCH-CHA fueron los que presentaron en promedio un largo superior (0,92).

Sánchez<sup>5</sup>, obtuvo valores similares a los presentados en este estudio, los arilos de frutos variedad Wonderful y clon UCH-AZA en las localidades de Vicuña y Curacaví mostraron largo de arilos entre 0,89 y 0,94 cm, mientras que el ancho fue de 0,55 y 0,68 cm.

Según estudios de Tapia (1999), para las variedades Wonderful y Española cultivadas en Chile, el largo de arilos promedio fue de 0,99 y 1,1 cm respectivamente, superiores a los obtenidos en este estudio, mientras que el ancho fue de 0,67 y 0,7 cm, para cada variedad, valores comparables a los determinados en el presente estudio.

**Cuadro 3.** Características físicas de arilos de granada por localidad y clon.

		Peso arilos (g)	Tamaño arilos (cm)		Rendimiento Arilos (%)	Rendimiento Jugo (%)
			Largo	ancho		
<b>Factores</b>						
<b>Localidad</b>	<b>Vicuña</b>	134,09 b	0,92 b	0,68 a	44,44 b	60,92 b
	<b>Curacaví</b>	123,43 a	0,87 a	0,69 a	40,35 a	58,17 a
<b>Clones</b>	<b>UCH-CHA</b>	143,03 b	0,92 b	0,67 a	43,63 a	58,84 a,b
	<b>UCH-COD</b>	123,81 a,b	0,88 a	0,72 a	41,48 a	57,98 a
	<b>UCH-NG</b>	119,45 a	0,89 a,b	0,66 a	42,08 a	61,81 b

Valores expresados como medias. Letras minúsculas distintas en cada columna indican diferencias significativas entre localidades o clones ( $P \leq 0,05$ ), según prueba de rango múltiple Duncan.

### Rendimiento de arilos

El rendimiento de los arilos se calculó en base al peso de arilos por peso de frutos y se expreso como porcentaje. No existió interacción entre los factores, tampoco diferencias significativas entre clones, pero si entre localidades (Cuadro 3).

Sánchez<sup>6</sup>, presentó para la variedad Wonderful rendimientos de arilos de 47%, valor superior a todos los clones de este estudio; y en el clon UCH-AZA obtuvo un rendimiento de 37,3% siendo inferior a los tres clones analizados en este estudio. En cuanto a las localidades, Sánchez<sup>7</sup>, presentó rendimientos por localidades similares a los obtenidos en este estudio, siendo para Vicuña 44,3% y para Curacaví 40%.

<sup>5-6-7</sup> Comunicación personal Srta. Isidora Sánchez, Licenciada en Ciencias Agropecuarias. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.

En 12 genotipos estudiados por Sepúlveda<sup>8</sup> los rendimientos de arilos fueron entre 42,51% y 59,91%. Tapia (1999) para las variedades Wonderful y Española encontró rendimientos de arilos de 44,7% y 41%, respectivamente, siendo similares a los de este estudio, pero por debajo de lo obtenido por Melgarejo *et al.* (2000) que presentaron en variedades españolas obtuvo rendimientos sobre el 50%.

### **Pardeamiento de arilos**

El grado de pardeamiento depende de la composición de sustratos disponibles fundamentalmente de compuestos fenólicos y a la presencia y reactividad de las enzimas polifenoloxidasas.

La susceptibilidad al pardeamiento de los arilos se midió a las 8, 12 y 24 horas desde el desarilado de los frutos y se mantuvieron a temperatura de refrigeración (4-5°C). No se presentó pardeamiento a simple vista en los arilos de cada tratamiento medidos en los tres tiempos de evaluación, este resultado es una ventaja para la producción de arilos mínimamente procesados.

En arilos de la variedad Wonderful, Cea (2011) no observó pardeamiento en similares condiciones a las de este estudio.

### **Rendimiento de jugo**

Se evaluó el rendimiento de jugo con respecto al peso de arilos (Cuadro 3), los resultados no presentaron diferencias significativas entre localidades, pero sí entre clones. El clon UCH-NG es el que presentó un mayor rendimiento 61,8 %, mientras que entre los clones destacó el UCH-NG, con un 61,81% de rendimiento de jugo.

En estudios realizados por Sánchez<sup>9</sup> para el clon UCH-AZA, el rendimiento del jugo en la localidad de Vicuña fue de 63,3%, superior a la obtenida por los clones del presente estudio. Sin embargo, la variedad Wonderful presentó, en la misma localidad, un rendimiento de 52,53%. Sepúlveda<sup>10</sup> en genotipos de granadas provenientes de la IV Región de Chile, presentó rendimientos de jugos entre 58,94% y 76,0%, similares a los obtenidos en este estudio.

---

<sup>8-10</sup> Comunicación personal, Datos no publicados. Sepúlveda, E., Sáenz, C., Peña, A y R. Infante. Depto de Agroindustria y Enología y Depto. Producción Agrícola, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.

<sup>9</sup> Comunicación personal Srta. Isidora Sánchez, Licenciada en Ciencias Agropecuarias. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.

## Caracterización química del jugo

La composición química del jugo de granada dependería de la variedad, localización geográfica y grado de madurez. Estos factores, sumados a las prácticas agronómicas, pueden originar variaciones significativas en ácidos orgánicos, compuestos fenólicos, azúcares, vitaminas y minerales (Poyrazoglu *et al.*, 2002).

### Sólidos solubles

El efecto de la localidad sobre los parámetros químicos estudiados, muestra que la fruta proveniente de Vicuña es la que presenta un mayor contenido de sólidos solubles con 16,9 °Brix (Cuadro 4), existiendo diferencia significativa entre las localidades, no así entre los clones.

Para variedades obtenidas de la Estación Experimental Las Cardas, IV Región de Chile, Gorena (2008), observó un contenido de sólidos solubles de 15,9 °Brix; valores similares obtuvo Aguirre (2000) para este mismo cultivar proveniente de Ovalle, IV Región de Chile, promediando 15,8 °Brix, muy cercano al clon UCH-COD proveniente de la misma región. Cea (2011) presentó para la variedad Wonderful de tres regiones de Chile, valores entre 15,1 y 15,9 °Brix.

En estudios anteriores se reportan valores de sólidos solubles que varían de 11°Brix (Magerramov *et al.*, 2007) a 18,2 °Brix para el cv. Gabsi proveniente de Túnez (Gil *et al.*, 1995b), valores similares a los encontrados en este estudio de 14,8°, 15,7° y 16,1 °Brix, en UCH-COD, UCH-NG Y UCH-CHA, respectivamente.

Alighourchi *et al.* (2007) para variedades Iraníes encontraron un máximo de 18,3 °Brix. Mientras que para cultivares provenientes de Turquía se han encontrado valores de 12,2 °Brix (Turkmen y Eksi, 2011) a 17,9 °Brix (Ozgen *et al.*, 2008).

### pH

El pH mostró diferencias significativas entre localidades y clones. Los frutos provenientes de Curacaví presentan mayor valor (3,33) y el clon UCH-COD es el que presenta menor pH, de 3,27 (Cuadro 4).

