

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

**EVALUACIÓN DE CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS Y
SENSORIALES DE ARILOS DE GRANADA DEL CLON SELECCIONADO
'UCH-NGD' MÍNIMAMENTE PROCESADOS EN FRESCO**

VALESKA DANIELA DROGUETT GONZÁLEZ

**SANTIAGO - CHILE
2012**

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

**EVALUACIÓN DE CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS Y
SENSORIALES DE ARILOS DE GRANADA DEL CLON SELECCIONADO
'UCH-NGD' MÍNIMAMENTE PROCESADOS EN FRESCO**

**MICROBIOLOGICAL AND SENSORIAL EVALUATION OF POMEGRANATE
ARILS FROM THE SELECTED CLON 'UCH-NGD' MINIMALLY PROCESSED**

VALESKA DANIELA DROGUETT GONZÁLEZ

**SANTIAGO - CHILE
2012**

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

EVALUACIÓN DE CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS Y SENSORIALES DE ARILOS DE GRANADA DEL CLON SELECCIONADO UCH-NGD MÍNIMAMENTE PROCESADOS EN FRESCO

**Memoria para optar al título profesional de:
Ingeniero Agrónomo
Mención Agroindustrias**

VALESKA DANIELA DROGUETT GONZÁLEZ

	Calificaciones
Profesores Guías	
Sr. Victor Hugo Escalona C. Ingeniero Agrónomo, Dr.	6,5
Sra. Carmen Sáenz H. Químico Farmacéutico, Dra.	6,5
Profesores Evaluadores	
Sr. Italo Chiffelle G. Bioquímico, Dr.	6,8
Sr. Ricardo Pertuzé C. Ingeniero Agrónomo, Ph.D.	5,5

**SANTIAGO - CHILE
2012**

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a las personas que han hecho posible la llegada de este momento. En primer lugar mis padres, Daniel y Ester quienes me han permitido finalizar este proceso con mucho amor y preocupación, con su apoyo incondicional. También a mis hermanos Fernanda y Sebastián a quienes quiero mucho. No puedo dejar de mencionar a mis abuelas, abuelo, tíos y tías por su preocupación y cariño, Abuelita Aurora, Tata René y Abuelita Filomena, a Tío Elías, Tía Ruthy, Tía Tabi, Tía Ely, Tía Kela, Tía Kata, Tía Lola, Tía Alicia, Tía Rosa. También a mis amigos con quienes he compartido más que asuntos universitarios y quienes se han transformado en una parte fundamental de mi vida, David, Marcela, Alexis, Andrea, Tute, Lisham, Javi y Liliana.

También me gustaría agradecer a los profesores Horst Berger, Víctor Hugo Escalona y Carmen Sáenz; al proyecto INNOVA-Chile “Desarrollo y elaboración de alimentos funcionales en base a fruta de granados producidos en zonas áridas y semi-áridas de Chile” y al Centro de Estudios Postcosecha de la Universidad de Chile.

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
Hipótesis	6
Objetivos	6
MATERIALES Y MÉTODOS	7
Lugar de estudio	7
Materiales	7
Metodología	8
Tratamientos y Diseño Estadístico	8
Procedimiento	9
Selección de la materia prima	9
Procesamiento	10
Variables medidas	12
Caracterización previa de la materia prima	12
Ensayo 1. Tasa respiratoria	12
Ensayo 2. Caracterización física, química, microbiológica y sensorial	13
Concentración de gases	13
Color de arilos	13
Color de jugo de arilos	13
Sólidos solubles	13
pH	13
Acidez titulable	13
Pérdida de masa	14
Análisis microbiológico	14
Análisis sensorial	15
Análisis estadístico	15
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
Caracterización de materia prima	16
Evaluación de los Tratamientos	18
Ensayo 1. Tasa respiratoria	18
Ensayo 2. Caracterización física, química, microbiológica y sensorial	19
Concentración de gases	19
Color de arilos	22
Color del jugo de arilos	22
L	22
a*	24
b*	25

Sólidos solubles	26
pH	27
Acidez titulable	28
Pérdida de masa	30
Análisis microbiológico	31
RAM	31
Psicrófilos	32
Enterobacterias	33
<i>Salmonella</i>	34
<i>Staphylococcus aureus</i>	34
Hongos	34
Levaduras	35
Evaluación sensorial	37
Apariencia	37
Pardeamiento	37
Acidez	38
Turgencia	39
Intensidad de sabor	39
Sabores extraños	40
Aromas extraños	40
CONCLUSIONES	41
BIBLIOGRAFÍA	42
ANEXOS	48
APÉNDICES	52

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del genotipo y del tipo de envase utilizado sobre las características microbiológicas y sensoriales de arilos de granada mínimamente procesados de variedad 'Wonderful' y de un clon seleccionado de esta última, 'UCH-NGD'. Para ello los frutos enteros se sanitizaron con hipoclorito de sodio (200 mg L^{-1}) durante 3 minutos y se conservaron a $6 \pm 0,5^\circ\text{C}$ y $90 \pm 5\%$ HR durante 103 días. Transcurrido este periodo, los frutos enteros de ambos genotipos fueron nuevamente sanitizados con hipoclorito de sodio (200 mg L^{-1}) durante 3 minutos y luego desgranados, los arilos se sanitizaron con hipoclorito de sodio (100 mg L^{-1}) durante 30 segundos y se envasaron en dos tipos de envases rígidos con tapa, uno de polipropileno con perforaciones y otro de poliéster sin perforaciones, y se almacenaron por un período máximo de 14 días a $5 \pm 0,5^\circ\text{C}$ y $90 \pm 5\%$ de HR.

Se evaluó la tasa respiratoria, concentración de gases en el interior de envases rígidos, color de arilos y de jugo de arilos, sólidos solubles, pH, acidez titulable, pérdida de masa, análisis sensorial y microbiológico los días 7 y 14. El día 3 sólo se midió la tasa respiratoria y concentración de gases directamente desde el interior de los envases rígidos.

Luego del procesamiento la tasa respiratoria no registró diferencias significativas entre los días 0 y 14, siendo de $3,0$ a $2,6 \text{ mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ respectivamente. La concentración de gases se vio influida por el tipo de envase utilizado, siendo significativamente mayor el CO_2 ($1,3$ versus $0,7\%$) y menor el O_2 ($19,6$ versus $20,3\%$) en aquellos tratamientos en que se utilizó envases sin perforaciones. El porcentaje de pérdida de masa también registró diferencias significativas entre envase con y sin perforaciones ($4,9$ y $0,1\%$, respectivamente el día 14), independiente del genotipo. El color de arilos estuvo determinado por el genotipo más que por el envase, siendo 'Wonderful' más oscura que 'UCH-NGD' hasta el final del estudio. En lo que respecta al color del jugo, 'UCH-NGD' se oscureció más que 'Wonderful' en el tiempo, así también presentó valores mayores de a^* y b^* . El porcentaje de sólidos solubles al final del estudio registró diferencias significativas determinadas por el tipo de envase, pero en la práctica éstas fueron irrelevantes (entre $13,4$ y $14,1\%$). El pH y la acidez titulable también presentaron diferencias significativas, siendo en 'Wonderful' menores los valores de pH ($3,5$ versus $3,6$) y mayores los de acidez ($1,1$ versus $0,9\%$) que 'UCH-NGD'.

Sensorialmente 'Wonderful' fue mejor o igualmente calificada que 'UCH-NGD' en todos los parámetros y días evaluados, y permitiría su comercialización por hasta 14 días, mientras que 'UCH-NGD' podría comercializarse hasta por 7 días. El análisis microbiológico fue catalogado como aceptable a los 14 días a $5 \pm 0,5^\circ\text{C}$ y $90 \pm 5\%$ de HR por la legislación chilena para los recuentos de aerobios mesófilos, enterobacterias, *Salmonella* sp. y *Staphylococcus aureus*, independiente del genotipo, influenciado levemente por el tipo de envase.

Palabras clave: postcosecha, 'Wonderful', *Púnica granatum* L., envases, almacenaje.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of two genotypes ('Wonderful' and 'UCH-NGD') and the type of package on the microbiological and sensorial characteristics of minimally processed pomegranate arils. Whole fruits were sanitized with sodium hypochlorite (200 mg L⁻¹) for 3 minutes and stored at 6±0,5°C and 90±5 % RH for 103 days. After this, whole fruits of both genotypes were sanitized with sodium hypochlorite (200 mg L⁻¹) for 3 minutes and the arils were removed from the fruits and sanitized with sodium hypochlorite (100 mg L⁻¹) for 30 seconds. The arils were packaged on two different rigid packages, with or without perforations. The packages were stored for 14 days at 5±0,5°C and 90±5% RH.

Respiration rate, gases concentration, arils and juice color, soluble solids, pH, titrable acidity, weight losses, sensorial and microbiological analysis were evaluated on day 7 and 14. On day 3, only respiration rate and gases concentration were evaluated.

After processing, the respiration rate did not show significant differences between days 0 and 14 (3,0 to 2,6 mL CO₂ kg⁻¹h⁻¹). The gas concentrations were influenced by the type of rigid packages used; CO₂ levels were significantly low (0,7 versus 1,3%) and O₂ levels were significantly high (20,3 versus 19,6%) in perforated packages. Weight loss differences were also due to the type of packages (4,9 and 0,1% for perforated and unperforated packages, respectively). The arils color was affected by the genotype rather than the package; 'Wonderful' color was darker than 'UCH-NGD'. Aril juice color of 'UCH-NGD' was darker than 'Wonderful' throughout storage. At the end of the study, soluble solid contents show significant differences according to the package type, nevertheless they were irrelevant into practice (13,4 to 14,1%). Also pH and titrable acidity showed statistic differences. 'Wonderful' had minor pH (3,5 versus 3,6) and a higher titrable acidity (1,1 versus 0,9) than 'UCH-NGD'.

Related with sensory quality, 'Wonderful' was better or equally qualified than 'UCH-NGD' in every parameter and in each evaluation day. 'Wonderful' could be sold for up to 14 days; 'UCH-NGD' only for up to 7 days. The microbiologic analysis was rated as acceptable for 14 days at 5±0,5°C and 90±5% RH by Chilean law for aerobic mesophilic, enterobacteria, *Salmonella* sp. and *Staphylococcus aureus*, independently of the genotype, slightly influenced by the package type.

Keywords: post-harvest, 'Wonderful', *Púnica granatum* L., packages, storage.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas los hábitos de alimentación de la población han sufrido cambios significativos. El actual ritmo de vida, con escaso tiempo para preparar comidas equilibradas, ha provocado un aumento en la demanda de productos vegetales naturales, frescos, saludables y listos para consumir, como los mínimamente procesados en fresco (MPF), denominados comercialmente de la “Cuarta gama” de la alimentación (Artés-Hernández *et al.*, 2009).

Los productos MPF, consisten en frutas y hortalizas preparadas mediante operaciones simples como el lavado, cortado, picado, rebanado y otras relacionadas, muchas de las cuales incrementan la perecibilidad de estos productos. Además reciben una higienización y ocasionalmente un tratamiento con preservantes antes de ser envasados para su distribución y comercialización bajo refrigeración (Escalona y Luchsinger, 2008), garantizando una duración mínima de siete días para su consumo inmediato (Schlimme, 1995). Un producto “listo para el consumo” de buena calidad tendrá apariencia fresca, textura aceptable, buen sabor y aroma, seguridad microbiológica y vida útil suficiente para su distribución (Pérez *et al.*, 2008).

Al igual que las frutas y hortalizas intactas, los productos refrigerados MPF se deterioran después de su recolección debido a la maduración fisiológica y a la alteración microbiana. Las lesiones causadas durante el procesado también producen la descompartimentación celular o deslocalización de las enzimas y los sustratos, lo que da origen a diferentes alteraciones bioquímicas tales como pardeamiento, olores desagradables y degradación de la textura (Wiley, 1997).

El granado (*Punica granatum* L.) es un árbol frutal originario de las regiones cálidas de Irán y sus alrededores (Sudzuki *et al.*, 1997). Su fruto, botánicamente corresponde a una balaústa, la cual es de consistencia carnosa y está coronada en la base por el cáliz, que es persistente. El interior del fruto está separado por paredes membranosas, formadas por un tejido blanco, esponjoso y amargo, que encierran los compartimentos donde se encuentran las semillas. Las semillas están compuestas de un tegumento externo o arilo, que corresponde a la porción jugosa y comestible del fruto y un tegumento interno o endopleura, denominado piñón (Prat y Botti, 2002). La balausta del granado está coronada en la parte opuesta al pedúnculo por un cáliz carnoso y persistente, en donde aun después de la maduración pueden verse los restos de los estambres (Melgarejo y Martínez, 1992).

La granada en la postcosecha es susceptible a la pérdida de agua (Crisosto *et al.*, 2002) y por tanto necesita ser almacenada en ambiente de alta humedad relativa (Roy y Waskar, 1997), es por esto que se recomienda alrededor de 95% de humedad a 5°C para minimizar los problemas de pérdida de masa (Tapia, 1999).

La granada es considerada un alimento beneficioso para la salud debido a su gran concentración de antioxidantes naturales, siendo los polifenoles uno de los grupos más estudiados en la actualidad (Carbonell-Barrachina, 2009). Estos compuestos bioactivos incrementan su concentración en el fruto de granada a medida que éste se desarrolla, sin embargo, generalmente decrecen una vez que el fruto alcanza la madurez (Mirdehghan y Rehemi, 2007).

La capacidad antioxidante del jugo de granada es tres veces superior a la del vino tinto y a la del té verde (Carbonell-Barrachina, 2009). Además, los arilos son una fuente importante de ácidos grasos esenciales y fibra bruta (Melgarejo, 2008).

La granada que se consume principalmente en forma fresca tiene limitaciones debido a la dificultad del pelado de la fruta para obtener los arilos. El procesamiento de granadas bajo la forma de arilos mínimamente procesados, puede ser una alternativa deseable para aumentar la demanda de este fruto (Tapia, 1999). Los arilos de granada son un producto novedoso y cuyo consumo va en rápido aumento (Defilippi y Campos, 2008).

Las variedades más cultivadas en Chile corresponden a 'Wonderful' y 'Española' (Prat y Botti, 2002). La variedad 'Wonderful' es de fruto grande, cáscara rojiza, atractiva, arilos de excelente sabor y apta para consumo directo o para jugo (Lavin, 2004). Voosen y Silver (2000) la describen como un fruto grande de color externo rojo profundo (oscuro), con granos rojos, grandes y jugosos. Sus semillas son pequeñas y de dureza media (Morton, 1987).

La Universidad de Chile seleccionó una planta de la variedad 'Wonderful' para generar el clon 'UCH-NGD'¹, del cual no se dispone mucha información, siendo actualmente motivo de estudio.

Galletti *et al.* (2000) estudiaron el comportamiento de frutos de granadas variedad 'Wonderful' bajo conservación frigorífica a temperaturas de 0° y 5°C, con una humedad relativa de 75 a 80%. Como resultados del estudio, se apreció que la pérdida de masa fue mayor en los frutos almacenados a 5°C, al igual que la deshidratación visual. La acidez titulable, expresada como porcentaje de ácido cítrico, fue mayor para los frutos conservados a 0°C. Los sólidos solubles y pH fueron similares a ambas temperaturas de conservación.