Para distintos genotipos cultivados en diferentes regiones de Chile, Sepúlveda *et al.* (2010a) obtuvieron valores de pH que oscilaban entre 2,9 y 3,7. Para el jugo de granada Wonderful del norte chico de Chile, el pH osciló entre 2,8 y 3,1 (Aguirre, 2000; Tapia, 1999).

Diferentes estudios en otros países del mundo, muestran un pH similar al rango obtenido. Al-Maiman y Ahmad (2002) para el cv. Taifi obtuvo un pH promedio de 3,39 para frutos inmaduros, 3,48 en frutos de estado intermedio y 3,57 para los que alcanzaron plena madurez. En cultivares de Turquía el pH varió desde 2,98 a 3,68 (Ozgen *et al.*, 2008).

Finalmente, Borochoy-Neori *et al.* (2009) estudiaron distintos cultivares de granada en un clima desértico, encontrando rangos de pH entre 3,0 y 4,5.

Al-Maiman y Ahmad (2002) estudiaron los distintos estados de madurez de frutos de granada cv. Taifi y concluyeron que el pH aumenta desde la etapa de inmadurez a la de madurez.

**Cuadro 4.** Características químicas del jugo de arilos de granada.

		s.s. (°Brix)	pH	Acidez titulable (%ácido cítrico)	Relación ss/acidez
<b>Factores</b>					
<b>Localidad</b>	<b>Vicuña</b>	16,9 b	3,28 a	1,20 a	14,06 b
	<b>Curacaví</b>	14,2 a	3,33 b	1,22 a	11,79 a
<b>Clones</b>	<b>UCH-CHA</b>	16,1 a	3,33 b	1,20 a	13,48 b
	<b>UCH-COD</b>	14,8 a	3,27 a	1,25 a	11,87 a
	<b>UCH-NG</b>	15,7 a	3,31 a,b	1,18 a	13,42 b

Valores expresados como medias. Letras minúsculas distintas en cada columna indican diferencias significativas entre localidades o clones ( $P \leq 0,05$ ), según prueba de rango múltiple Duncan.

### Acidez Titulable

Según Franck (2010) el índice de madurez para granadas, que incluye una serie de parámetros como color de piel y de jugo, contenido de sólidos solubles y acidez titulable, dependen de cada variedad, es por esto que señala que la acidez titulable para variedades dulces debiera ser de 1% y de entre 1,5 y 2% (ácido cítrico) en las variedades agrias.

El análisis de la acidez titulable, expresada como porcentaje de ácido cítrico, no presentó diferencias significativas entre localidades ni entre clones y no hubo interacción entre ellos. Los resultados ponen en evidencia que ambas localidades presentan en promedio valores similares de acidez titulable.

Para la variedad Wonderful, diferentes autores informan distintos resultados de acidez titulable; Gorena (2008) reporta 2,7% (ácido cítrico) mientras que Sepúlveda *et al.* (2000) obtuvieron 1,1% acidez titulable (ácido cítrico). Aguirre (2000) midió niveles de 2,2% en los frutos de la IV región de Coquimbo, superiores a los valores obtenidos en este estudio en la misma Región.

### **Relación Sólidos solubles/ Acidez Titulable**

En cuanto a la relación entre la concentración de sólidos solubles y la acidez (Cuadro 4), el jugo de la fruta de Vicuña presentó mayores valores indicando una mejor relación en el balance entre el dulzor y la acidez (14,06). Los clones UCH-CHA y UCH-NG fueron los que obtuvieron mejor relación. Sepúlveda *et al.* (2000) y Tapia (1999) obtuvieron para Wonderful una relación sólidos solubles/acidez de 14,3 y 13,8, respectivamente, similares a las de este estudio.

Según Melgarejo (1993) la relación de sólidos solubles/acidez podría clasificar en tres categorías al jugo de arilos de granado: variedades dulces, agridulces y agrias. Las variedades dulces presentan un rango de ss/acidez de 31-98; mientras que las variedades agridulces, entre 17-14 y de 5-7 las variedades agrias o ácidas. De acuerdo a la relación de ss/acidez titulable los tres clones se clasificarían en una categoría intermedia entre agridulces y agrias.

### **Color del jugo de arilos**

El análisis estadístico mostró que existieron interacciones entre los factores, por lo que se dejó fijo el factor clones para analizar el efecto de la localidad por clon (Cuadro 5).

Existieron diferencias significativas para Luminosidad tanto en clones como en localidad. Curacaví presentó mayor valor de L (29,2) mientras que el clon UCH-COD obtuvo el valor más alto (27,8) (Apéndice I, Cuadro 10). La interacción de los factores mostró que existe una diferencia significativa para el efecto de la localidad en cada clon. Los jugos de los frutos provenientes de Curacaví presentaron mayor L para los tres clones, con valores de 27,1, 30,0 y 30,6 para UCH-CHA, UCH-COD, UCH-NG respectivamente.

La coloración roja ( $a^*$ ) presentó diferencias significativas para las localidades, el jugo de la localidad de Curacaví presentó mayor coloración roja en arilos (13,0). No hay diferencias entre clones, sin embargo, existió interacción entre los factores. Los frutos provenientes de Curacaví para este clon, presentaron mayor valor de  $a^*$  (13,7). El parámetro  $b^*$  presentó diferencias significativas entre clones, siendo el clon UCH-COD el con mayor  $b^*$  (2,03). Al existir interacción entre los factores, los clones UCH-COD y UCH-NG presentaron diferencias significativas (Cuadro 5) entre localidades.

El Croma ( $C^*$ ) presentó interacción entre los factores, los resultados muestran que existen diferencias significativas entre las localidades por cada clon. El ángulo de tono ( $h^\circ$ ) no presentó interacción entre los factores, solo presentó diferencias significativas entre localidades, siendo mayor en Vicuña (Apéndice I, Cuadro 2).

**Cuadro 5.** Color jugo de arilos de granada, efecto de la Localidad por Clones.

	<b>L</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>	<b>C*</b>	<b>h°</b>
<b>Efecto Localidad por Clon</b>					
<b>UCH-CHA Vicuña</b>	22,7 A	10,2 A	1,5 A	10,3 A	9,0
<b>Curacaví</b>	27,1 B	12,9 B	1,6 A	13,0 B	7,1
<b>UCH-COD Vicuña</b>	25,7A	13,1 B	2,3 B	13,3 B	10,1
<b>Curacaví</b>	30,0 B	12,5 A	1,7 A	12,6 A	8,0
<b>UCH-NG Vicuña</b>	17,7 A	7,8 A	1,3 A	8,0 A	10,9
<b>Curacaví</b>	30,6 B	13,7 B	2,0 B	13,9 B	8,4

Letras mayúsculas distintas en cada fila indican diferencias significativas entre clones por localidad ( $P \leq 0,05$ ), según la prueba de rango múltiple Duncan.

Schwartz *et al.* (2009) y Dafny-Yalin *et al.* (2010) experimentaron con diferentes clones de Israel, obteniendo una luminosidad entre 22,1 a 27,6 y 16,70 a 25,5, respectivamente.

### Caracterización fenólica del jugo

#### Polifenoles

El contenido de fenoles totales presentó diferencias significativas entre localidades, presentando un mayor valor el jugo proveniente de la localidad de Vicuña con 1202,13 mg EAG L<sup>-1</sup> (Cuadro 6); el contenido de polifenoles no presentó diferencias significativas entre clones.

Sepúlveda *et al.* (2010b) estudiaron la composición fenólica para Wonderful, en tres localidades de Chile ubicadas en la III y IV región, obteniendo una concentración de fenoles totales entre 933,5 y 1918,8 mg EAG L<sup>-1</sup>, rango en el cual se encuentran los obtenidos en los clones en este estudio, con valores entre 1054 y 1170 mg EAG L<sup>-1</sup>. Gorena (2008) obtuvo una mayor concentración a las de este estudio para las variedades provenientes de la Estación experimental Las Cardas, alcanzando 2128 mgEAGL<sup>-1</sup>.

Estudios realizados por Sepúlveda<sup>11</sup> en genotipos provenientes de la IV Región, encontró valores de polifenoles totales entre 430 y 3200 mg/L ácido gálico, destacando que los frutos de granado que presentaban menor coloración roja fueron aquellos con menor contenido de compuestos fenólicos.

<sup>11</sup> Comunicación personal, Datos no publicados. Sepúlveda, E., Sáenz, C., Peña, A y R. Infante. Depto de Agroindustria y Enología, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.

Gil *et al.* (2000) determinaron un contenido fenólico en el jugo de arilos frescos de granada Wonderful de 2117 mgL<sup>-1</sup> (ac. *p*-cumárico) y de 1808 mgL<sup>-1</sup> (ac. *p*-cumárico) para jugo de arilos congelados. En otro estudio realizado por Sepúlveda *et al.* (2010a) para la misma variedad, se observaron valores de 676 y 1280 mg EAG L<sup>-1</sup>, mientras que Vardin y Fenercioglu (2003) en un estudio para cv. Suruc de Turquía, obtuvieron 1564 mg/L de polifenoles totales.

Factores climáticos y las características de las zonas de cultivo influyen en la formación de distintos compuestos fenólicos y su concentración variará según el estado de desarrollo en el que se encuentren los frutos. A medida que progresa el estado de desarrollo, aumenta la concentración de polifenoles totales (De Borbón *et al.*, 2008; Mirdehgham y Rahemi, 2007).

Seeram *et al.* (2008), realizaron una comparación entre la cantidad de polifenoles totales en distintos jugos de frutas; sus resultados muestran que el jugo de granada Wonderful fue el que presentó mayor cantidad de polifenoles totales, aproximadamente 3800 mg EAG L<sup>-1</sup>, seguido por vino tinto (3500 mg EAG L<sup>-1</sup>), jugo de uva cv. Concord (2600 mg EAG L<sup>-1</sup>), jugo de arándano (2300 mg EAG L<sup>-1</sup>), entre otros, obteniendo el menor valor el jugo de manzana, con 400 mgL<sup>-1</sup>.

**Cuadro 6.** Contenido de Fenoles totales, capacidad antioxidante y taninos.

		Fenoles	Capacidad	Taninos
		Totales (mgEAG/L)	Antioxidante (mM/L)	(g procianidina/L)
<b>Factores</b>				
<b>Localidad</b>	<b>Vicuña</b>	1202,13 b	5,03 b	3,99 b
	<b>Curacaví</b>	1053,89 a	2,39 a	2,39 a
<b>Clones</b>	<b>UCH-CHA</b>	1159,72 a	2,61 a	3,27 a
	<b>UCH-COD</b>	1054,31 a	3,81 a,b	2,72 a
	<b>UCH-NG</b>	1170,00 a	4,70 b	3,58 a

Valores expresados como medias. Letras minúsculas distintas en cada columna indican diferencias significativas entre localidades o clones ( $P \leq 0,05$ ), según prueba de rango múltiple Duncan.

### Capacidad antioxidante

De acuerdo a los resultados obtenidos (Cuadro 6), se presentaron diferencias significativas tanto entre localidades como entre clones. Vicuña es la localidad en que la fruta obtiene mayor capacidad antioxidante, siendo el doble de la obtenida en Curacaví, con 5,03 y 2,39 Eq. Trolox mmolL<sup>-1</sup> respectivamente.

Entre los clones UCH-NG fue el que presentó el mayor valor, con 4,70 Eq. Trolox mmolL<sup>-1</sup>, mientras que el menor correspondió a UCH-CHA, con 2,61 Eq. Trolox mmolL<sup>-1</sup>.

Los datos obtenidos son inferiores a los encontrados por Sánchez<sup>12</sup> para la variedad Wonderful proveniente de Curacaví y para el clon UCH-AZA de la localidad de Vicuña, los cuales alcanzaron valores de 9,10 y 11,70 Eq. Trolox mmolL<sup>-1</sup>, respectivamente.

Sin embargo, en estudios realizados a distintos cultivares de granadas en Turquía (Ozgen *et al.*, 2008), evaluando la capacidad antioxidante mediante el mismo método utilizado en este estudio, los resultados obtenidos fueron de 4,63 y 10,9 Eq. Trolox mmolL<sup>-1</sup> para los cultivares Tatli y Kan, respectivamente, valores similares a los determinados en Vicuña.

De acuerdo a los datos obtenidos, se observa que los frutos provenientes de Vicuña, que tienen una alta cantidad de fenoles totales, presentan un alta capacidad antioxidante, esto se podría deber a que existe una estrecha relación entre estos dos factores (Kuskoski *et al.*, 2004).

### **Taninos**

De los compuestos fenólicos presentes en los arilos de granada, los de mayor contribución a la capacidad antioxidante son los taninos hidrolizables (Gil *et al.*, 2000), mientras que los taninos condensados rara vez se encuentran en los arilos (Wang *et al.*, 2010)

Existen diferencias significativas entre localidades, siendo los frutos de Vicuña los con mayor cantidad de taninos, con 3,99 versus un 2,39 g procianidina/L de frutos respecto a Curacaví.

Dos de los clones de Vicuña duplicaron a sus pares de Curacaví, estos son UCH-CHA y UCH-NG con valores de 4,24 y 4,65 g procianidina/L respectivamente, siendo este último el que obtuvo el mayor valor de todos los clones. Todos los clones de Curacaví presentaron valores similares, con un máximo de 2,52 g procianidina/L.

Sepúlveda *et al.* (2010b) para el jugo de Wonderful obtuvieron resultados entre 2,3 y 2,5 g procianidina/L, similares a los obtenidos en Curacaví. Cáceres<sup>13</sup> para la localidad de Vicuña encontró valores de 3,08; 4,45 y 4,55 g procianidina/L, para UCH-COD, UCH-CHA y UCH-NG, valores mayores en comparación con Curacaví que en el mismo ensayo, presentó valores entre 2,27 y 2,58 g/L.