Artés *et al.* (2000) trabajaron con granadas de la variedad 'Mollar de Elche' almacenadas a 2 y 5°C por 12 semanas en películas de polipropileno de 25 µm sin perforaciones y en películas de polipropileno de 20 µm con perforaciones como testigo. La calidad se evaluó después de 6 días de almacenamiento a 15°C y 75% HR, siendo el tratamiento envasado en polipropileno con perforaciones y almacenado a 5°C el que mejor mantuvo el color rojo de la piel de los arilos al final del almacenamiento. Luego de 12 semanas de almacenamiento la composición gaseosa dentro de las bolsas selladas a 5°C llegó a concentraciones de 12% de CO₂ y 6% de O₂, mientras que a 2°C, las concentraciones de CO₂ y O₂ fueron de 10% y

¹ Nicolas Franck, Ingeniero Agrónomo, Dr., 2012. (Comunicación personal)

8% respectivamente. Durante el almacenamiento de 6 días a 15°C y 75% HR, la composición gaseosa de los tratamientos a 5°C llegó a 15% de O₂ y 3% de CO₂; la concentración gaseosa de los tratamientos a 2°C llegó a 17% de O₂ y 2% de CO₂, esto debido a que estas bolsas selladas fueron perforadas para disminuir sus porcentajes de CO₂, ya que niveles muy elevados de CO₂ podrían ser causante de mal sabor. El uso de atmósfera modificada redujo la pérdida de masa y los daños por frío.

Tapia (1999) realizó ensayos de mínimo proceso en granadas de las variedades 'Wonderful' y 'Española', utilizando tres tipos de envases, polietileno (PE), etilvinil acetato (BE) y un coextruido de cuatro capas de un copolímero de cloruro de polivinilo y polivinideno (Saran) y etilvinil acetato (BB4)² (Selke, 1997), de diferentes características de permeabilidad frente al CO₂ y O₂, utilizando hipoclorito de sodio como agente sanitizante (100 mgL⁻¹) y ácido ascórbico y cítrico como antipardeantes (0,5 % P/V) durante 14 días a una temperatura de 4±0,5°C y 85% de humedad relativa. Bajo estas condiciones los arilos de granada de la variedad 'Wonderful' lograron mantenerse 14 días con características físicas, sensoriales y microbiológicas aceptables para su consumo. La variedad 'Española' tuvo una durabilidad de sólo 7 días. Esto se atribuyó a la utilización de materia prima poco homogénea y a que la temperatura de la antecámara en que se realizó el procesamiento de esta variedad fue alrededor de 20°C, a diferencia de 'Wonderful', procesada a 11°C.

Valladares (1999) evaluó 2 tipos de envases de distinta permeabilidad, bolsas de BB4 y envases rígidos de poliestireno (tarrina), utilizando como testigo bolsas de polietileno perforadas. Se empleó como agente sanitizante hipoclorito de sodio (200 mgL⁻¹) y, ácido cítrico y ascórbico (0,5% P/V) como agente antipardeante. Los resultados indicaron que la concentración de gases en tarrinas y bolsas perforadas no mostraron diferencias entre sí, ambos cercanas a las concentraciones gaseosas del aire, pero si hubo diferencias con las bolsas BB4, donde se alcanzó 1,3 % de O₂ y 31,9% de CO₂ durante el primer ensayo y 0,04% de O₂ y 50,1% de CO₂ en el segundo ensayo. A los 14 días, la conservación de la calidad de los arilos de granada a 5±0,5°C en tarrinas y bolsas perforadas tampoco mostró diferencias entre sí, siendo mejor evaluadas que las bolsas BB4, según los resultados de la evaluación sensorial.

Utilizando arilos de granada de la variedad 'Mollar', Artés *et al.* (1997) realizaron ensayos utilizando bolsas de polipropileno perforado (33 perforaciones por dm², de 2 mm de diámetro cada una), almacenándolos a 1 °C y 90% de humedad relativa. La duración de los arilos se prolongó hasta 10 días.

A partir de lo anterior y debido a que 'Wonderful' es una de las variedades más cultivadas en Chile, se evaluó esta variedad en conjunto con una selección de esta última, el clon 'UCH-NGD', planteando la siguiente hipótesis y objetivo.

²Carlos Hortuvia, Ingeniero Agrónomo, Sealed Air Cryovac, 2012 (Comunicación Personal)

Hipótesis: Los arilos de granada del clon seleccionado 'UCH-NGD' tienen igual comportamiento que los de la variedad 'Wonderful', bajo iguales condiciones de mínimo proceso en fresco.

Objetivo: Evaluar el efecto del genotipo y tipo de envase sobre las características microbiológicas y sensoriales de arilos de granada bajo refrigeración y su comportamiento en el tiempo

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de Estudio

El estudio se realizó durante los meses de julio y agosto de 2010 en el Centro de Estudios Postcosecha (CEPOC) de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile y en los laboratorios de Análisis Microbiológico y Evaluación Sensorial del Departamento de Agroindustrias y Enología de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, La Pintana, Santiago. Este estudio fue financiado por el proyecto “Desarrollo y elaboración de alimentos funcionales en base a fruta de granados producidos en zonas áridas y semi-áridas de Chile” código 07CT9 PZT-32, INNOVA-Chile.

Materiales

Se utilizaron granadas variedad ‘Wonderful’ obtenidas de un huerto de Agrícola Lafrut, ubicado en Huechún, Provincia de Melipilla, Región Metropolitana ($33^{\circ} 5' 0,15''$ S; $70^{\circ} 45' 14,14''$ O). El establecimiento del huerto se realizó en el año 2004, con un marco de plantación de 3 x 5 m y sistema de conducción en copa abierta.

También se utilizaron granadas del clon ‘UCH-NGD’, seleccionado de la variedad ‘Wonderful’ y establecidos en un huerto de Agrícola Santa Carmen, ubicado en Curacaví, Provincia de Melipilla, Región Metropolitana ($33^{\circ} 22' 09,45''$ S; $71^{\circ} 09' 15,97''$ O). El establecimiento del huerto se realizó en el año 2007, con marco de plantación de 3 x 1,5 m y sistema de conducción en multi eje.

Se utilizaron frascos de vidrio y envases transparentes. Los frascos de vidrio tenían un cierre hermético y una capacidad de 500 mL. Se utilizaron dos tipos de envases transparente: unos de polipropileno, rígidos, con tapa y perforados (con ventilación del 4 % de la superficie) y otros de poliéster, rígidos cerrados con tapa (sin perforación) con permeabilidad al O_2 y CO_2 de $79 \text{ mL m}^{-2} 24\text{h}^{-1}$ y $240 \text{ mL m}^{-2} 24\text{h}^{-1}$, respectivamente. Ambos tipos de envases con 250 mL de capacidad (Figura 1).

Como agente sanitizante se utilizó hipoclorito de sodio ($NaClO$) a concentraciones de 200 y 100 mg L^{-1} para frutos enteros y arilos, respectivamente.



(A)

(B)

Figura 1. Envases utilizados. (A) envase rígido de poliéster cerrado; (B) envase rígido de polipropileno perforado (4%).

Metodología

Tratamientos y Diseño Estadístico

Se establecieron dos ensayos independientes, uno para determinar la tasa respiratoria de arilos de granada y otro para caracterizar el comportamiento de los arilos en distintos tipos de envase durante su almacenaje.

Ensayo 1. Tasa respiratoria. Se midió la tasa respiratoria de arilos de granada del clon 'UCH-NGD', y de la variedad 'Wonderful'. Los arilos se depositaron en frascos de vidrio herméticos (sin envase). Para cada genotipo de forma independiente se realizó un diseño completamente al azar con 5 tratamientos (tiempos de estudio 0, 1, 3, 7 y 14 días) con 6 repeticiones cada uno. La unidad experimental utilizada fue el frasco de vidrio con cierre hermético de 500 mL de capacidad con aproximadamente 130 g de arilos de granada. En cada tiempo de estudio por separado, se compararon los genotipos.

Ensayo 2. Caracterización física, química, microbiológica y sensorial. Para analizar los parámetros concentración de gases, color del jugo de arilos, sólidos solubles, pH, acidez titulable, pérdida de masa, análisis microbiológico y análisis sensorial, se estableció un ensayo con un diseño completamente al azar, con arreglo factorial de 2x2, donde el primer factor correspondió al tipo de envase (envase con o sin perforaciones) y el segundo al genotipo de arilos de granada ('Wonderful', clon 'UCH-NGD'), para un total de cuatro tratamientos (Cuadro 1) con seis repeticiones cada uno, exceptuando el análisis microbiológico que contó con tres repeticiones y el análisis sensorial que contó con doce repeticiones (panelistas). Se evaluó independientemente cada día de estudio (7 y 14).

El color de los arilos se evaluó sin hacer un análisis estadístico, mediante los descriptores de granada de Mars (1995).

La unidad experimental utilizada fue el envase rígido de arilos de granada de aproximadamente 150 g de fruta.

Cuadro 1. Tratamientos realizados en arilos de granada variedad de ‘Wonderful’ y clon ‘UCH-NGD’

Tratamiento	Genotipo	Envase
T1	‘Wonderful’	Perforado
T2	‘Wonderful’	No Perforado
T3	‘UCH-NGD’	Perforado
T4	‘UCH-NGD’	No Perforado

También se analizó independientemente la evolución de cada tratamiento en el tiempo 7 y en el tiempo 14 utilizando las 6 repeticiones de cada uno de los momentos de evaluación.

Procedimiento

Las granadas se cosecharon de 5 plantas seleccionadas según homogeneidad, utilizando como criterio de cosecha el desarrollo de color de cubrimiento sobre el 75%, para ambos genotipos.

La fruta entera se recibió en el Centro de Estudios Postcosecha (CEPOC) y ahí se lavó con agua potable por inmersión con el fin de eliminar cualquier residuo, luego se desinfectó por inmersión con una solución de agua potable con hipoclorito de sodio a una concentración de 200 mg L⁻¹ durante tres minutos. A esta solución se le ajustó el pH a 6,8-7,0 mediante el uso de ácido cítrico al 1%. Los frutos se secaron con papel absorbente uno a uno y posteriormente se almacenaron en bandejas plásticas (una capa de frutos por caja) en una cámara a 6±0,5°C y 90±5% humedad relativa (HR) durante 103 días.

Selección de la materia prima

Transcurridos 103 días de almacenamiento se seleccionó por homogeneidad visual la materia prima, eliminando las granadas con presencia de hongos, agrietadas y las que presentaron quemaduras por sol (Melgarejo y Martínez, 1992).

Procesamiento

En una sala de procesamiento a 8°C los frutos enteros se lavaron y desinfectaron mediante el uso de agua potable a 5°C con hipoclorito de sodio a una concentración de 200 mgL⁻¹ durante tres minutos y se dejaron escurrir durante 1 minuto sobre una bandeja tamiz de acero inoxidable (Figura 2).

Posteriormente, se hicieron dos cortes a los frutos, uno en la sección de inserción del pedúnculo y otro en la sección continua a la roseta con cuchillos de filo liso. Cuidadosamente se abrieron y desgranaron los frutos manualmente para no causar daños físicos (Apéndice I, Figura 1), eliminando aquellos arilos con daños mecánicos y los faltos de color para asegurar una materia prima de buena calidad (Apéndice I, Figura 2). A continuación se sumergieron los arilos en una solución a 5°C de agua potable con hipoclorito de sodio (100 mgL⁻¹) durante 30 segundos y se dejaron escurrir durante 5 minutos sobre una bandeja tamiz de acero inoxidable, teniendo especial cuidado de no dejar agua en superficie, para disminuir el riesgo de proliferación microbiana (Schlimme, 1995; Wiley, 1997).

Una vez que los arilos estuvieron sin agua en superficie, se envasaron 150±1 g de arilos (Apéndice I, Figura 3) según los tratamientos correspondientes (Cuadro 1) (Apéndice I, Figura 4) y se almacenaron en una cámara a 5±0,5° C y 90±5% de HR por un periodo máximo de 14 días.

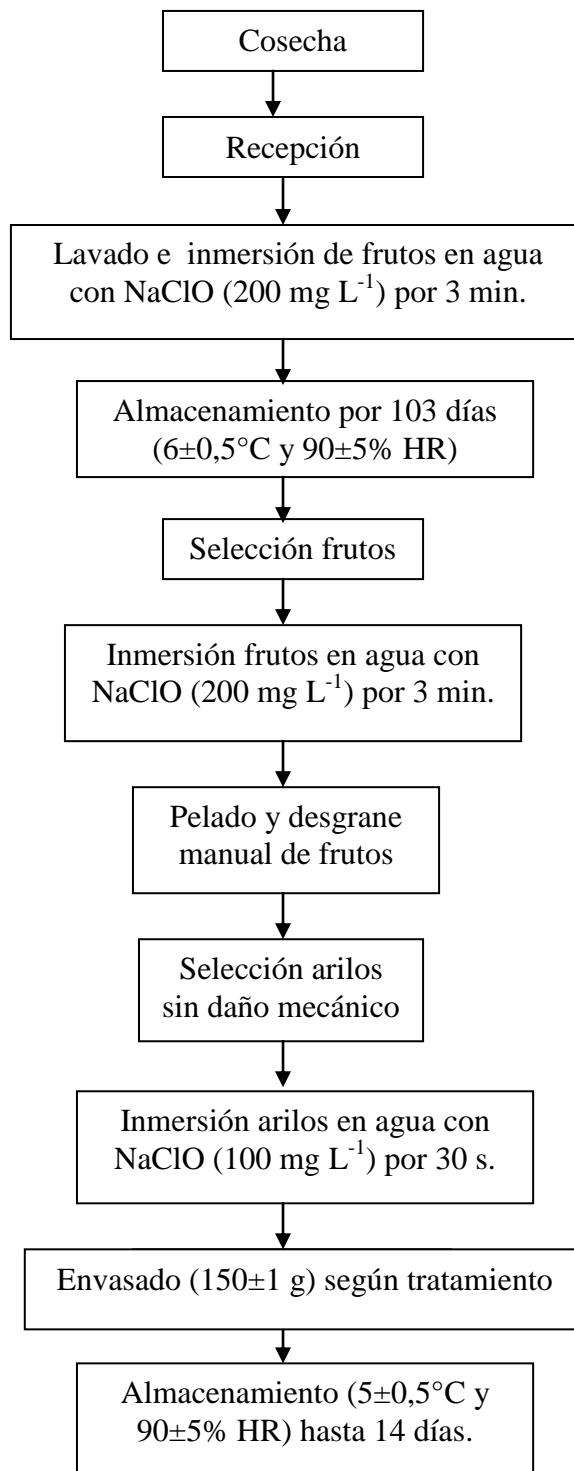


Figura 2. Línea de procesamiento para arilos de granada mínimamente procesados de la variedad 'Wonderful' y del clon 'UCH-NGD'.

Variables medidas

Caracterización previa de materia prima

Se realizó una caracterización inicial de los frutos de granado. Para ello se tomaron 25 frutos de cada genotipo al azar y se determinaron los siguientes parámetros:

Fruto entero: Rendimiento (masa del total de los arilos en relación la masa total de los frutos utilizados); masa del fruto entero (con una balanza electrónica, Precisa); diámetro polar y ecuatorial del fruto (con un pie de metro); porcentaje de cubrimiento del fruto; color externo del fruto (con un colorímetro tri-estímulo portátil Minolta, modelo CR-300).

Arilos: Masa de arilos (con una balanza electrónica, Precisa); diámetro polar y ecuatorial de arilos (con un pie de metro); color arilos (utilizando los descriptores de granada de Mars, 1995); color del jugo de arilos (con un colorímetro tri-estímulo portátil Minolta, modelo CR-300); pH (con pH-metro Hanna, pH 21); acidez titulable (con pH-metro Hanna, pH 21 y un agitador Thermolyne Nuova II); sólidos solubles (con un refractómetro termocompesado, Atago). También se realizaron análisis microbiológicos. La metodología empleada para cada variable se describe más adelante.

Ensayo 1. Tasa respiratoria

Se determinó la tasa respiratoria utilizando un sistema estático. Para ello se introdujeron arilos de una masa determinada (130 ± 5 g) en frascos de vidrio con cierre hermético de 500 mL de capacidad, provistos de un *septum* (tabique) de silicona en sus tapas, a través del cual, transcurrida una hora desde el cierre de los frascos se tomaron muestras gaseosas de 10 mL utilizando una jeringa plástica (Nitro, Argentina). La composición gaseosa de las muestras se determinó mediante el uso de un cromatógrafo de gases Hewlett Packard (modelo 5890 serie II, EE.UU.) provisto de un detector de conductividad térmica al que se inyectaron las muestras para obtener el porcentaje de CO₂ de cada una y poder determinar así la tasa respiratoria de los arilos usando la siguiente fórmula:

$$\text{Tasa respiratoria (mL de CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}) = \frac{(\% \text{ CO}_2 \text{ muestra} - \% \text{ CO}_2 \text{ ambiente}) \text{ VEL (mL)}}{100 \text{ M (kg) T (h)}}$$

Donde:

VEL: Volumen espacio libre (mL) = [Volumen del frasco (mL) - Volumen de los arilos (mL)]

M: Masa de los arilos (kg)

T: Tiempo (h)

Estas mediciones fueron realizadas los días 0, 1, 3, 7 y 14 a partir del procesamiento.

Ensayo 2. Caracterización física, química, microbiológica y sensorial

Concentración de gases

Las muestras gaseosas se tomaron directamente de los envases mediante la utilización de un analizador de gases manual (Check Point, PBI Dansensor Ringsted, Dinamarca). Los resultados se expresaron como porcentaje de CO₂ y O₂. Esto se realizó los días 0, 1, 3, 7 y 14.

Color de los arilos

Se midió el color de los arilos utilizando los descriptores de granada de Mars (1995), observando el color más representativo de cada muestra (Anexo I). Los resultados se expresaron como color de las semillas. Esta medición se realizó los días 7 y 14.

Color de jugo de arilos

Se midió el color de jugo del prensado de 100±3 g de arilos obtenido a partir de envases contenedores individuales, ocupando 15 mL de jugo, el cual fue depositado en un pocillo de cuarzo. Se utilizó un colorímetro portátil tri-estímulo Minolta, modelo CR-300. Los resultados se expresaron como luminosidad, L (L=0 negro, L=100 blanco); a* (-a=verde, +a=rojo) y b* (-b=azul, +b=amarillo). Esta medición se realizó los días 7 y 14.

Sólidos Solubles (SS)

Se midió el contenido de sólidos solubles al jugo de los arilos de granada, obtenido de envases individuales, mediante el uso de un refractómetro termocompensado Atago, Japón, a temperatura ambiente. Los resultados se expresaron como porcentaje de sólidos solubles. Esta medición se realizó los días 7 y 14.

pH

Se determinó el pH en el jugo de los arilos, obtenidos de envases individuales, utilizando un pH-metro Hanna, pH 21. Esta medición se realizó los días 7 y 14.

Acidez titulable

Se determinó mediante la titulación de 10 mL de jugo de arilos de granada, obtenido de cada repetición, con NaOH 0,1 N hasta la neutralización de los ácidos orgánicos a pH 8,2-8,3. Esto se realizó utilizando un pH-metro Hanna, pH 21 sobre un agitador Thermolyne Nuova II. Los resultados se expresaron como porcentaje de ácido cítrico. Esta medición se realizó los días 7 y 14.

Pérdida de masa

La pérdida de masa se determinó masando los gramos de arilos en los envases contenedores inmediatamente después del envasado y los días 7 y 14, utilizando una balanza electrónica (Precisa, Suiza). Los resultados se expresaron como porcentaje (%) de pérdida de masa respecto de la masa inicial al momento de ser envasados.

Análisis microbiológico

Se realizó el recuento de microorganismos a los arilos tomando muestras los días 7 y 14. Se hizo recuento de bacterias aerobias mesófilas y psicrófilas, hongos y levaduras, enterobacterias, microorganismos del género *Salmonella* y *Staphylococcus aureus*.

Se tomaron 10 g de muestra de arilos de granada por envase y se molieron en 90 mL de Agua Peptonada estéril durante 1 minuto dentro de una bolsa estéril utilizando un digestor. Para llevar a cabo los recuentos, se siguieron los métodos descritos por el Instituto de Salud Pública de Chile (1998).

Para el recuento de microorganismos aerobios mesófilos y psicrófilos se utilizó como medio nutritivo Agar para Conteo de Placas (PCA, DIFCO). Las condiciones de incubación fueron de 37° C durante 48 horas para mesófilos y a 7° C durante 7 días para psicrófilos.

Para el recuentos de hongos y levaduras, se utilizó Agar Papa Dextrosa (PD, OXOID), acidificado con ácido láctico al 1%. Las condiciones de incubación fueron de 22° C durante 2 días para levaduras y de 5 días para hongos.

Para los recuentos de enterobacterias se realizaron siembras en profundidad con 1 mL de la dilución. Se utilizó como medio nutritivo Agar de Levine con Eosina y Azul de Metileno (EMB,OXOID) y se incubó a 37 °C durante 48 horas.

En el caso de la determinación de microorganismos del género *Salmonella*, se utilizaron muestras de 25 g y se homogeneizaron con 225 mL de Agua Peptonada Tamponada (proporción muestra/agua peptonada 1:9), luego se incubó las homogeneizaciones a 35°C por 24 horas. Transcurrido este tiempo, se agitó suavemente y se transfirió 1 mL a 10 mL de Caldo Selenito Cistina (CSC) adicionado de Novobiocina al 1% y 0,1 mL a 10 mL Caldo Rappaport Vassiliadis (CRV). Se incubó por 24 horas el CSC a 35 °C y el CRV a 4°C. Luego se sembró con un asa cada uno de los caldos sobre Agar *Salmonella-Shigella* (SS) y Agar Xilosa Lisina Desoxicolato (XLD), incubando las placas por 24 a 48 horas a 35°C. Finalmente, para la realización de la lectura, se observó en las placas la presencia de colonias sospechosas y cuando existieron, se inoculó cada colonia en las pruebas bioquímicas Agar Triple Azúca Hierro (TSI), Agar Hierro Lisina (LIA) y Agar Movilidad Indol Ornitina (MIO).

Para definir la presencia de *Staphylococcus aureus* se usó Agar Baird Parker (BP) y Emulsión de Yema de Huevo al 20% con Telurito, incubando 1 mL de dilución durante 48 horas a 35 °C.

Los recuentos totales de microorganismos se expresaron como unidades formadoras de colonias por gramo (UFC g⁻¹).

La calidad microbiológica se evaluó de acuerdo con la legislación chilena para frutas y otros vegetales comestibles pre-elaborados, listos para el consumo (Ministerio de Salud Chile, 2009) (Anexo II).

Análisis sensorial

Se utilizó el método de análisis descriptivo-cuantitativo, aplicado a un panel de 12 jueces, usando una pauta no estructurada de 0 a 15 cm, donde se evaluaron parámetros como apariencia, pardeamiento, acidez, turgencia, intensidad de sabor, sabores extraños y aromas extraños. Se realizó los días 0, 7 y 14. La pauta de evaluación se describe en el Anexo III.

Análisis Estadístico

Ensayo 1

Se determinó la ocurrencias de diferencias significativas entre los tratamientos (tiempos de almacenaje) en forma independiente para cada genotipo a través de un análisis de varianza (ANDEVA) al 5% de significancia. Adicionalmente se comparó el comportamiento de los genotipos independientemente en cada tiempo de estudio a través de una prueba t de Student al 5% de significancia.

Ensayo 2

Los resultados obtenidos se evaluaron con un análisis de varianza (ANDEVA) al 5% de significancia. Cuando se encontraron interacciones entre los factores envase y genotipo, todos los tratamientos fueron analizados en su conjunto, pero cuando no hubo interacción se analizó independientemente cada factor. Cuando se presentaron diferencias significativas entre tratamientos se aplicó la prueba de comparación múltiple de TUKEY para separar las medias de los tratamientos.

Para evaluar la evolución de cada tratamiento en el tiempo se comparó el tiempo 7 y el tiempo 14 a través de una prueba t de Student al 5% de significancia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización previa de la materia prima

Transcurridos 103 días de almacenamiento refrigerado, se pudo observar un 16% de los frutos de variedad 'Wonderful' y un 15,9% de los frutos del clon 'UCH-NGD' con algún grado de pudrición, los que fueron descartados antes del desgrane. Además se observó una evidente deshidratación de los frutos explicada por el tiempo de almacenamiento refrigerado transcurrido, la que fue levemente menor en los frutos de 'UCH-NGD'.

Luego del descarte, se utilizaron 17,3 kg de granadas variedad 'Wonderful' (Figura 3), obteniendo 9,6 kg de arilos, lo que representa un 55,2% de rendimiento. En el caso de 'UCH-NGD' (Figura 3) se utilizaron 17,5 kg de granadas, obteniendo 10,4 kg de arilos de calidad, lo que representa un 59,5 % de rendimiento. En el Cuadro 2 se muestran los resultados obtenidos de la caracterización previa de los frutos enteros de granada.



(A)

(B)

Figura 3. Frutos de granada antes del procesamiento. (A) variedad 'Wonderful'; (B) clon 'UCH-NGD'.

Cuadro 2. Caracterización previa de frutos enteros de granada variedad ‘Wonderful’ y clon ‘UCH-NGD’

Parámetro	‘Wonderful’	‘UCH-NGD’	
Masa del fruto (g)	320,6±15,0	292,4±7,0	
Diámetro polar del fruto (mm)	88,4±4,0	85,8±8,0	
Diámetro ecuatorial del fruto (mm)	88,4±3,1	86,4±4,0	
Porcentaje de cubrimiento del fruto (%)	90±5,0	86,6±6,0	
Color externo del fruto	L	46,2±2,5	46,3±2,7
	a*	44,3±1,9	42,4±2,9
	b*	22,6±1,4	24,6±1,5
	C*	49,7±1,6	49,0±2,0
	h _{ab}	0,5±0,0	0,5±0,0

Los valores representan el promedio ±EE. Análisis entre genotipos no presentaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Los resultados de la caracterización previa de los arilos de granada variedad ‘Wonderful’ y del clon ‘UCH-NGD’ se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Caracterización previa de características física y química de arilos variedad ‘Wonderful’ y del clon ‘UCH-NGD’

Parámetro	‘Wonderful’	‘UCH-NGD’	
Masa de arilo (g)	0,3±0,0 a	0,3±0,0 a	
Diámetro polar arilo (mm)	9,1±1,0 a	9,2±1,0 a	
Diámetro ecuatorial arilo (mm)	7,2±0,8 a	6,5±0,5 a	
Color arilos	Rosa intenso	Rosa	
Color jugo arilos	L	26,3±0,1 a	26,3±0,2 a
	a*	4,6±0,4 a	4,2±0,5 a
	b*	1,8±0,1 a	1,6±0,1 a
	C*	5,0±0,4 a	4,5±0,5 a
	h _{ab}	0,4±0,0 a	0,4±0,0 a
pH	3,6±0,0 a	3,6±0,0 a	
Acidez titulable (%)	0,9±0,0 a	0,9±0,0 a	
Sólidos solubles (%)	12,7±0,1 a	13,1±0,1 b	

Los valores representan el promedio ± EE. Letras diferentes en sentido horizontal indican diferencias significativas entre genotipos ($p \leq 0,05$).

Los resultados de los análisis microbiológicos realizados, previo a la sanitización con hipoclorito de sodio se muestran en el Apéndice II.

Evaluación de los tratamientos

Ensayo 1. Tasa respiratoria

Luego del procesamiento (día 0) las tasas respiratorias de los arilos de granada de variedad ‘Wonderful’ y de los de el clon ‘UCH-NGD’ fueron similares, siendo cercana a 3,0 mL CO₂ kg⁻¹ h⁻¹. El día 1 se observó una disminución en las tasas respiratorias con respecto al día 0 (1,9 y 2,2 mL CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ para ‘Wonderful’ y el clon ‘UCH-NGD’), sin existir diferencias entre ellas (Apéndice III). El día 3 no hubo variaciones con respecto a la medición anterior (Figura 3).

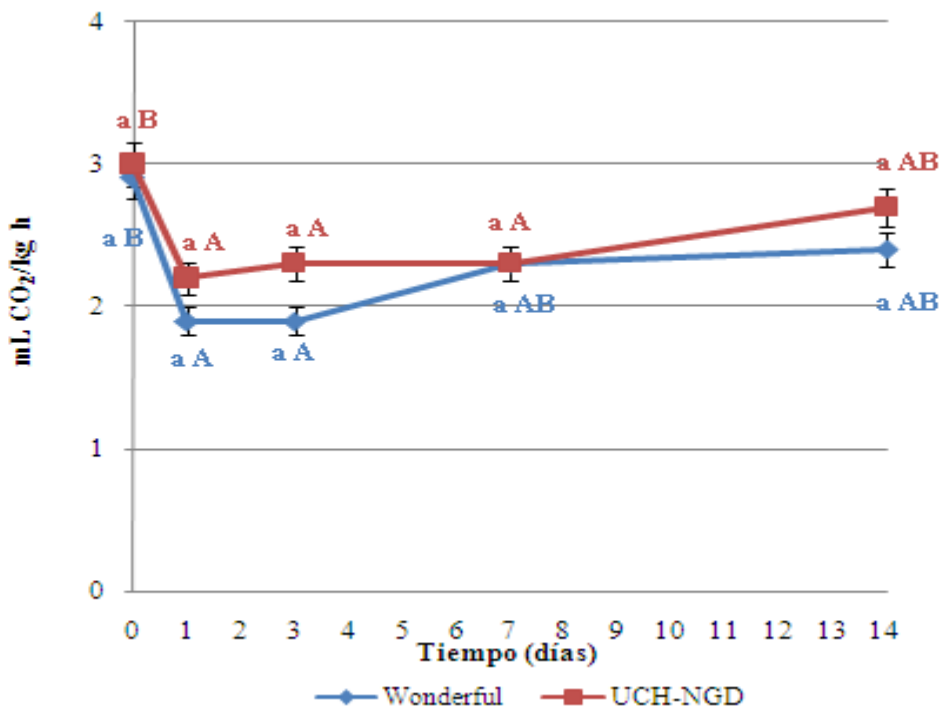


Figura 3. Variación de la tasa respiratoria de arilos de granada variedad ‘Wonderful’ y del clon ‘UCH-NGD’, conservados a 5±0,5°C y 90±5% HR en envases de vidrio. Los valores son la media (n=6) ± EE. Letras minúsculas diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas entre genotipos. Letras mayúsculas diferentes del mismo color (en sentido horizontal) indican diferencias significativas en el tiempo (p ≤ 0,05).

Los días 7 y 14 las tasas respiratorias de los arilos de la variedad ‘Wonderful’ registraron un leve aumento en el tiempo. Los arilos del clon ‘UCH-NGD’ sólo registraron dicho aumento el día 14 (Figura 3). En ninguno de los días de medición se observó diferencias

entre las tasas respiratorias de los arilos de variedad ‘Wonderful’ y de ‘UCH-NGD’ (Apéndice III).

La mayor tasa respiratoria durante la medición del día 0 de los arilos de granada, en comparación al resto de los días podría deberse al estrés del fruto causado por el procesamiento, que altera la integridad de los tejidos (Oms-Oliu *et al.*, 2008; López y Mercado, 2005; Vargas *et al.*, 2010). Saavedra del Aguila *et al.* (2006) señalaron que la mayor tasa respiratoria de rábanos mínimamente procesados, a diferentes temperaturas se logró una hora luego del procesamiento, esto fue asociado a la tensión provocada sobre los tejidos debido los cortes propios del mínimo proceso. La disminución de la tasa respiratoria y su posterior mantención en el tiempo fue observada por Rivera-López *et al.* (2005) y por Teixeira *et al.* (2001) en papaya mínimamente procesada y por Saavedra del Águila *et al.* (2006) en rábanos mínimamente procesados.

El día 14, las tasas respiratorias mostraron una tendencia al alza. Esto podría deberse al deterioro de la fruta en el tiempo, debido a que carbohidratos, proteínas y grasas son desdoblados, con la respectiva liberación de energía; esta pérdida de reservas se traduciría en un aceleramiento de la senescencia (Wills *et al.*, 1998; Kader, 2007).