Estudios realizados por Sánchez<sup>14</sup>, obtuvo en el jugo una concentración de taninos para el clon UCH-AZA entre 2,31 y 4,48 g procianidina/L, en Curacaví y Vicuña, respectivamente. Los valores encontrados son similares a los de este estudio en la localidad de Curacaví, sin embargo, para el jugo de Vicuña, es levemente superior.

---

<sup>12</sup> <sup>14</sup> Comunicación personal Srta. Isidora Sánchez, Licenciada en Ciencias Agropecuarias. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.

<sup>13</sup> Comunicación personal, Sr. Alejandro Cáceres, Ing. Agrónomo. Depto. Agroindustria y Enología, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.

En fruta de Túnez, el contenido de taninos fluctuó entre 0,35 a 1,77 y 2,24 a 2,55 g equivalentes de Catequina/L para las variedades Gabsi y Tounsi, respectivamente (El Kar *et al.*, 2011).

### **Antocianos**

El contenido de antocianos presentó diferencias significativas entre localidades y entre clones, siendo el clon UCH-NG el que presentó una mayor cantidad de antocianos en las dos localidades estudiadas, con 572,5 mg/L, además los análisis demostraron que UCH-COD fue el clon que mostró el menor valor, con 403,5 mg/L.

Como se muestra en el Cuadro 7, la fruta de Vicuña presentó valores significativamente superiores a la localidad de Curacaví, duplicando el contenido de antocianos totales, con 667 y 280,2 mg/L, respectivamente.

Cea (2011), encontró para la variedad Wonderful proveniente de la región metropolitana una concentración de antocianos de 317,8 mg/L inferior a la encontrada en la localidad de Vicuña, pero levemente superior al jugo proveniente de Curacaví. En el jugo de arilos provenientes de la cuarta región para la variedad Wonderful, Sepúlveda *et al.* (2010b), encontraron valores de antocianos de 903,0 mg/L, superior a los encontrados en este estudio. También para la variedad Wonderful, Sanchez<sup>15</sup> obtuvo una concentración de antocianos de 789,65mg/L.

Hernández *et al.* (1999) utilizaron genotipos españoles de Orihuela presentando valores de antocianos al inicio de cosecha de 35 mg/L, pero a las ocho semanas de iniciada la cosecha, estos presentaron un valor máximo de 160 mg/L, observándose que a medida que va madurando el fruto el contenido de antocianos aumenta.

Según Vardín y Fenercioglu (2003), el contenido de antocianos totales en jugos de granada, varía entre 10 y 700 mg/L; mientras que Gorena (2008) para variedades provenientes de la IV región observó una concentración de 822 mg/L; para esta misma variedad, Sáenz *et al.* (2010) obtuvieron 409 mg/L para jugo fresco de arilos.

En España con un clima mediterráneo semiárido, Mena *et al.* (2011) obtuvieron para los cultivares Valenciana y Wonderful valores que van entre 30 a 1080 mg/L, respectivamente, mientras que el cultivar Mollar de Elche mostró valores similares a los obtenidos en los clones de Curacaví, con 263 y 303 mg/L.

---

<sup>15</sup> Comunicación personal Srta. Isidora Sánchez, Licenciada en Ciencias Agropecuarias. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.

**Cuadro 7.** Contenido de Antocianos totales, Matiz e Intensidad Colorante.

		<b>Antocianos totales (mg/L)</b>	<b>Intensidad colorante</b>	<b>Matiz</b>
<b>Factores</b>				
<b>Localidad</b>	<b>Vicuña</b>	667,00 b	6,20 b	0,63 a
	<b>Curacaví</b>	280,20 a	3,71 a	0,79 b
<b>Clones</b>	<b>UCH-CHA</b>	444,80 a	4,91 a,b	0,69 a
	<b>UCH-COD</b>	403,50 a	4,46 a	0,81 b
	<b>UCH-NG</b>	572,50 b	5,50 b	0,64 a

Valores expresados como medias. Letras minúsculas distintas en cada columna indican diferencias significativas entre localidades o clones ( $P \leq 0,05$ ), según prueba de rango múltiple Duncan.

Las diferencias que se observaron en la cuantificación de antocianos en los diferentes estudios citados, no sólo se deben a variaciones de las condiciones agroclimáticas, de cultivar y estado de madurez (Gorena, 2008).

### **Intensidad Colorante y Matiz**

El jugo de la fruta de la localidad de Vicuña fue la que presentó mayor intensidad colorante con un valor de 6,20. Además, se observó diferencias significativas entre localidades, como también entre clones (Cuadro 7). El clon UCH-NG fue el que presentó mayor intensidad con 5,50 y UCH-COD fue el de menor intensidad con 4,46.

Sepúlveda *et al.* (2010a) obtuvieron mayor intensidad de color en jugos de arilos rojos que en los jugos provenientes de arilos rosados. Para los de mayor intensidad colorante, los valores fluctuaron entre 0,75 y 1,96, mientras que para los de menor intensidad el máximo fue de 0,16, estos valores fueron inferiores a los de este estudio.

Como se muestra en el Cuadro 7, existieron diferencias significativas para Matiz, entre localidades y clones, obteniendo 0,63 y 0,79 para Vicuña y Curacaví, respectivamente. Respecto a los clones, UCH-COD fue el que presentó mayor matiz y UCH-NG fue el con menor valor.

### Análisis sensorial de arilos

A continuación se presentan los resultados del análisis sensorial de los arilos (Figura 1).

**Color:** El color fue el parámetro de calidad mejor evaluado existiendo diferencias significativas entre localidades, pero no entre los clones. Como se observa en el Cuadro 8, los arilos de la fruta de Vicuña obtuvieron un mayor valor (12,2).

La concentración de antocianos influye en el color de los arilos de granada (Gil *et al.*, 1995b), en el presente estudio los arilos de los frutos provenientes de Vicuña son los que presentan una cantidad superior de antocianos y coincide con los arilos mejor evaluados por el panel, para el parámetro de color.

**Acidez:** Los arilos de las granadas provenientes de Curacaví presentaron una acidez significativamente mayor que la fruta de Vicuña, existiendo por lo tanto diferencias entre ambas localidades (Cuadro 8). Los arilos de la fruta de Curacaví fueron calificados con puntuación 9,8 siendo el valor 15 definido como acidez excesiva.

Los clones no presentaron diferencias significativas, los valores obtenidos estuvieron dentro de un rango de 8,3 y 8,9, siendo UCH-COD el clon percibido por los panelistas con mayor acidez.