Kader (2006) indicó que la tasa respiratoria de arilos de granada a 5 °C es relativamente baja y fluctúa entre 1,5 a 3 mL de CO₂ kg⁻¹ h⁻¹. Cantwell y Suslow (2007) afirmaron que dicha tasa es de 2 mL CO₂ kg⁻¹ h⁻¹. Gil *et al.* (1996b) señalaron que en variedad Mollar fue de 1,3 y 1,9 mL CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ conservados a 4 y 8°C respectivamente. Muñoz (2009) registró valores de 2,3 mL CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ para variedad Wonderful y 3,9 mL CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ para la variedad Chiza.

Ensayo 2. Caracterización física, química, microbiológica y sensorial

Concentración de gases

Para el día 0 se consideraron valores de 0,03% y 21,0% de CO₂ y O₂ respectivamente. A partir del día 1 se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, dependiendo del envase utilizado e independiente de si se utilizó arilos de variedad ‘Wonderful’ o del clon ‘UCH-NGD’, sin existir interacción entre los factores. Los tratamientos en que se utilizó envases con perforaciones presentaron un porcentaje menor de CO₂ (0,4%) que los tratamientos en envases sin perforaciones (1,0%). Esta tendencia se repitió los días 3, 7 y 14 (Apéndice IV).

Esto podría explicarse debido a que los envases al tener perforaciones, éstas permitirían un mayor intercambio con el aire, por lo que los componentes de éste influirían en los porcentajes de gases contenido en los envases (Schlimme y Rooney, 1997; Vargas *et al.*, 2010), pero debido a la respiración de los arilos, estos valores serían ligeramente superiores al CO₂ atmosférico. Con respecto a los envases sin perforaciones, su concentración de CO₂

fue aumentando a medida que pasaron los días como consecuencia de la respiración de los arilos y la menor posibilidad de intercambio con el aire (Gil *et al.*, 1996b; Palma *et al.*, 2009).

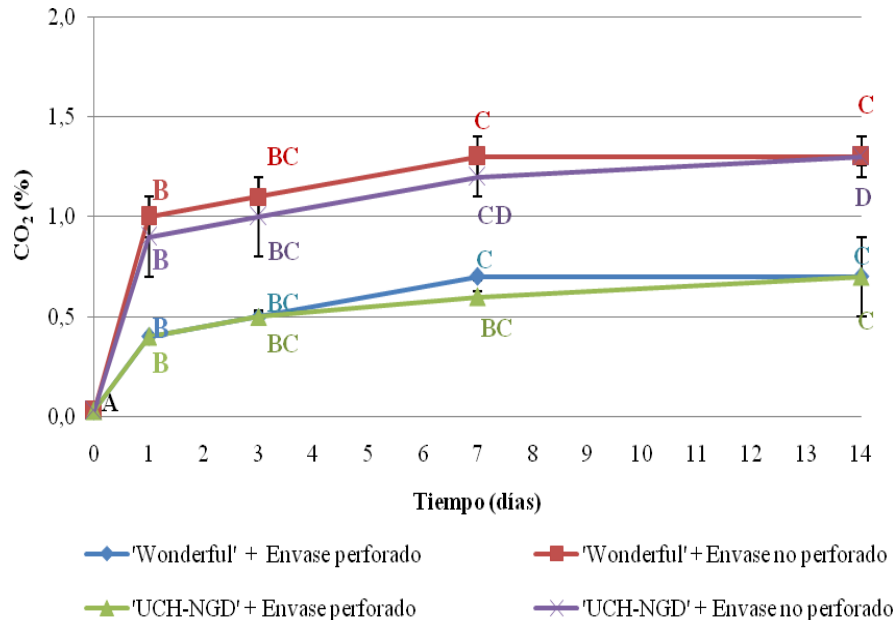


Figura 4. Variación en la concentración de CO₂ en arilos de granada variedad 'Wonderful' y del clon 'UCH-NGD', conservados a 5±0,5°C y 90±5% HR en diferentes envases. Los valores son la media (n=6) ± EE. Letras mayúsculas diferentes del mismo color (en sentido horizontal) indican diferencias significativas en el tiempo (p ≤ 0,05).

Luego de 14 días, si bien los tratamientos presentaron diferencias estadísticas aumentando la concentración de CO₂ en el tiempo (Figura 4), en la práctica estas diferencias son consideradas despreciables³. Valladares (1999) utilizando envases perforados (como testigo) y Muñoz (2009) al utilizar EVA perforada, presentaron concentraciones de CO₂ similares a las registradas en este estudio (0,2% en ambos casos) cuyas variaciones en el tiempo tampoco fueron consideradas significativas.

Las bajas concentraciones registradas en los envases sin perforaciones y sus similitudes con las concentraciones de los envases perforados podrían indicar que el cierre de los envases no fue hermético.

³Horst Berger, Ingeniero Agrónomo, 2011. (Comunicación personal)

En el caso del O₂ ocurrió algo similar a lo señalado en el caso de CO₂ en relación a los envases utilizados. El día 1 todos los tratamientos disminuyeron su porcentaje de O₂ en relación al día 0 (21%), presentando valores cercanos a 20,5% (Figura 5). En general, los tratamientos no presentaron diferencias estadísticas entre ellos (Apéndice IV).

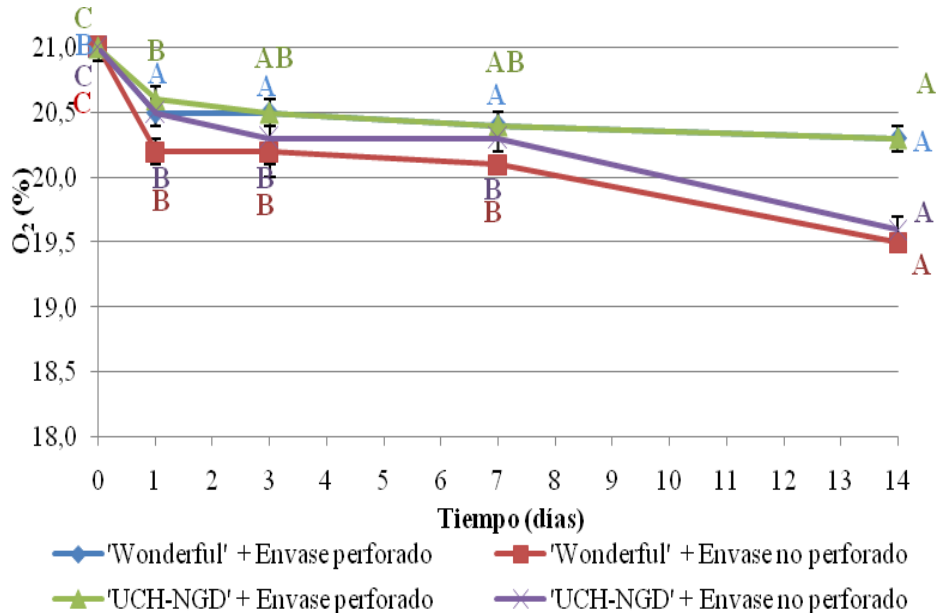


Figura 5. Variación en la concentración de O₂ en arilos de granada variedad 'Wonderful' y del clon 'UCH-NGD', conservados a 5±0,5°C y 90±5% HR en diferentes envases. Los valores son la media (n=6) ± EE. Letras mayúsculas diferentes del mismo color (en sentido horizontal) indican diferencias significativas en el tiempo (p ≤ 0,05).

A partir del día 3 se registraron diferencias significativas, relacionadas con el tipo de envase y no con el genotipo, siendo los arilos en envases con perforaciones los que presentaron mayores concentraciones de O₂. No hubo interacción entre los factores (Apéndice IV).

Los envases con perforaciones presentaron mayor contacto con el aire, por lo que los componentes de éste podrían haber influido en los porcentajes de los gases al interior de los envases (Schlimme y Rooney, 1997; Vargas *et al.*, 2010). En el caso de los envases sin perforaciones, el O₂ fue disminuyendo posiblemente debido a la respiración de los arilos en el tiempo (Gil *et al.*, 1996b; Palma *et al.*, 2009) y al cierre no hermético de los envases.

Color de los arilos

Esta variable no fue evaluada estadísticamente. El día 7 ambos genotipos cambiaron de color en relación a la caracterización previa efectuada, siendo el color rosa rojizo el correspondiente a los arilos de variedad 'Wonderful' y el color rosa intenso el correspondiente a los del clon 'UCH-NGD'. El día 14 los arilos de la variedad 'Wonderful' presentaron un color rojo intenso, mientras que los del clon 'UCH-NGD' presentaron color rosa rojizo.

Durante la conservación, los arilos de la variedad 'Wonderful' presentaron colores más oscuros que los del clon seleccionado 'UCH-NGD'; los tratamientos presentaron colores más oscuros a medida que transcurrieron los días de almacenamiento.

Sepúlveda *et al.* (1998) no registraron cambios de color durante el almacenamiento refrigerado de arilos de granada variedad 'Wonderful', señalando que se mantuvo el color "rojo oscuro" durante 14 días a $4\pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Tapia (1999) también registró el color "rojo oscuro" durante todas las mediciones realizadas en arilos de granada variedad 'Wonderful' durante 14 días a $4\pm 0,5^{\circ}\text{C}$.

El cambio de color de los arilos en el tiempo, tendiendo a coloraciones más oscuras podría deberse al pardeamiento enzimático propio de los frutos mínimamente procesados (Blach *et al.*, 2010; Herrera *et al.*, 2003; Varoquaux y Wiley, 1997).

Color del jugo de los arilos

Luminosidad, L

Durante el almacenamiento, los tratamientos correspondientes a la variedad 'Wonderful' mantuvieron sus valores de luminosidad (cerca de 26,0) durante todo el período de almacenamiento refrigerado. Los arilos del clon 'UCH-NGD' no se comportaron de igual manera; en envases con perforaciones los valores de L no registraron diferencias significativas durante las mediciones de los días 7 y 14 (en promedio 29,1); en envases sin perforaciones sí se registró un aumento significativo durante la medición del día 14 (de 27,6 a 28,5) (Figura 6). Al comparar estos valores con la caracterización previa (Cuadro 3), se observó que en los tratamientos en que se utilizó el clon 'UCH-NGD' aumentó la luminosidad respecto a la mencionada caracterización previa, no así en los tratamientos en que se utilizó la variedad 'Wonderful', que se mantuvo en valores similares.

El día 7 se observaron diferencias entre los tratamientos relacionadas con el genotipo y no con el tipo de envase utilizado. Así, los arilos del clon seleccionado 'UCH-NGD' presentaron mayores valores de luminosidad (promedio 28,0) que los de 'Wonderful' (promedio 26,5) (Apéndice IV).

Luego de 14 días de almacenamiento continuaron las diferencias significativas dadas por los genotipos, siendo los arilos del clon ‘UCH-NGD’ los que presentaron mayores valores de L (promedio 29,1) (Apéndice IV).

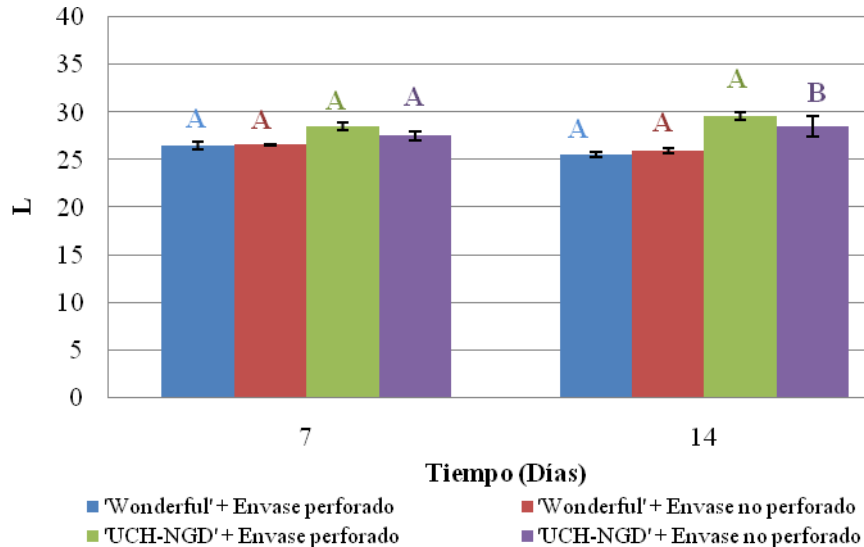


Figura 6. Variación de luminosidad en el jugo de arilos de granada variedad ‘Wonderful’ y del clon ‘UCH-NGD’, conservados a $5\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ y $90\pm 5\%$ HR en distintos envases. Los valores son la media ($n=6$) \pm EE. Letras mayúsculas diferentes del mismo color (en sentido horizontal) indican diferencias significativas en el tiempo ($p \leq 0,05$).

El estudio realizado por Muñoz (2009) indicó que hubo un aumento significativo en el valor de L para arilos de granada variedad ‘Wonderful’ conservados en envases de EVA perforado (L día 0= 16, 5; L día 7= 25,71). La misma tendencia observaron Gil *et al.* (1996b) quienes utilizando arilos de granada cv. ‘Mollar’ envasados y lavados con cloro a distintas temperaturas, registraron un aumento del valor L después de 7 días a 4 y 8°C .

Lozano *et al.* (1994) señalaron que existe una relación directa entre la disminución de la luminosidad (oscurecimiento) y el aumento del pardeamiento. El que no haya existido una disminución de L en ninguno de los tratamientos podría deberse a que en las reacciones de pardeamiento enzimático, la enzima polifenoloxidasas (PPO) actúa con un pH óptimo que va entre 5 y 7, disminuyendo bastante la velocidad de pardeamiento a pH 3,7 y siendo casi nulo a pH 2,5 (Braverman, 1967). Los pHs obtenidos en este estudio durante todas las mediciones fueron entre 3,5 y 3,7.

Mercado *et al.* (2007) indicaron que existió una disminución de éste parámetro al final su estudio (día 20), sin embargo para el día 14 en aquellos tratamientos en que se utilizaron arilos de granada, ya sea proveniente de frutos partidos o enteros, presentaron un aumento con respecto al día 8.

Parámetro a*.

Durante el tiempo de almacenamiento, los tratamientos correspondientes a la variedad 'Wonderful' disminuyeron significativamente sus valores de a* (de 6,9 a 4,7 en promedio) mientras que en los tratamientos correspondientes al clon 'UCH-NGD' estos valores no variaron (de 9,0 a 9,9 en promedio). No se registró una variación de comportamiento en relación al envase (Figura 7). Además se observó que en las mediciones del día 7, todos los tratamientos presentaron mayores valores de a* respecto a la caracterización previa (Cuadro 3), a diferencia del día 14, en que la variedad Wonderful presentó valores similares a la caracterización previa, mientras que el clon UCH-NGD registró valores más altos.

El día 7 se observaron diferencias entre los tratamientos relacionadas con el genotipo y con el tipo de atmósfera generada por los diferentes envases, pero no una interacción significativa entre los factores. El día 14 sólo se mantuvieron las diferencias dadas por el genotipo; los envases no fueron un factor significativo (Apéndice IV).

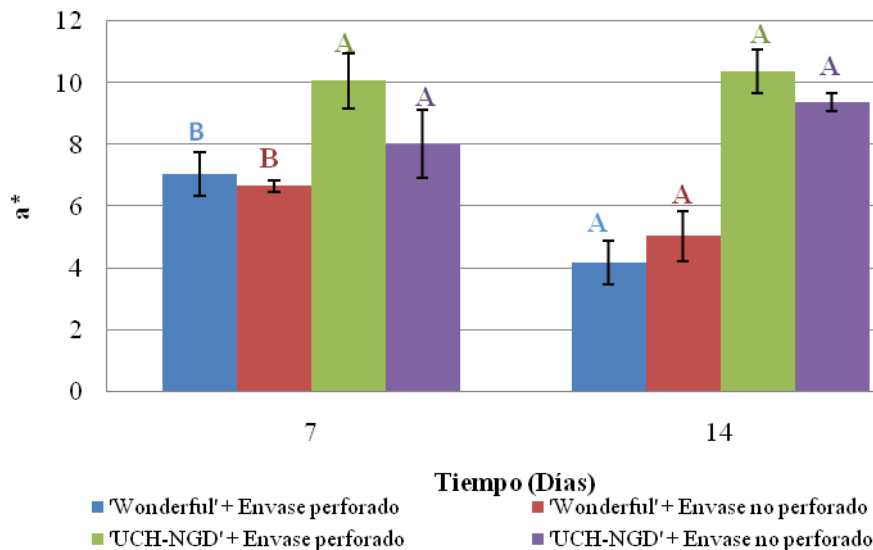


Figura 7. Variación de a* en el jugo de arilos de granada variedad 'Wonderful' y del clon 'UCH-NGD', conservados a $5 \pm 0,5^\circ\text{C}$ y $90 \pm 5\%$ HR en distintos envases. Los valores son la media ($n=6$) \pm EE. Letras mayúsculas diferentes del mismo color (en sentido horizontal) indican diferencias significativas en el tiempo ($p \leq 0,05$).

Muñoz (2009) el día 7 de su estudio en el tratamiento en que utilizó EVA perforado sin antipardeante, presentó un aumento de los valores de a* (a^* día 0= 16,5; a^* día 7= 21,16); por el contrario los tratamientos que no presentaron perforaciones sin el uso de antipardeantes disminuyeron levemente sus valores (a^* día 7 EVA=15,41; a^* día 7 BB4= 15,01). Palma *et al.* (2009) también reportaron un aumento de los valores de a* para el día 7 (a^* día 0= 2,20; a^* día 7= 2,60). Muñoz (2009) el día 14 presentó una disminución del

valor a^* respecto al día 7 para la variedad 'Wonderful'. Palma *et al.* (2009) el día 10 registraron una leve disminución de los valores de a^* , considerado estadísticamente no significativo (a^* día 10= 2,52).

Parámetro b^*

Se observó que durante el almacenamiento los tratamientos correspondientes a la variedad 'Wonderful' disminuyeron significativamente sus valores de b^* desde el día 7 al día 14 (en promedio de 2,5 a 1,9). El clon 'UCH-NGD' no presentó variación de los valores de b^* durante estos días (en promedio de 2,5 a 2,7) (Figura 8). En comparación con la caracterización previa se observó que, tanto los arilos de variedad 'Wonderful' como los del clon 'UCH-NGD' presentaron valores más altos de b^* durante el día 7, y que durante el día 14 sólo los tratamientos en que se utilizó el clon 'UCH-NGD' presentaron valores mayores; los tratamientos en que se utilizó la variedad 'Wonderful' presentaron valores similares a los de la caracterización previa.

El día 7 no hubo interacción entre los factores genotipo y envase, ni diferencias entre los tratamientos dadas por alguno de los factores, presentando todos los tratamientos similares valores de b^* , sin diferencias significativas (cerca de 2,5). El día 14 los tratamientos se diferenciaron significativamente por el genotipo, registrando mayores valores de b^* aquellos tratamientos en que se utilizó el clon 'UCH-NGD' (2,7 vs 1,9) (Apéndice IV).

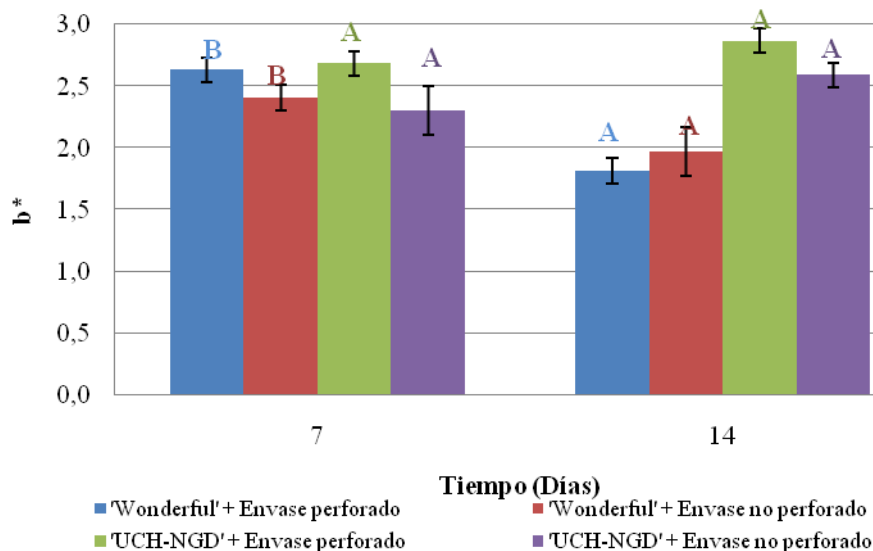


Figura 8. Variación de b^* en el jugo de arilos de granada variedad 'Wonderful' y del clon 'UCH-NGD', conservados a $5\pm 0,5^\circ\text{C}$ y $90\pm 5\%$ HR en distintos envases. Los valores son la media ($n=6$) \pm EE. Letras mayúsculas diferentes del mismo color (en sentido horizontal) indican diferencias significativas en el tiempo ($p \leq 0,05$).

Muñoz (2009) registró un aumento del valor b^* en aquellos arilos envasados en EVA perforada (b^* día 0= 4,6; b^* EVA perforada sin antipardeante día 7= 6,6), por el contrario, los tratamientos sin perforaciones presentaron una disminución de este parámetro (b^* EVA sin perforaciones día 7= 3,81; b^* BB4 sin perforaciones día 7= 3,59). Palma *et al.* (2009) registraron una disminución no significativa de los valores de b^* entre el día 7 y el día 10 (b^* día 7= 2,78; b^* día 10= 2,74). El día 11, Muñoz (2009) observó un incremento significativo del valor de b^* en todos los tratamientos con respecto al día 7.

Sólidos solubles

Durante el período de conservación se observó que en general, hubo un aumento significativo en el porcentaje de sólidos solubles durante las mediciones del día 14 respecto a las del día 7 (Figura 9). En relación a la caracterización previa (Cuadro 3), durante el día 7, se observaron mayores porcentajes de sólidos solubles en los arilos de variedad 'Wonderful' en ambos envases, mientras que los arilos del clon 'UCH-NGD' no tuvieron variaciones con respecto a la caracterización de los frutos. El día 14, sólo el clon UCH-NGD no presentó mayores valores de sólidos solubles en comparación a la caracterización previa.

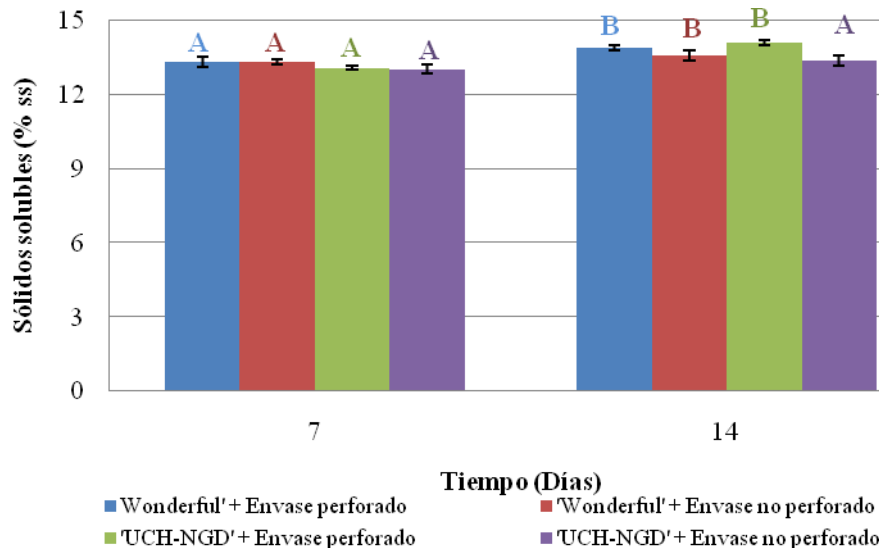


Figura 9. Variación del contenido de sólidos solubles de arilos de granada variedad 'Wonderful' y del clon 'UCH-NGD', conservados a $5\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ y $90\pm 5\%$ HR en distintos envases. Los valores son la media ($n=6$) \pm EE. Letras mayúsculas diferentes del mismo color (en sentido horizontal) indican diferencias significativas en el tiempo ($p \leq 0,05$).

El día 7 no hubo interacción entre los factores genotipo y envase, ni diferencias significativas entre tratamientos presentando todos porcentajes de sólidos solubles

similares, cercanos a 13,2%. El día 14 tampoco hubo interacción entre los factores, las diferencias significativas se debieron al envase utilizado, siendo los tratamientos en envases con perforaciones los que presentaron mayores porcentajes de sólidos solubles (14% vs 13,5%) (Apéndice IV).

El aumento en el porcentaje de sólidos solubles pudo deberse a la pérdida de agua por deshidratación (Sepúlveda *et al.*, 1998), debido a esto es que el mayor aumento habría ocurrido en aquellos tratamientos en que se utilizó envases con perforaciones, en donde al existir una mayor disminución en el porcentaje de agua, el porcentaje de sólidos solubles respecto al total, aumentó (Gil *et al.*, 1996). Tapia en 1999 también observó un aumento significativo en el porcentaje de sólidos solubles al utilizar arilos de granada variedad 'Wonderful' en envases de polietileno perforado.

pH

Durante el almacenamiento, los arilos del clon 'UCH-NGD' y de la variedad 'Wonderful' independiente del envase, disminuyeron sus pH durante las mediciones del día 14 en relación al día 7 (Figura 10). En comparación a la caracterización previa (Cuadro 3) los arilos del clon 'UCH-NGD' independiente del envase y los de 'Wonderful' en envases perforados, presentaron mayores valores de pH en las mediciones del día 7; el pH del tratamiento 'Wonderful' en envases sin perforaciones se mantuvo. El día 14, los valores de pH de 'Wonderful' en ambos envases fueron menores que los registrados durante la caracterización previa, mientras que los del clon 'UCH-NGD' se mantuvieron.

En el día 7 el pH presentó interacción entre los factores genotipo y envase, observándose que arilos de variedad 'Wonderful' en envases sin perforaciones presentaron un pH (3,6) significativamente inferior al resto de las combinaciones (3,7), a pesar que la diferencia no sea relevante⁴. (Apéndice IV).

En el día 14 el pH no presentó interacción entre los factores presentándose diferencias significativas sólo entre los genotipos, los arilos de la variedad 'Wonderful' presentaron menores valores de pH que los del clon 'UCH-NGD', diferencias que no son relevantes (Apéndice IV).

⁴ Horst Berger, Ingeniero Agrónomo, 2011. (Comunicación personal)

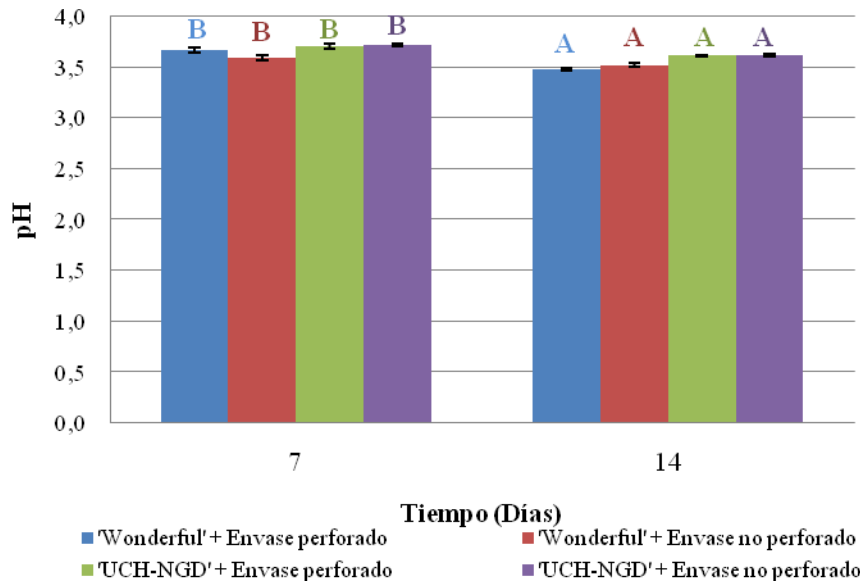


Figura 10. Variación de pH de arilos de granada de la variedad 'Wonderful' y del clon 'UCH-NGD' conservados a $5\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ y $90\pm 5\%$ HR en distintos envases. Los valores son la media ($n=6$) \pm EE. Letras mayúsculas diferentes del mismo color (en sentido horizontal) indican diferencias significativas en el tiempo ($p \leq 0,05$).

Estudios realizados por Palma *et al.* (2009) en sus mediciones del día 7, también observaron una leve alza en los valores de pH, pero a diferencia de este estudio, no fueron significativas. Sepúlveda *et al.* (1998) también observaron una leve disminución del pH, no significativa el día 14 en comparación al día 0 en arilos mínimamente procesados de variedad 'Wonderful' conservados a 4°C por 14 días. Estas investigaciones corroborarían que estas diferencias en pH deben considerarse despreciables desde el punto de vista práctico.

Acidez titulable

La acidez titulable durante el almacenamiento de los arilos de variedad 'Wonderful' y del clon 'UCH-NGD' no presentó variaciones entre las mediciones de los días 7 y 14 (Figura 11). Respecto a la caracterización previa (Cuadro 3), tanto de los arilos de variedad 'Wonderful' en ambos envases como los del clon 'UCH-NGD' en envases con perforaciones, presentaron una acidez titulable mayor durante las mediciones del día 7. Los arilos del clon seleccionado 'UCH-NGD' en envases sin perforaciones no presentaron diferencias en relación a la caracterización previa. El día 14, estas tendencias se repitieron.

Los días 7 y 14 hubo interacción entre los factores genotipo y envase. Los arilos de la variedad 'Wonderful' en envases con perforaciones presentaron valores de acidez titulable

(1,1%) significativamente mayores que el resto de las combinaciones. Siendo los arilos de 'UCH-NGD' en envases sin perforaciones la combinación cuya acidez titulable fue significativamente la de más baja acidez (0,9%). (Apéndice IV).

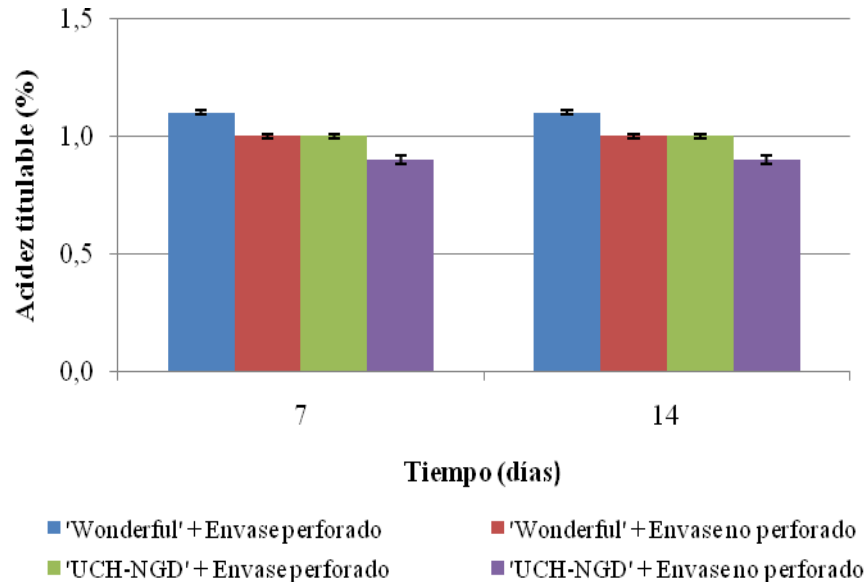


Figura 11. Variación de acidez titulable de arilos de granada variedad 'Wonderful' y del clon 'UCH-NGD', conservados a $5\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ y $90\pm 5\%$ HR en distintos envases. Los valores son la media ($n=6$) \pm EE. No se presentaron diferencias significativas entre los tiempos ($p\leq 0,05$).