**Cuadro 8.** Evaluación sensorial. Parámetros de calidad y Aceptabilidad de arilos de clones de granada.

	Color	Acidez	Calidad			Aceptabilidad		
			Dulzor	Amargor	Astringencia	Dureza		
<b>Factores</b>								
<b>Localidad</b>	<b>Vicuña</b>	12,2 b	7,3 a	8,7 b	2,6 a	5,3 a	9,2 a	10,2 a
	<b>Curacaví</b>	9,6 a	9,8 b	6,3 a	3,2 a	5,9 a	10,5 a	7,3 b
<b>Clones</b>	<b>UCH-CHA</b>	10,8 a	8,6 a	7,2 a	3,4 a	5,6 a	10,1 a	9,0 a
	<b>UCH-COD</b>	10,6 a	8,9 a	7,9 a	2,4 a	5,3 a	9,4 a	9,0 a
	<b>UCH-NG</b>	11,2 a	8,3 a	7,4 a	3,0 a	5,9 a	10,0 a	8,3 a

Valores expresados como medias. Letras minúsculas distintas en cada columna indican diferencias significativas entre localidades o clones ( $P \leq 0,05$ ), según prueba de rango múltiple Duncan.

**Dulzor:** No se presentaron diferencias significativas entre los clones, pero si entre las localidades. La fruta de la localidad de Vicuña presentó un mayor dulzor (8,74) en comparación con la localidad de Curacaví (6,26). Aunque no hubo diferencias entre clones, el clon UCH-COD fue el que presentó el mejor puntaje de todos los clones, obteniendo una calificación de 7,9.

Los arilos de los frutos provenientes de Vicuña fueron los que sensorialmente obtuvieron mayor aceptabilidad, es decir, aquellos clones más dulces al presentar mayor contenido de

sólidos solubles. Sepúlveda<sup>16</sup> afirma que al momento de elegir, los consumidores prefieren alimentos dulces.

**Amargor:** No se presentaron diferencias significativas en este parámetro entre localidades y entre clones. Los valores determinados fueron en general muy bajos.

**Astringencia:** No hubo diferencias significativas entre las localidades ni entre los clones. Sin embargo, el panel percibió al clon UCH-NG como levemente más astringente. El panel coincidió con los resultados de análisis de taninos, compuestos que otorgan principalmente la astringencia a los arilos, ya que este clon fue el que presentó mayor cantidad de taninos.

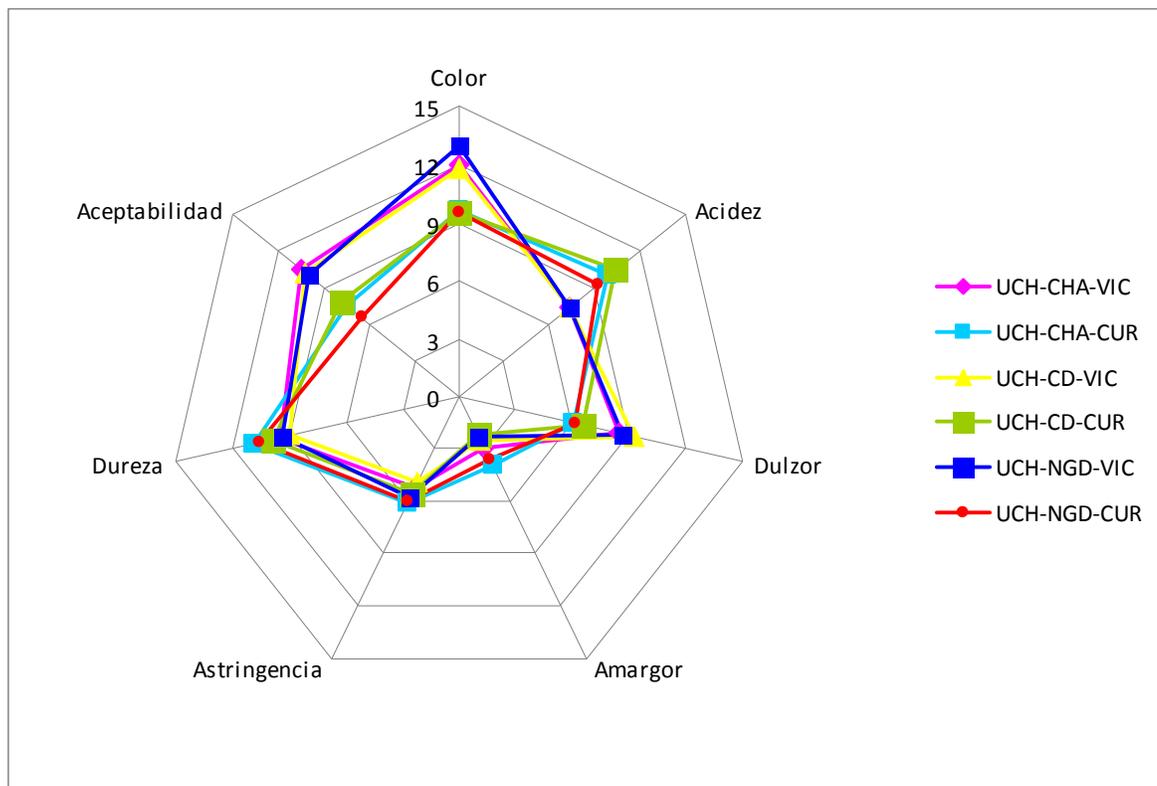


Figura 1. Evaluación sensorial de arilos de granada.

**Dureza:** Este parámetro se refirió a la dureza del piñón y no se observaron diferencias significativas entre localidades ni entre clones.

Los arilos de la fruta de Curacaví obtuvieron una calificación 10,5 (Figura 1), siendo la localidad con mayor dureza de piñón, en esta localidad destacan UCH-CHA y UCH-NG

<sup>16</sup> Comunicación personal, Datos no publicados. Sepúlveda, E., Sáenz, C., Peña, A y R. Infante. Depto de Agroindustria y Enología y Depto. Producción Agrícola, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.

con 10,9 y 10,6. Vicuña presentó menor dureza, destacando UCH-COD con 8,9 unidades. Melgarejo y Salazar (2004) afirman que existe una relación entre el contenido de fibra y la dureza, de tal forma que si el porcentaje de fibra supera el 9% se clasifica como piñón duro y es incomible. A su vez, consideran que este es el factor más determinante para la aceptación o rechazo por el consumidor, desplazando a un segundo lugar al color de los arilos.

**Aceptabilidad:** Los resultados indican que hubo diferencias significativas entre localidades, siendo los clones provenientes de Vicuña los que presentaron mayor aceptabilidad. Los evaluadores otorgaron a los arilos de la localidad de Curacaví (7,28) (Cuadro 8), valores que se encuentran en la zona de indiferencia (Anexo III), mientras que los de Vicuña (10,20) en la zona de aceptación. Para todos los clones los valores obtenidos están en la zona de aceptación.

La aceptabilidad superior de los arilos provenientes de la localidad de Vicuña, podría deberse a coloración más roja, además de tener un mayor contenido de sólidos solubles, de acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio.