El pequeño incremento en la acidez titulable registrada en relación a la caracterización previa (Cuadro 3) concuerda con lo descrito por Palma *et al.* (2009), quienes registraron un incremento significativo en la acidez titulable de arilos de granada almacenados bajo mínimo proceso (AT inicial= 0,27%; AT día 10= 0,30%). Esto también ocurrió en el estudio realizado por Sepúlveda *et al.* (1998) en los tratamientos envasados en polietileno perforado y sanitizados con agua clorada.

Yurena *et al.* (2005) señalaron en una investigación realizada en papayas mínimamente procesadas que el aumento de acidez titulable podría haber sido debido a la aparición de hongos y bacterias. Sepúlveda *et al.* (1998) señalaron también, que el aumento de acidez titulable sufrido en su estudio, realizado en granadas mínimamente procesadas variedad 'Wonderful', pudo deberse a un leve deterioro microbiano.

Pérdida de masa

Durante el almacenamiento, los tratamientos en que se utilizó envases perforados aumentaron la pérdida de masa entre los días 7 y 14. Los tratamientos en envases sin perforaciones no registraron esta variación en el tiempo (Figura 12).

Los días 7 y 14 las diferencias entre tratamientos estuvieron determinadas por el tipo de envase. El día 7 los tratamientos en que se utilizó arilos de variedad ‘Wonderful’ y del clon ‘UCH-NGD’ en envases perforados presentaron pérdidas de masa de 2,4 y 2,5% respectivamente. Los arilos en envases sin perforaciones, independiente del genotipo, registraron una disminución menor a 0,1% en su masa en relación al día 0. El día 14 los tratamientos en envases sin perforaciones presentaron pérdidas de masa de 0,1%. Los tratamientos en envases con perforaciones obtuvieron pérdidas de 4,7 y 5,1% para ‘Wonderful’ y ‘UCH-NGD’ (Apéndice IV).

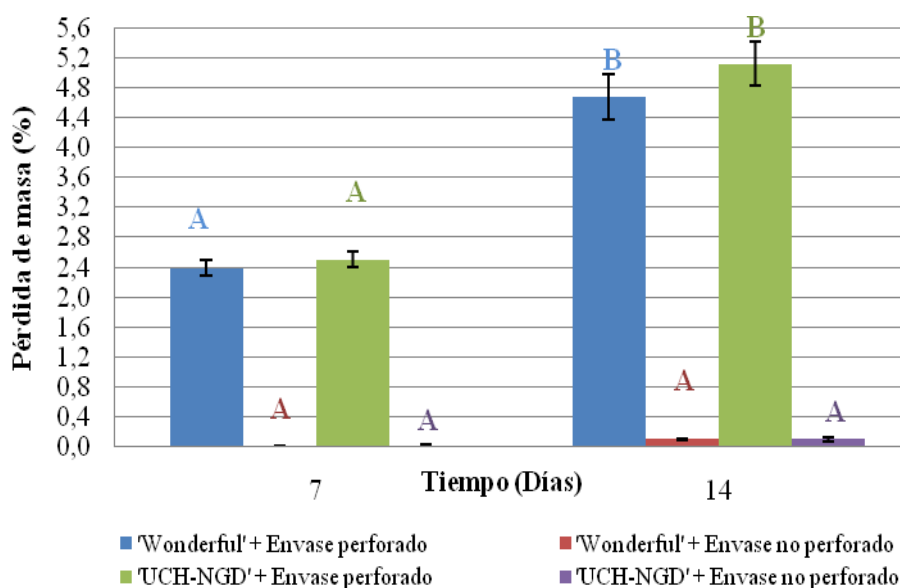


Figura 12. Pérdida de masa de arilos de granada variedad ‘Wonderful’ y del clon ‘UCH-NGD’ conservados a $5\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ y $90\pm 5\%$ HR en distintos envases. Los valores son la media ($n=6$) \pm EE. Letras mayúsculas diferentes del mismo color (en sentido horizontal) indican diferencias significativas en el tiempo ($p \leq 0,05$).

Esto podría explicarse debido a que los tratamientos en que se utilizó envases perforados se encuentran en mayor contacto con el aire del ambiente y por lo tanto sufren una mayor deshidratación (Mercado *et al.*, 2007).

Esto concuerda con lo mencionado por Valladares (1999) quien en su estudio utilizó como testigo arilos de granada variedad ‘Española’ en bolsas perforadas, conservados a 5°C, las cuales al día 7 presentan una mayor pérdida de masa que el resto de los tratamientos (Tarrina = 0,25%; BB4= 0,05%; Bolsa perforada= 1,87%). Muñoz (2009) trabajó con arilos de granada variedad ‘Wonderful’ en diferentes envases, conservados a 5°C por 11 días, siendo también aquellos envases con perforaciones los que presentaron una mayor pérdida de masa (BB4= 0,16%; EVA= 0,19%; EVA perforado= 0,38%). Tapia (1999) en el día 14 presentó pérdidas de masa de hasta 5,2% promedio en arilos de granada variedad ‘Wonderful’, almacenados a 4°C en bolsas perforadas, siendo esta pérdida mayor a la de los otros tratamientos (BB4= 0,35%; BE= 0,26%).

Análisis microbiológico

Recuento de aerobios mesófilos. Durante el tiempo de almacenamiento, no hubo aumento significativo de microorganismos aerobios mesófilos en ninguno de los tratamientos (Figura 13).

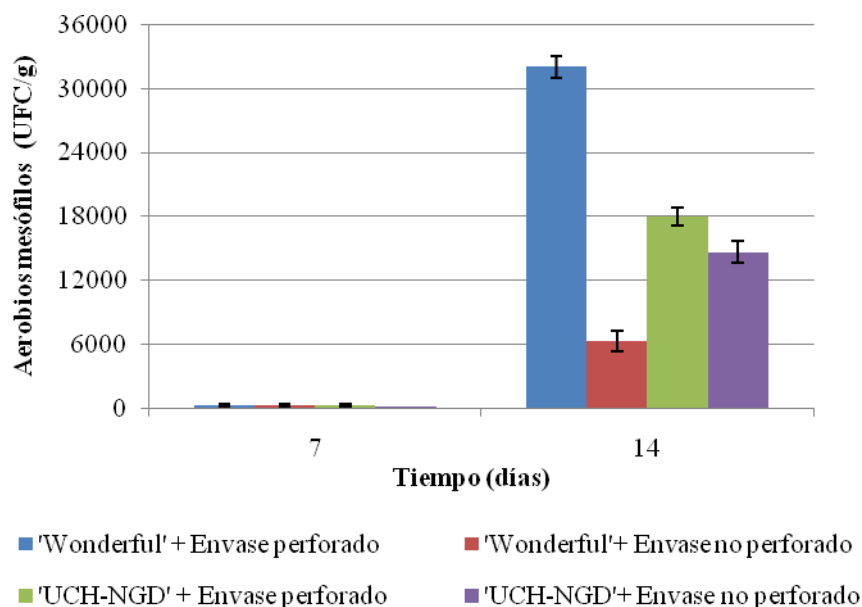


Figura 13. Recuento de aerobio mesófilos (RAM) en arilos de granada variedad ‘Wonderful’ y del clon ‘UCH-NGD’, conservados a $5\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ y $90\pm 5\%$ HR en distintos envases. Los valores son la media ($n=3$) \pm EE. No se presentaron diferencias significativas entre los tiempos ($p\leq 0,05$).

Luego de 7 días, los arilos sanitizados y expuestos a las condiciones de este estudio presentaron un recuento de $3,3 \times 10^2$ UFCg⁻¹ en ‘Wonderful’ en ambos envases, de $3,0 \times 10^2$

UFCg⁻¹ en 'UCH-NGD' en envases perforados y de $2,1 \times 10^2$ UFC g⁻¹ en 'UCH-NGD' en envases sin perforaciones. El día 14 no se registraron diferencias influenciadas por ninguno de los factores de estudio, ni interacción entre estos (Apéndice V). Los tratamientos en envases perforados mostraron los valores más altos de recuentos de aerobios mesófilos pero no se reflejaron en diferencias significativas.

Todos estos valores obtenidos son considerados "aceptables" por el Reglamento Sanitario de los Alimentos de Chile, para microorganismos aerobios mesófilos en frutas y otros vegetales comestibles pre-elaborados, listos para el consumo, en que se establece como límite máximo 5×10^5 UFCg⁻¹ para que el alimento sea aceptable (Ministerio de Salud Chile, 2009) (ANEXO II) (Apéndice V).

López-Rubira *et al.* (2005), señalaron que arilos de granada mínimamente procesados variedad 'Mollar de Elche', tratados con NaClO (100 mg L⁻¹) y ácido cítrico (5%) por 2 minutos y luego tratados con radiación UV-C tuvieron una vida útil de 10 a 12 días, con recuentos de hasta 1×10^7 UFC g⁻¹. Muñoz (2009) reportó recuentos de aerobios mesófilos por debajo del límite permitido por el Reglamento Sanitario de los Alimentos por hasta 11 días para arilos de variedad 'Wonderful' mínimamente procesados.

Microorganismos psicrófilos. No se registró aumento significativo de microorganismos psicrófilos durante la conservación refrigerada (Figura 14).

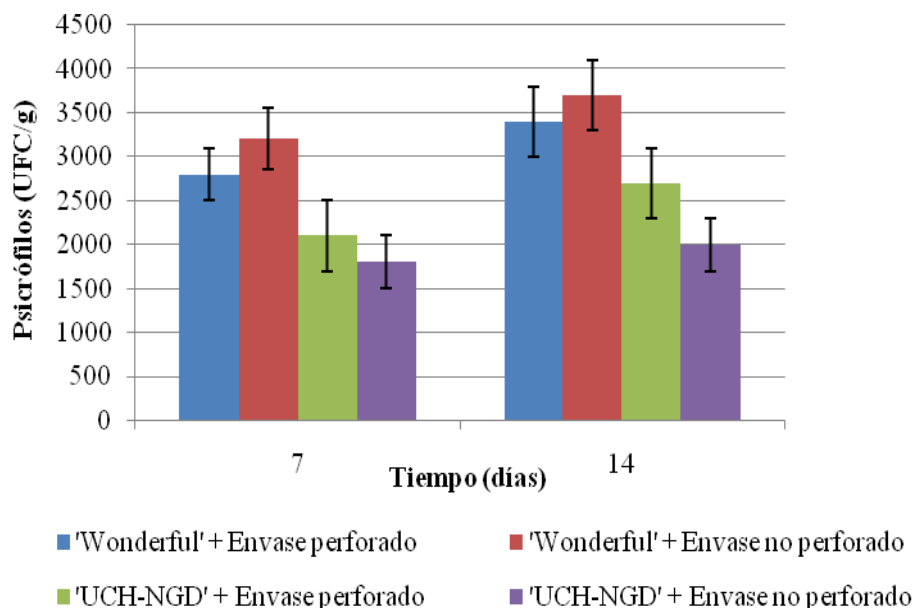


Figura 14. Recuento de microorganismos psicrófilos en arilos de variedad 'Wonderful' y del clon 'UCH-NGD', conservados a $5 \pm 0,5^\circ\text{C}$ y $90 \pm 5\%$ HR en distintos envases. Los valores son la media ($n=3$) \pm EE. No se presentaron diferencias significativas entre los tiempos ($p \leq 0,05$).

El día 7, los tratamientos registraron valores de $1,8 \times 10^3$ a $3,2 \times 10^3$ UFC g^{-1} , sin existir diferencias entre tratamientos influenciadas por ninguno de los factores de estudio, ni por la interacción entre éstos. Esto se repitió el día 14, en que no se superó las $3,7 \times 10^3$ UFC g^{-1} (Apéndice V).

López-Rubira *et al.* (2005) en su recuento de microorganismos psicrófilos en arilos de granada mínimamente procesados concluyeron que el tratamiento de NaClO adicionado a distintas dosis de radiación UV-C reduce el conteo de microorganismos psicrófilos inmediatamente después del procesado, y que luego de 13 días de almacenamiento el recuento de microorganismos con respecto al día 0 fue mayor (no indica valores). Berbesí *et al.* (2006) registraron medias de $2,8 \times 10^7$ UFC g^{-1} en melones mínimamente procesados y almacenados a $4^{\circ}C$ por 5 días.

Barry-Ryan *et al.* (1998) indicaron que el ácido cítrico, entre otros ácidos orgánicos, ha sido descrito como un fuerte agente antimicrobiano contra microorganismos mesófilos y psicrófilos. Por lo tanto, el contenido de ácido cítrico (cerca a 1,0 %) de los frutos de granada (El-Nemr *et al.*, 1990) podría haber influido en los bajos recuentos de este tipo de microorganismos.

Enterobacterias. No se registraron aumentos significativos en los recuentos de enterobacterias, en ninguno de los tratamientos en el tiempo de almacenamiento refrigerado (Figura 15).

El día 7, los arilos de granada de variedad ‘Wonderful’ en envases perforados presentaron recuentos de $3,5 \times 10^3$ UFC g^{-1} , mientras que en envases sin perforaciones presentaron $2,7 \times 10^3$ UFC g^{-1} . Los tratamientos de ‘UCH-NGD’ en envases con y sin perforaciones registraron recuentos de $4,9 \times 10^3$ UFC g^{-1} y $4,6 \times 10^3$ UFC g^{-1} . El día 14 no hubo aumentos significativos en los recuentos de enterobacterias en ninguno de los tratamientos, promediando $5,6 \times 10^3$ UFC g^{-1} , sin existir diferencias significativas dadas por los factores de estudio ni interacción de factores (Apéndice V).

Los recuentos obtenidos los días 7 y 14 se mantuvieron por debajo del límite máximo permitido por el Reglamento Sanitario de los Alimentos de Chile para enterobacterias en frutas y otros vegetales comestibles pre-elaborados, listos para el consumo, en que se establece como límite máximo 5×10^4 UFC g^{-1} para que el alimento sea aceptable (Ministerio de Salud Chile, 2009) (Anexo II) (Apéndice IV). Bajo este criterio, los recuentos de enterobacterias obtenidos los días 7 y 14 son considerados “aceptables”.

Muñoz (2009) no registró recuentos de enterobacterias en arilos de granada mínimamente procesadas de variedad ‘Wonderful’; para la variedad ‘Chiza’ registró $4,5 \times 10^2$ UFC g^{-1} , también catalogadas como “aceptable” por la legislación chilena.