Galletti *et al.* (2000) estudiaron la aceptabilidad de arilos de granada variedad Wonderful, luego de diferentes periodos de tiempos de almacenamiento de la fruta, concluyendo que no pierden las características organolépticas con un tiempo de guarda de 51 días a 0°C, hasta 68 días a 5°C. La aceptabilidad durante ese periodo fue evaluada entre 6,8 y 7,0 con una escala de 1 a 9.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a las condiciones de este estudio se puede concluir que:

- La fruta proveniente de la localidad de Vicuña es superior a la de Curacaví, lo que se ve reflejado en el mayor contenido de sólidos solubles, la mejor relación ss/acidez, mayor capacidad antioxidante, mayor contenido de compuestos fenólicos y una mejor aceptabilidad.
- El color de frutos y jugo de arilos, estaría influenciado por la zona de cultivo, presentándose mayor coloración en la localidad de Vicuña
- El rendimiento de arilos y de jugo fue superior en la localidad de Vicuña, lo que podría ser asociado a la zona de cultivo.
- Los resultados obtenidos no serían sólo atribuibles a la localidad de cultivo, ya que factores como el manejo agronómico podrían afectar las características de los frutos.

**BIBLIOGRAFÍA**

Aguirre, R. 2000. Conservación de frutos de granado (*Punica granatum* L.) variedad “Wonderful”. Memoria Ingeniero Agrónomo, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile 57p.

Alighourchi, H., M. Barzegar. and S. Abbasi. 2007. Antocyanins characterization of 15 pomegranate (*Punica granatum* L.) varieties and their variation after cold storage and pasteurization. European Food Research Technology 227:881-887.

Al-Maiman, S. and D. Ahmad, 2002. Changes in physical and chemical properties during pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit maturation. Food Chemistry 76:437-441.

Araya, E. 2010. Guía de Laboratorio Curso: Evaluación Sensorial de los alimentos. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas Departamento de Agroindustria y Enología. 103 p.

Artés, F. y F. Tomás-Barberán. 1998. Tratamientos postrecolección en la granada y obtención de productos derivados. In: Symposium Internacional sobre el Granado. Orihuela. España. Octubre 2008. 240p.

Barceló, G. 1990. Técnicas analíticas para vinos. Ed. GAB, Barcelona, España. Disponible en:  
[http://shop.gabsystem.com/b2c/index.php?page=pp\\_producto.php&md=0&ref=1000000](http://shop.gabsystem.com/b2c/index.php?page=pp_producto.php&md=0&ref=1000000).  
Leído el 4 de abril, 2010.

Benzie, F. and J. Strain. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: The FRAP assay. Analytical Biochemistry 239:70-76.

Borochoy-Neori, H., S. Judeinstein, E. Tripler, M. Harari, A. Greenberg, I. Shomer and D. Holland. 2009. Seasonal and cultivar variations in antioxidant and sensory quality of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit. Journal of Food Composition and Analysis 22:189–195.

Cea, I. 2011. Caracterización física, química y sensorial de frutos de Granado cv. Wonderful provenientes de tres regiones de Chile. Memoria Ingeniero Agrónomo, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 43 p.

Dafny-Yalin, M., I. Glazer, I. Bar-Ilan, Z. Kerem, D. Holland and R. Amir. 2010. Color, sugars and organic acids composition in aril juices and peel homogenates prepared from different pomegranate accessions. Journal Agricultural and Food Chemistry 58(7): 4342–4352.

Delgado-Vargas, F., A. Jimenez and O. Paredes-López. 2000. Natural pigments: carotenoids, anthocyanins, and betalains – characteristics, biosynthesis, processing, and stability. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 40(3): 173- 289.

De Borbón, L., L. Mercado and M. López, 2008. Influence of climate in grapes and most Bonarda and Syrah varieties. Mendoza, Argentina. *Revista Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo*. Tomo XL (2): 83-89.

Elyatem, S. and A. Kader. 1984. Post-harvest physiology and storage behavior of pomegranate fruits. *Scientia Horticulturae* 24:287-298.

El Kar, C., A. Ferchichi, F. Attia, J. Bovajila. 2011. Pomegranate (*Punica granatum*) Juices: Chemical composition, Micronutrient cations, and antioxidant capacity. *Journal of Food Science* (in press). Doi:10.1111/J.1750-3841.2011.02211.X

Franck, N., F. Sánchez, I. Quiroz, M. Soza, F. Zavala, R. Hillel y A. Kaplan. 2009. Granados, Perspectivas y Oportunidades de un negocio emergente. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/44529052/Estudio-de-Granada>. Leído el 17 de junio 2011.

Franck, N. 2010. ABC del cultivo del granado. *Aconex* 105:12-19.

Galleti, L., H. Berger y R. Aguirre. 2000. Estudios de postcosecha realizados en Chile para la exportación de granadas. pp: 182-192. In: Simposio Internacional Cultivos frutales para zonas áridas. Santiago, 27-28 de abril 2000. Depto. Producción Agrícola. Universidad de Chile.

Gil, M., C. García-Viguera, F. Artes and F. Tomas-Barberan. 1995a. Changes in pomegranate juice pigmentation during ripening. *Journal Science Food Agriculture*. 68: 77-81.

Gil, M., J. Cherif, N. Ayed, F. Artés and F. Tomás-Barberán. 1995b. Influence of cultivar, maturity stage and geographical location on the juice pigmentation of Tunisian pomegranates. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -Forschung* 201:361-364.

Gil, M., R. Sánchez, J. Ginés Marín y F. Artes. 1996. Quality changes in pomegranates during ripening and cold storage. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und- Forschung* 202:481-485.

Gil, MI., F. Tomás-Barberán, B. Hess Pierce, D. Holcroft. y A. Kader. 2000. Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. *Journal Agricultural and Food Chemistry* 48:4581-4589.

Gorena, T. 2008. Estabilización de compuestos naturales, bioactivos extraídos de granada (*Punica granatum* L.), mediante microencapsulación. Tesis Magíster. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 84p.

Hernández, F., P. Malgarejo, F. Tomás-Barberán and F. Artés. 1999. Evolution of juice anthocyanins during ripening of new selected pomegranate (*Punica granatum*) clones. *European Food Research and Technology* 210 :39–42.

INE, 2007. VII Censo Agropecuario. Disponible en: <http://www.censoagropecuario.cl/noticias/07/11/13112007.html>. Leído el 20 de abril, 2010.

Kaur. and Kapour. 2001. Antioxidants in fruits and vegetables- the millennium`s health. *International Journal of Food Science and Technology* 36:703-725.

Kuskoski, M., A. Asuero, M. García-Parrilla, A. Troncoso y R. Fett. 2004. Actividad antioxidante de pigmentos antocianicos. *Ciencia y Tecnología Alimentaria* 24: 691-693.

Lansky, E. and Newman, R. 2007. *Punica granatum* (pomegranate) and its potential for prevention and treatment of inflammation and cancer. *Journal of Ethnopharmacology* 109:177-206.

Magerramov, M.A., A.I. Abdulgatov, N.D. Azizov, and I.M. Abdulgatov. 2007. Effect of temperature, concentration, and pressure on the viscosity of pomegranate and pear juice concentrates. *Journal of Food Engineering*. 80:476-489.

McGuire R, 1992. Reporting of objective color measurements. *Horticultural Science*, 27:1254-1255.

Melgarejo, P. 1993. Selección y tipificación varietal del granado (*Punica granatum* L.) Tesis doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Valencia. Valencia, España. 618p.