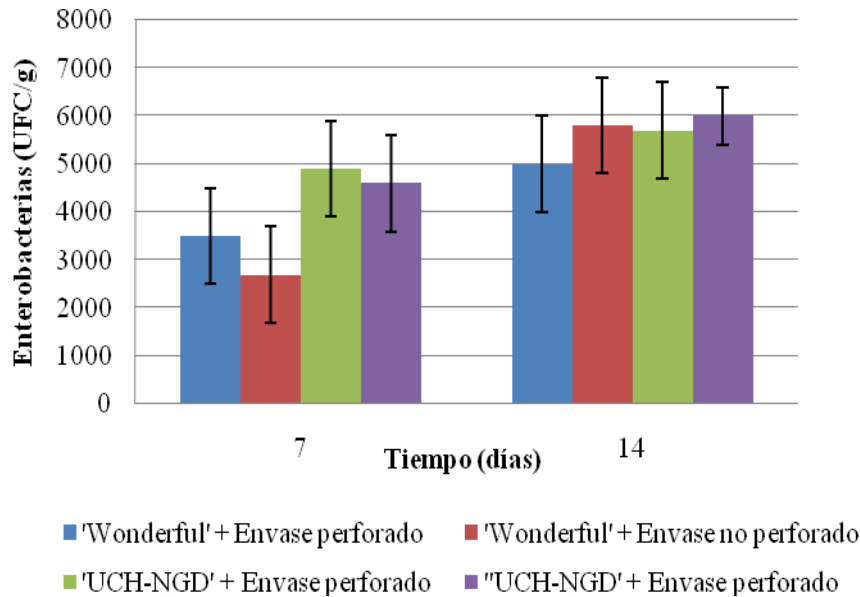


Figura 15. Recuento de enterobacterias en arilos de granada variedad 'Wonderful' y del clon 'UCH-NGD', conservados a $5\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ y $90\pm 5\%$ HR en distintos envases. Los valores son la media ($n=3$) \pm EE. No se presentaron diferencias significativas entre los tiempos ($p\leq 0,05$).

Salmonella. De los arilos de granadas de variedad 'Wonderful' y del clon 'UCH-NGD', muestreados a través de las pruebas microbiológicas correspondientes a los días 7 y 14, en el Agar *Salmonella-Shigella* (SS), no se detectó la presencia de colonias sospechosas.

Si bien no se registró presencia de *Salmonella*, cabe destacar que el Reglamento Sanitario de los Alimentos de Chile para *Salmonella* en frutas y otros vegetales comestibles pre-elaborados, listos para el consumo establece en cero el límite por el cual o por debajo del cual el alimento no presenta riesgo para la salud (Ministerio de Salud Chile, 2009) (Anexo II).

Staphylococcus aureus. No se detectó la presencia de *S. aureus* en los arilos de granada de ninguno de los tratamientos durante las mediciones correspondientes a los días 7 y 14. El Reglamento Sanitario de los Alimentos de Chile para *S. aureus* en frutas y otros vegetales comestibles pre-elaborados, listos para el consumo, establece como límite máximo 10^2 UFCg⁻¹ para que un alimento sea aceptable (Ministerio de Salud Chile, 2009) (Anexo II).

Hongos. No se registraron aumentos significativos en los recuentos de hongos en ninguno de los tratamientos durante el almacenamiento refrigerado de los arilos de granada de variedad 'Wonderful' y del clon 'UCH-NGD' en diferentes envases (Figura 16).

El día 7, los arilos de granada de la variedad ‘Wonderful’ en envases con perforaciones presentaron $5,0 \times 10^3$ UFC g^{-1} mientras que en envases sin perforaciones registraron recuentos de $3,3 \times 10^3$ UFC g^{-1} . Los arilos del clon ‘UCH-NGD’ en envases con perforaciones registraron $2,5 \times 10^3$ UFC g^{-1} y $7,9 \times 10^2$ UFC g^{-1} en envases sin perforaciones. El día 14, no se registraron aumentos significativos respecto al día 7, tampoco hubo diferencias significativas entre tratamientos relacionadas con los factores de estudio ni interacción entre estos (Apéndice V).

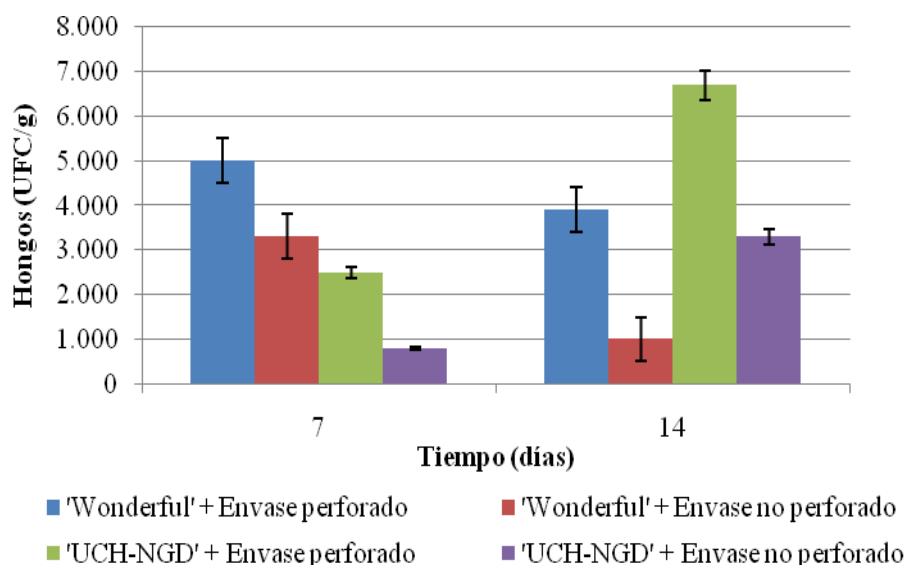


Figura 16. Recuento de hongos en arilos de variedad ‘Wonderful’ y del clon ‘UCH-NGD’, conservados a $5 \pm 0,5^\circ\text{C}$ y $90 \pm 5\%$ HR en distintos envases. Los valores son la media ($n=3$) \pm EE. No se presentaron diferencias significativas entre los tiempos ($p \leq 0,05$).

Mercado *et al.* (2007) no registró presencia de hongos en el tiempo transcurrido en su estudio sobre mínimo proceso en granadas rojas. Por el contrario, Muñoz (2009) registró presencia de hongos pertenecientes a los géneros *Rhizoctonia sp.*, *Geotrichum sp.*, *Chalara sp.* y *Penicillium sp.* Por su parte, Gil *et al.* (1996b) señalaron que bajo condiciones de mínimo proceso para arilos de granada no se registró presencia de hongos durante 7 días de almacenamiento.

Levaduras. Durante el almacenamiento refrigerado de los arilos de granada, se registró un aumento significativo durante el día 14 en los recuentos de levaduras de los tratamientos en que se utilizó envases con perforaciones (Figura 17).

Durante las mediciones del día 7, los arilos de variedad ‘Wonderful’ en envases con y sin perforaciones registraron $2,6 \times 10^3$ y $4,4 \times 10^3$ UFC g^{-1} , respectivamente. Los arilos del clon ‘UCH-NGD’ en envases con perforaciones registraron $3,6 \times 10^3$ UFC g^{-1} y en envases sin perforaciones $5,5 \times 10^3$ UFC g^{-1} . No hubo diferencias significativas entre tratamientos relacionadas con los factores de estudio ni interacción entre éstos (Apéndice V).

El día 14 hubo diferencias entre los tratamientos dadas por el tipo de envase utilizado. Los arilos de variedad ‘Wonderful’ y del clon ‘UCH-NGD’ en envases con perforaciones presentaron un mayor recuento de levaduras ($9,1 \times 10^4$ y $4,3 \times 10^4$ UFC g^{-1} , respectivamente) que los tratamientos de ambos genotipos en envases sin perforaciones (Apéndice V).

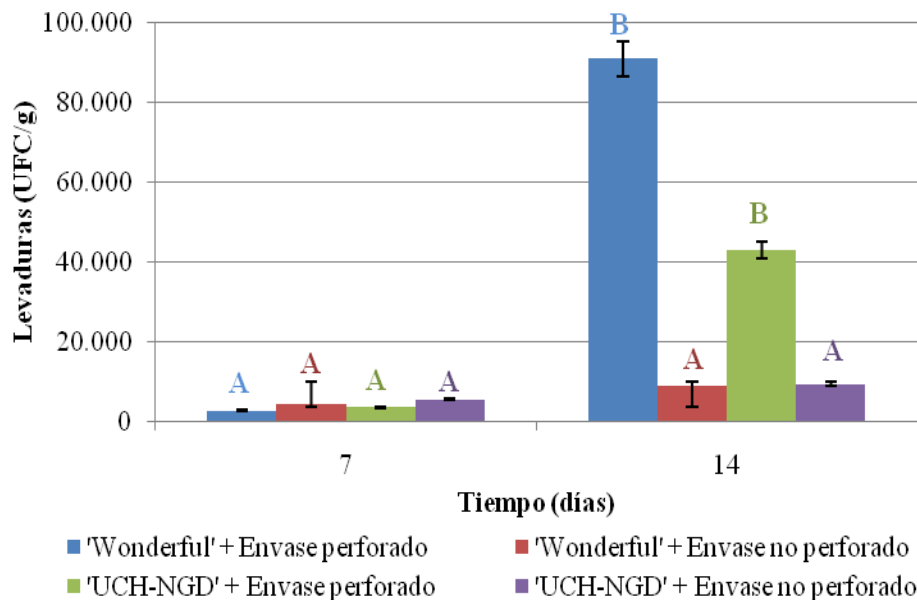


Figura 17. Recuento de levaduras en arilos de granada variedad ‘Wonderful’ y del clon ‘UCH-NGD’, conservados a $5 \pm 0,5^\circ C$ y $90 \pm 5\%$ HR en distintos envases. Los valores son la media ($n=3$) \pm EE. Letras mayúsculas diferentes en cada tratamiento indican diferencias significativas entre los tiempos ($p \leq 0,05$).

López-Rubira (2005) reportaron un mayor recuento de levaduras para el día 13 de su estudio (en promedio $6,3 \times 10^6$ UFC g^{-1}), indicando que se supera el límite máximo de levaduras recomendado de 1×10^5 UFC g^{-1} .

Debido a que el pH de las frutas es bajo, la microflora existente en ellas se limita, por lo general, a hongos y bacterias lácticas (Luna-Guzmán y Barret, 2000). Los bajos recuentos iniciales de estos microorganismos podrían haberse debido al efecto del hipoclorito de sodio utilizado en tres oportunidades, a diferentes concentraciones.

Evaluación sensorial

Apariencia. Durante el tiempo de conservación, la apariencia de los arilos de la variedad ‘Wonderful’ en envases con perforaciones se mantuvo hasta el día 7 y disminuyó el día 14. Los arilos del clon ‘UCH-NGD’ en envases sin perforaciones disminuyeron significativamente su apariencia el día 7 y se mantuvieron en esos valores el día 14. Los arilos de variedad ‘Wonderful’ en envases sin perforaciones y los del clon ‘UCH-NGD’ en envases con perforaciones no variaron en el tiempo de estudio (Figura 18 A).

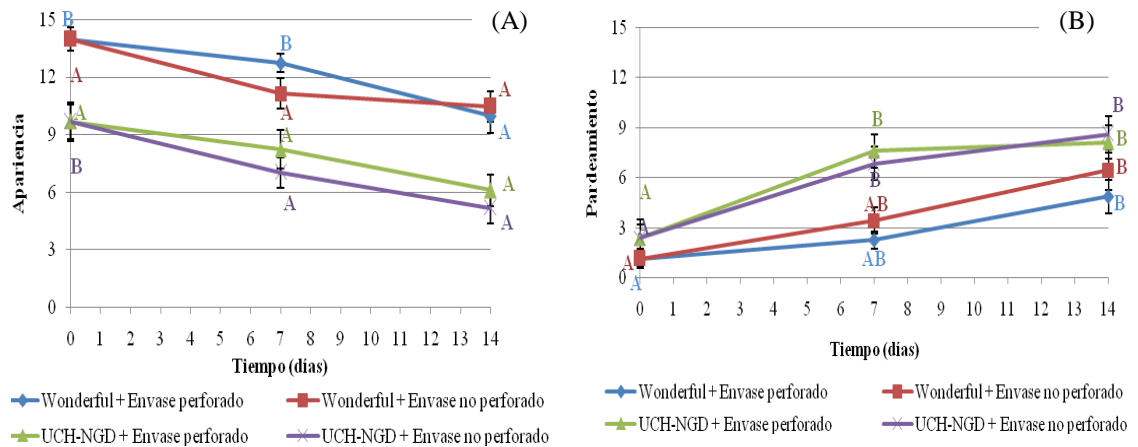


Figura 18. Evaluación sensorial de los arilos de granada almacenados en diferentes envases conservados a $5\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ y $90\pm 5\%$ HR. (A) Apariencia; (B) Pardeamiento. Los valores son la media ($n=12$) \pm EE. Letras mayúsculas diferentes en cada tratamiento indican diferencias significativas entre los tiempos ($p\leq 0,05$).

El día 0 la apariencia de los arilos de variedad ‘Wonderful’ fue calificada con valores significativamente mayores que los del clon ‘UCH-NGD’, presentando valores de 14,0 y 9,7 puntos, respectivamente. Los días 7 y 14 se observó un comportamiento similar, en donde las diferencias entre tratamientos estuvieron determinadas sólo por el genotipo y no por el envase, obteniendo mayores puntuaciones hacia el final del estudio los arilos de variedad ‘Wonderful’ (cercana a 12,2) que los de ‘UCH-NGD’ (cercana a 5,6) (Apéndice VI).

Pardeamiento. Durante el almacenamiento, los arilos del clon ‘UCH-NGD’ en ambos envases aumentaron significativamente su pardeamiento el día 7, manteniéndose hasta el día 14. Los arilos de la variedad ‘Wonderful’ durante las mediciones realizadas el día 14, presentaron un aumento significativo de pardeamiento respecto al día 0, pero no respecto al día 7 (Figura 18 B).

El día 0 no hubo diferencias significativas entre tratamientos, los arilos de variedad 'Wonderful' y los del clon 'UCH-NGD' en los diferentes envases puntuaron valores entre 1,1 y 2,7. El día 7 hubo diferencias significativas dadas por el genotipos y no por el tipo de envase, presentando el clon 'UCH-NGD' (7,2) mayor pardeamiento que la variedad 'Wonderful' (2,8). El día 14 los arilos del clon 'UCH-NGD' continuaron presentando mayor pardeamiento (cerca de 8,4), que los arilos de la variedad 'Wonderful' (5,7) (Apéndice VI).

La Figura 18 muestra que podría existir una relación inversa entre apariencia y pardeamiento, debido precisamente a que uno de los factores más influyentes en la apariencia de los frutos mínimamente procesados en fresco es el pardeamiento (Mery, 2011). Valladares (1999) registró en su estudio realizado en arilos de granada mínimamente procesadas, que el día 14, el pardeamiento aumentó y la apariencia disminuyó (ambos levemente). Tapia (1999) y Palma *et al.* (2009), no registraron aumento de pardeamiento en sus respectivas investigaciones.

Acidez. No hubo cambios de acidez en el tiempo para ninguno de los tratamientos en el tiempo (Figura 19 A). El día 0 no hubo diferencias significativas entre los tratameintos, presentando puntuaciones entre 8,1 y 9,3. De igual forma, durante las mediciones realizadas los días 7 y 14 no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos. (Apéndice VI).

Esto podría concordar con los resultados de las mediciones de pH y acidez titulable presentados anteriormente en que los parámetros mencionados no sufren grandes variaciones.

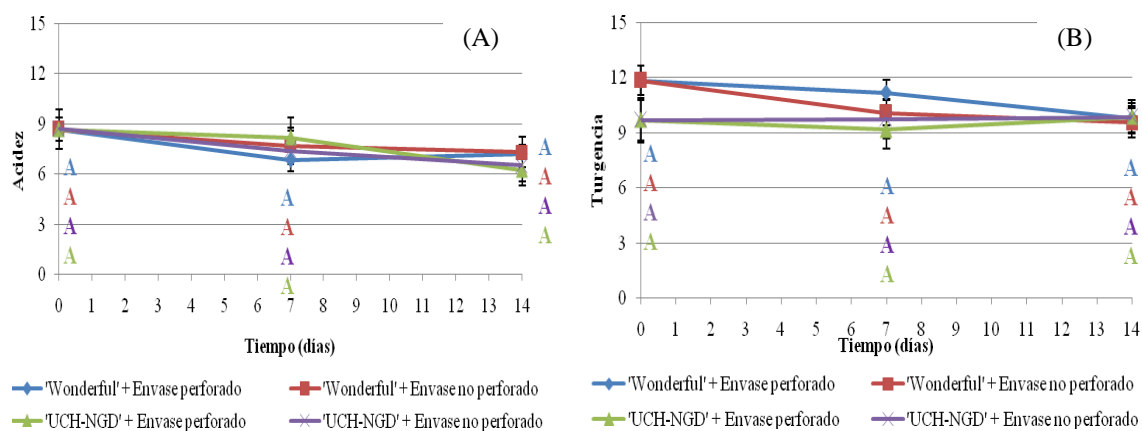


Figura 19. Evaluación sensorial de los arilos de granada almacenados en diferentes envases conservados a $5\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ y $90\pm 5\%$ HR. (A) Acidez; (B) Turgencia. Los valores son la media ($n=12$) \pm EE. Letras mayúsculas diferentes en cada tratamiento indican diferencias significativas entre los tiempos ($p\leq 0,05$).