Melgarejo, P., M., Sanchez, F. Hernandez, J. Martínez y A. Amorós. 2000. Parameters for determining the hardness and pleasantness of pomegranates (*Punica granatum* L.). *Options Mediterranees* 42:225-230.

Melgarejo, P y D. Salazar. 2004. Tratado de fruticultura para zonas áridas y semiáridas: Algarrobo, Granado y Jinjolero. 2ª edición, Mundi-Prensa Libros, Madrid, España. 430 p.

Mars, M. 1995. Pomegranate descriptors. Institut des Regions Arides 4119, Medenine, Tunisia; modificado y ampliado por Melgarejo, P., Amorós, A. y Martínez, R. de la Escuela Politécnica Superior de Orihuela. Universidad Politécnica de Valencia, 1996.

Martínez, J., P. Malgarejo, F., Hernández, D., Salazar and R. Martínez. 2006. Seed characterisation of five new pomegranate (*Punica granatum* L.) varieties. *Scientia Horticulturae* 110: 241-246.

Mena, P., C. García-Viguera, J. Navarro-Rico, D. Moreno, J. Bartual, D. Saura and N. Martí. 2011. Phytochemical characterisation for industrial use of pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars grown in Spain. *Journal of the Science of Food and Agriculture* ( in press). Doi: 10.1002/jsfa.4411.

Mirdehghan, H. and M. Rahemi, 2007. Seasonal changes of mineral nutrients and phenolic in pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit. *Scientia Horticulturae* 111:120-127

Miguel, G., C. Fontes, D. Antunes, A. Neves. y D. Martins. 2004. Anthocyanin concentration of Assaria pomegranate fruits during different cold storage conditions. *Journal Biomedicine and Biotechnology* 5:338-342.

Ozgen, M., C. Durgac, S. Serc and C. Kaya. 2008. Chemical and antioxidant properties of pomegranate cultivars grown in the Mediterranean region of Turkey. *Food Chemistry* 111:703–706.

Prat, L. y C. Botti. 2002. El Granado (*Punica granatum* L.) Serie Ciencias Agronómicas, Facultad de Ciencias Agronómicas. 66p.

Poyrazoglu, E., V. Gockmen and N. Artik. 2002. Organic acids and phenolic compounds in pomegranate (*Punica granatum* L.) grown in Turkey. *Journal of Food Composition and Analysis* 15:311-327.

Robles, P. 2011. Efecto de la temperatura y el uso de bolsas sobre la conservación de granadas variedad Wonderful. Memoria Ingeniero Agrónomo, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 55 p.

Rosenblat, M. and M. Aviram. 2006. Antioxidative properties of pomegranate: *In vitro* studies. pp. 31-43. In Seeram, NP and D. Heber (eds.) *Pomegranate: Ancient roots to modern medicine*. Taylor and Francis Group, New York, USA.

Roy, S. and D. Waskar. 1997. Postharvest physiology and storage of tropical and subtropical fruits. In : Mitra S.K.(Ed). CAB International, Wallingford, Estados Unidos.

Sáenz, C., J. Seguel, T. Gorena and E. Sepúlveda. 2010. Effect of the concentration temperature on some bioactives compounds and rheological properties of pomegranate juices. 4p. In: International conference on food Innovation, Valencia, Spain. 25-29 October 2010. Valencia, Spain.

Sarkhosh, A., Zamani, Z., Fatahi, R., Ranjbar, H., 2009. Evaluation of genetic diversity among Iranian soft-seed pomegranate accessions by fruit characteristics and RAPD markers. *Scientia Horticulturae* 121, 313–319.

Schwartz, E., R. Tzulker, I. Glazer, I. Bar-Ya'akov, Z. Wiesman, E. Tripler, I. Bar-Ilan, H. Fromm, H. Borochoy-Neori, D. Holland and R. Amir. 2009. Environmental conditions affect the color, taste, and antioxidant capacity of 11 Pomegranate accessions' fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57(19): 9197–9209.

Seeram, N., M. Aviram, Y. Zhang, S. Henning, L. Feng, M. Dreher and D. Heber. 2008. Comparison of antioxidant potency of commonly consumed polyphenol-rich beverages in the United States. *Journal Agricultural Food Chemistry* 56 (4): 1415–1422.

Sepúlveda, E., L. Galletti, C. Sáenz and M. Tapia. 2000. Minimal processing of pomegranate var. Wonderful. En: *Symposium Internacional sobre el granado*. Escuela Politécnica Superior de Orihuela, Universidad Miguel Hernández, Orihuela (Alicante), España. 428p.

Sepúlveda, E., C. Sáenz, A. Peña, P. Robert, B. Bartolomé and C. Gómez-Cordovés. 2010a. Influence of the genotype on the anthocyanin composition, antioxidant capacity and color of Chilean pomegranate (*Punica granatum* L.) juice. *Chilean Journal of Agricultural Research* 70(1):50-57.

Sepúlveda, E., I. Cea, and C. Sáenz. 2010b. Phenolic characterization and antioxidant activity of pomegranate (*Punica granatum* L.) cv. Wonderful juice from three regions of Chile. 4p. In: *International Conference on Food Innovation*, Valencia, Spain. 25-29 October 2010. Valencia, Spain.

Sheets, M., M. Du Bois and J. Williamson. 2004. La Granada. Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Disponible en: <http://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:1WlrlanTbRwJ:miam>. Leído el 15 de abril, 2010.

Shulman, Y., L., Fainbertin and S. Lavee. 1984. Pomegranate fruit development and maturation. *Journal Horticultural Science*. 48:293–296.

Singh, R., C. Murphi and G. Jayaprakasha. 2002. Studies on the antioxidant activity of pomegranate (*Punica granatum*) peel and seed extract using in vitro models. *Journal Agriculture and Food Chemistry*. 50: 81-86.

Singleton, V., and J. Rossi. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture* 16:144-158.

Tapia, M. 1999. Procesamiento mínimo de frutos de granado (*Punica granatum* L.) var. Wonderful y Española. Memoria de Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 73p.

Tehranifar, A., M. Zarei, Z., Nemati, B. Esfandiyari and M., Vazifeshenas. 2010. Investigation of physico-chemical properties and antioxidant activity of twenty Iranian pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars. Scientia Horticulturae 126:180–185.

Turkmen, I. and Eksi, A. 2011. Brix degree and sorbitol/xylitol level of authentic pomegranate (*Punica granatum*) juice. Food Chemistry 127:1404–1407.

USEP. s.a. Unidad de Selección, Propagación y Venta de Material Fitogenético, Universidad de Chile. Disponible en: <http://agronomia.uchile.cl/centros/ceza/USEP/index.html>. Leído el 30 de marzo, 2010.

Vardin, H. and H. Fenercioglu. 2003. Study on the development of pomegranate juice processing technology: Clarification of pomegranate juice. Molecular Nutrition and Food Research 47(5):300-303.

Wang, R., Y. Ding, R. Liu, L. Xiang, L. Du. 2010. Pomegranate: Constituents, bioactivities and pharmacokinetics. Fruit, Vegetable and Cereal. Food Science and Biotechnology 4(2):77-87.

## ANEXOS

## Anexo I

## Pauta de evaluación sensorial, calidad de arilos

## EVALUACIÓN DE CALIDAD

Nombre:.....Fecha:.....

**Instrucciones:**

Por favor, indique con una **línea vertical** la calidad del producto, considerando las siguientes características.

N° muestra \_\_\_\_\_

**Color**

0	15
Blanquecino	Rojo intenso

**Acidez**

0	15
Sin acidez	Acidez excesiva

**Dulzor**

0	15
Sin dulzor	Dulzor excesivo

**Amargor**

0	15
Sin amargor	Amargor excesivo

**Astringencia**

0	15
Sin astringencia	Astringencia excesiva

**Dureza del piñón**

0	15
Piñón blando	Extremadamente duro

## Anexo II

## Pauta de evaluación sensorial, aceptabilidad de arilos

## EVALUACIÓN DE ACEPTABILIDAD

Nombre:.....Fecha:.....

**Instrucciones:**Por favor, indique con una **línea vertical** la aceptabilidad para cada muestra.

N° muestra \_\_\_\_\_

0	Indiferencia	15
Me disgusta mucho		Me gusta mucho

N° muestra \_\_\_\_\_

0	Indiferencia	15
Me disgusta mucho		Me gusta mucho

N° muestra \_\_\_\_\_

0	Indiferencia	15
Me disgusta mucho		Me gusta mucho

N° muestra \_\_\_\_\_

0	Indiferencia	15
Me disgusta mucho		Me gusta mucho

### **Anexo III**

#### **Interpretación de los datos obtenidos con la pauta no estructurada (0-15 cm)**

##### **Aceptabilidad**

0,00 - 6,99	Zona de rechazo
7,00 - 7,99	Zona de indiferencia
8,00 -15,00	Zona de aceptación

Fuente: Guía de Laboratorio Curso: Evaluación Sensorial de los Alimentos (Araya, 2010)

### **Anexo IV**

#### **Determinación de polifenoles totales por el índice Folin-Ciocalteu**

Se diluyó el jugo en agua destilada (1:2), se tomaron muestras de 100  $\mu$ L, las que se diluyeron con 4,9 mL de agua destilada; se adicionó 0,5 mL del reactivo de Folin-Ciocalteu y 1,7 mL de solución de carbonato de sodio al 20%, se aforó a 10 mL con agua destilada en matraces aforados. Luego se agitó y se dejó reposar por 30 minutos a temperatura ambiente.

La absorbancia se midió a 765 nm contra un blanco de agua preparado en las condiciones anteriormente descritas.

## **Anexo V**

### **Cuantificación de antocianos totales**

Se mezcló 1 mL de jugo de granada con 1 mL de solución de ácido clorhídrico al 0,1% (p/v en etanol al 95%) y 20 mL de solución de ácido clorhídrico al 2% (p/v en agua destilada). De la mezcla anterior se tomaron 10 mL y se colocaron en cada uno de los dos tubos de ensayo; al tubo 1 se le agregaron mL de metabisulfito de sodio al 15% p/v y al tubo 2 se le agregaron 4 ml de agua destilada. Se agitó y se dejó reposar por 20 minutos a temperatura ambiente.

La absorbancia se midió a 520 nm, contra un blanco de agua, elaborado en igual condición a la anteriormente descrita.

Para la determinación de la concentración de antocianos totales (Ecuación 6), se empleó la curva de calibración establecida por Ribéreau-Gayon y Stonestreet (1965).

## **Anexo VI**

### **Cuantificación de taninos totales**

Se diluyó 1 mL de jugo en un matraz aforado de 50 mL con agua destilada, de esta muestra se tomaron 4 mL y se colocó en cada uno de los dos tubos de ensayo utilizados, luego se agregó 2 mL de agua destilada a los dos tubos y posteriormente 6 mL de ácido clorhídrico concentrado (37%). Se agitó y uno de los tubos se puso a baño María de agua hirviendo por 30 minutos; luego se almacenó en oscuridad mientras las muestras se enfriaran y finalmente se agregó 1 mL de etanol (95%), se agitó previamente a la medición.

La absorbancia se midió a 550 nm, contra un blanco de agua.

## APÉNDICES

### Apéndice I

**Cuadro 1.** Color visual de fruto, Color visual de arilos y Rendimiento de arilos.

<b>Localidad</b>	<b>Clones</b>	<b>Color visual frutos</b>	<b>Color visual arilos</b>
<b>Vicuña</b>	<b>UCH-CHA</b>	56% Rojo	55% Rojo Amarillento
	<b>UCH-COD</b>	49% Rojo Amarillento	63% Rojo
	<b>UCH-NG</b>	55% Rojo Amarillento	60% Rojo
<b>Curacaví</b>	<b>UCH-CHA</b>	56% Rojo	53% Rojo Amarillento
	<b>UCH-COD</b>	54% Rojo Amarillento	72% Rojo Amarillento
	<b>UCH-NG</b>	53% Rojo Amarillento	56% Rojo

Valores expresados como porcentajes.

**Cuadro 2.** Color instrumental de jugo de arilos de granado.

		color instrumental jugo de arilos				
		L	a*	b*	C*	h°
<b>Factores</b>						
<b>Localidad</b>	<b>Vicuña</b>	22,4 a	10,4 a	1,8	10,5 a	9,9 b
	<b>Curacaví</b>	29,2 b	13,0 b	1,8	13,1 b	7,8 a
<b>Clones</b>	<b>UCH-CHA</b>	24,9 a	11,6	1,5 a	11,7	8,0
	<b>UCH-CD</b>	27,8 b	12,8	2,0 b	13,0	9,0
	<b>UCH-NG</b>	24,7 a	10,8	1,7 a	11,0	9,6
<b>Efecto</b>						
	<b>Localidad</b>	*	*	ns	*	*
	<b>Clones</b>	*	ns	*	ns	ns
<b>Interacción</b>						
	<b>L*C</b>	*	*	*	*	ns
<b>Efecto Localidad por Clon</b>						
<b>UCH-CHA</b>	<b>Vicuña</b>	22,7 A	10,2 A	1,5 A	10,3 A	9,0
	<b>Curacaví</b>	27,1 B	12,9 B	1,6 A	13,0 B	7,1
<b>UCH-COD</b>	<b>Vicuña</b>	25,7A	13,1 B	2,3 B	13,3 B	10,1
	<b>Curacaví</b>	30,0 B	12,5 A	1,7 A	12,6 A	8,0
<b>UCH-NG</b>	<b>Vicuña</b>	17,7 A	7,8 A	1,3 A	8,0 A	10,9
	<b>Curacaví</b>	30,6 B	13,7 B	2,0 B	13,9 B	8,4

\* Indica que existen diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), ns: no significativas. (\*) Si no existió interacción entre factores se realizó la prueba de comparaciones múltiples por separado para el o los factores que hayan presentado diferencias significativas, distinguiéndose esta diferencia con letras mayúsculas diferentes en sentido vertical.