Turgencia. No existieron diferencias significativas a través del tiempo en ninguno de los tratamientos (Figura 19 B). El día 0 no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos, presentando valores de entre 9,5 a 12 puntos. El día 7 la turgencia tampoco presentó diferencias significativas entre tratamientos puntuando valores cercanos a 10,0. Lo mismo ocurrió el día 14 siendo calificados todos los tratamientos con puntuaciones cercanas a 9,8 (Apéndice VI).

Estas calificaciones de turgencia indicarían que el panel entrenado no percibió los cambios sufridos por deshidratación de los arilos, mayormente en envases con perforaciones (mediciones de pérdidas de masa). Esta situación también fue registrada por Muñoz (2010). Tapia (1999) no registró diferencias significativas al final de su estudio en el parámetro turgencia.

Intensidad de sabor. Durante la conservación refrigerada, los tratamientos en que se utilizó envases sin perforaciones no presentaron cambios significativos en el tiempo, a diferencia de los tratamientos en que se utilizó envases con perforaciones en los que existieron diferencias significativas. En el caso de los arilos de la variedad ‘Wonderful’, hubo una disminución en la intensidad del sabor luego de 14 días. Los arilos del clon ‘UCH-NGD’, presentaron una disminución significativa en la intensidad de sabor a partir del día 7 (Figura 20 A).

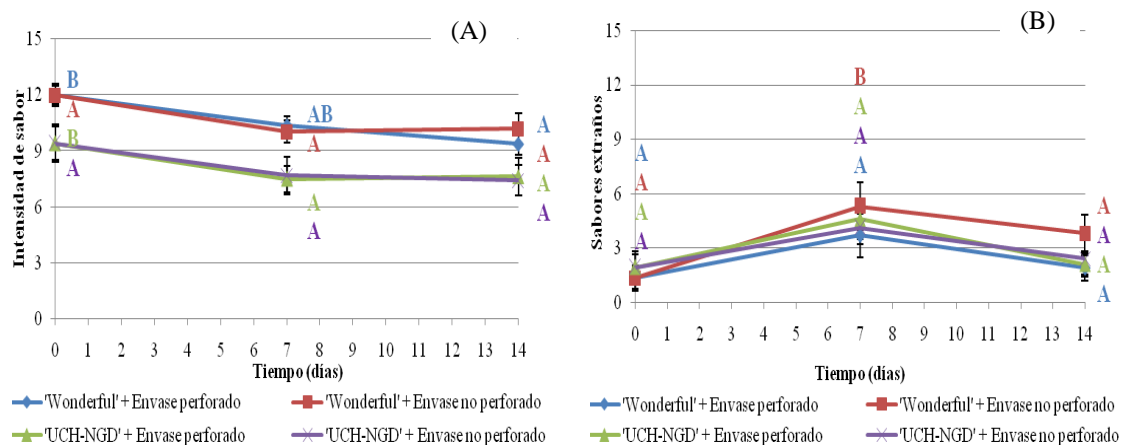


Figura 20. Evaluación sensorial de los arilos de granada almacenados en diferentes envases conservados a $5\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ y $90\pm 5\%$ HR. (A) Intensidad de sabor; (B) Sabores extraños. Los valores son la media ($n=12$) \pm EE. Letras mayúsculas diferentes en cada tratamiento indican diferencias significativas entre los tiempos ($p\leq 0,05$).

El día 0 la intensidad de sabor de los tratamientos no registró diferencias significativas, los arilos de variedad ‘Wonderful’ y los del clon ‘UCH-NGD’ fueron calificados con entre 9,0

y 12,0 puntos. Los días 7 y 14 tampoco se registraron diferencias significativas entre tratamientos (Apéndice VI).

Sabores extraños. Durante el tiempo de conservación, sólo los arilos de variedad ‘Wonderful’ presentaron aumento significativo de “sabores extraños” durante las mediciones realizadas el día 7, manteniéndose para el día 14, el resto de los tratamientos no presentaron variaciones en el tiempo (Figura 20 B).

El día 0 no hubo diferencias significativas entre los tratamientos, presentando los arilos de la variedad ‘Wonderful’ y los del clon ‘UCH-NGD’ calificaciones entre 1,1 y 2,1 puntos. Los días 7 y 14 tampoco hubo diferencias significativas entre los tratamientos (Apéndice VI).

El estudio realizado por Palma *et al.* no registró cambios en el sabor de los arilos de granada durante 10 días de almacenamiento refrigerado.

Aromas extraños. No se registraron variaciones de los tratamientos en el tiempo (Figura 21). El día 0 no se registraron diferencias significativas, presentando todos los tratamientos puntuaciones entre 1,9 y 2,4. Los días 7 y 14 tampoco se registraron diferencias significativas entre tratamientos (Apéndice VI).

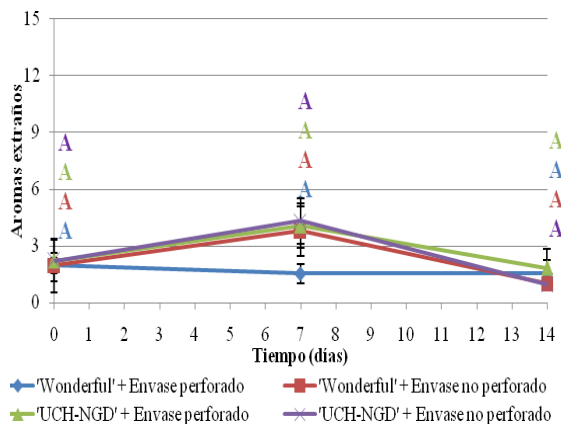


Figura 21. Evaluación sensorial de los arilos de granada conservados a $5\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ y $90\pm 5\%$ HR almacenados en diferentes envases. Aromas extraños. Los valores son la media ($n=12$) \pm EE. Letras mayúsculas diferentes en cada tratamiento indican diferencias significativas entre los tiempos ($p\leq 0,05$).

Muñoz (2010), Palma *et al.* (2009) y Valladares (1999) no registraron aromas extraños en sus respectivas investigaciones.

CONCLUSIONES

Bajo iguales condiciones de mínimo proceso, arilos de granada de variedad 'Wonderful' y 'UCH-NGD' tienen un comportamiento similar en lo que respecta a tasa respiratoria, porcentaje de sólidos solubles, acidez titulable, porcentaje de pérdida de masa y recuento de microorganismos.

Durante 14 días de conservación, la utilización de envases con perforaciones y sin éstas, influye más que el genotipo utilizado ('Wonderful', 'UCH-NGD') sobre parámetros como concentración de gases, pérdida de masa y porcentaje de sólidos solubles de los arilos, mientras que en parámetros como color de arilos, color de jugo de arilos y pH, dependen del genotipo utilizado más que del tipo de envase.

Los arilos de los genotipos estudiados podrían ser conservados en envases rígidos con una atmósfera cercana a la del aire durante 14 días a 5°C, sin afectar sus características microbiológicas.

Desde el punto de vista sensorial, los arilos de la variedad 'Wonderful' podrían ser comercializados hasta por 14 días, no así los del clon 'UCH-NGD', debido a la pérdida de características sensoriales (apariencia deficiente, incremento levemente alto de pardeamiento hacia los 14 días), pudiendo ser comercializados hasta 7 días. Independiente de que en ambos genotipos la calidad microbiológica sea aceptable hasta los 14 días.

BIBLIOGRAFÍA

- Artés, F., M. Gil y J. Martínez. 1997. Procedimiento para la conservación de semillas de granada en fresco. Oficina Española de Patentes y Marcas. Madrid.
- Artés, F., R. Villaescusa and J.A. Tudela. 2000. Modified Atmosphere Packaging of Pomegranate. *Journal of Food Science* 65 (7): 1112-1116.
- Artés-Hernández, F., E. Aguayo, P. Gómez y F. Artés. 2009. Productos vegetales mínimamente procesados o de la “cuarta gama”. *Horticultura internacional* 69: 52-57.
- Barry-Ryan, C. and D. O’Beirne. 1998. Quality and shelf-life of fresh-cut carrot slice as affected by slicing method. *Journal of Food Science*. 63: 851-856.
- Berbesí, M., R. Díaz, L.Guevara y M. Tapia. 2006. Calidad higiénica y patógenos asociados con melones mínimamente procesados expendidos en supermercados. Pp 47-54. *En: Proyecto XI.22: Desarrollo de tecnologías para la conservación de productos vegetales frescos cortados. I Simpósio Ibero-Americano de vegetales frescos cortados. San Pedro, Brasil.*
- Blach, D., J. Donado y M. Pinzón. 2010. Actividad de la peroxidasa y polifenoloxidasa en rodajas de carambolo (*Averrhoa carambola* L.) fresco cortado durante su almacenamiento en atmósfera modificada. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencia y Tecnología de Alimentos ACTA* 20 20: 34-42.
- Braverman, J. 1967. Oxidación biológica-emparedamiento enzimático. Pp 309-324. *En: Braverman, J. (Ed). Introducción a la bioquímica de los alimentos. Editorial Omega. Barcelona. 355p.*
- Cantwel, M. y T. Suslow. 2007. pp. 497-518. Sistemas de manejo de postcosecha: frutas y hortalizas precortadas (mínimamente procesadas). *En: A. Kader (Ed). Tecnología postcosecha de cultivos hortofrutícolas. Tercera edición. Universidad de California, Centro de información e investigación en tecnología postcosecha, California. 570p.*
- Carbonell-Barrachina, A. 2009. Aprovechamiento integral de la granada: zumos mermeladas, cuarta gama y suplementos dietéticos. Universidad Miguel Hernández. Orihuela, España. [En línea]
<http://www.cultura oasis.com/data/docs/Ponencia_Angel_Carbonell.pdf> [Consulta: 25 de abril de 2010]

- Crisosto, C., E. Mitcham y A. Kader. 2002. Granada. Recomendaciones para mantener la calidad postcosecha. Postharvest Technology. Research & Information Center. University of California. [En línea]
<<http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Espanol/Granada.shtml>> [Consulta: 10 de julio de 2010]
- Defilippi, B. y R. Campos. 2008. Postcosecha de frutas mínimamente procesadas. Tierra Adentro 71: 20-21.
- El-Nemr, S., I. Ismail and M. Ragab. 1990. Chemical composition of juice and seeds of pomegranate fruits. Die Nahrung. Department of Food Science, Faculty of Agriculture, Zagazig University, Zagazig, Egypt. 7: 601-606.
- Escalona, V. y L. Luchsinger. 2008. Una revisión sobre frutas y hortalizas mínimamente procesadas en fresco. Aconex 99: 23-28.
- Galletti, L., H. Berger y R. Aguirre. 2000. Estudio de postcosecha realizados en Chile para la exportación de granadas. Pp 182-192. En: Botti, C. (Ed). Simposio Internacional Cultivos frutales para zonas áridas. Escuela de Agronomía, Universidad de Chile. 232p.
- Gil, M., F. Artes and F. Tomas-Barberán. 1996. Minimal processing and modified atmosphere packaging effects on pigmentation of pomegranate seeds. Journal of Food Science 61(1): 161-165.
- Gil, M., J. Martínez and F. Artés. 1996b. Minimally processed pomegranate seeds. . Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie. Food Science and Technology 29: 708-713.
- Herrera, C., N. Bolaños y G. Lutz. 2003. Química de los alimentos: manual de laboratorio. Editorial de la Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 140p.
- INSTITUTO DE SALUD PÚBLICA DE CHILE. 1998. Manual de técnicas microbiológicas para alimentos y aguas. Ministerio de Salud. 95p.
- Kader, A. 2007. Biología y tecnología postcosecha: un panorama. pp 43-54. En: A. Kader (Ed). Tecnología postcosecha de cultivos hortofrutícolas. Tercera edición. Universidad de California, Centro de información e investigación en tecnología postcosecha. California, Estados Unidos. 570p.
- Kader, A. 2006. Postharvest biology and technology of pomegranates. Pp 211-220. In: Seeram, N., R. Schulman and D. Heber (Ed). Pomegranates: Ancient roots to modern medicine. Tayloy & Francis Group. Government works. United States of America. 244p.
- Lavin, A. 2004. Granada (*Punica granatum* L.). pp 117-124. En: Lavin, A y K. Matsuya (Ed). Frutales: Especies con potencial en el secano interior. Boletín INIA 120. Instituto de Investigación Agropecuaria, Gobierno de Chile. 149p.

López, E. y E. Mercado. 2005. Cambios fisiológicos y de calidad en guayaba mínimamente procesada. Pp 41-46. *En*: Proyecto XI.22: Desarrollo de tecnologías para la conservación productos vegetales frescos cortados. Simposium Nuevas tecnologías de conservación y envasado de frutas y hortalizas. Vegetales frescos cortados. La Habana, Cuba.

López-Rubira, V., A. Conesa, A. Allende and F. Artés. 2005. Shelf life overall quality of minimally processed pomegranate arils modified atmosphere packaged and treated with UV-C. *Postharvest Biology and Technology* 37: 174-185.

Lozano, J., R. Drudis-Biscarri and A. Ibarz-Ribas. 1994. Enzymatic browning in apple pulps. *Journal of Food Sciences and Nutrition* 59 (3): 564- 567.

Luna-Guzmán, I. and D. Barret. 2000. Comparison of calcium chloride and calcium lactate effectiveness in maintaining shelf stability and quality of fresh-cut cantaloupes. *Postharvest Biology and Technology* 19:61-72.

Mars, M. 1995. Pomegranate Descriptors. Institut des Régions Arides 4119; [Modificado y Ampliado] Melgarejo, P., A. Amorós. y R. Martínez. 1996. Valencia, España.

Melgarejo, P. 2008. Fruticultura alternativa para zonas áridas y semiáridas. Nuevas técnicas para el ahorro de agua y energía. Universidad Miguel Hernández. Orihuela, España. [En línea] <http://www.cultura oasis.com/data/ponencias/Microsoft_Word_-_Pablo_Melgarejo-res+pon-FrutAlterZonasAridas.pdf> [Consulta: 22 de junio de 2011]

Melgarejo, P. y R. Martínez. 1992. El granado. Departamento de Producción Vegetal E.U.I.T.A. de Orihuela. Universidad Politécnica de Valencia. Ediciones Mundiprensa, Madrid, España. 163p.

Mercado, E., L. Rocha, B. Álvarez y C. Mondragón. 2007. Procesado mínimo de granada roja. Efectos de calidad de materia prima, forma y temperatura de almacenamiento en la calidad microbiológica y fisicoquímica. Pp 849-861. *En*: V Congreso Iberoamericano de tecnología postcosecha y agroexportaciones. Cartagena, Murcia, España. Mayo 29 – Junio 1, 2007. Universidad Politécnica de Cartagena. Cartagena, Murcia, España. [En línea] <<http://www.horticom.com/pd/imagenes/69/916/69916.pdf>> [Consulta: 22 de junio de 2011]

Mery, L. 2011. Evaluación de distintas técnicas de postcosecha para prolongar la vida útil de peras mínimamente procesadas. Tesis Magister Ciencias Agropecuarias, Mención Producción Agroindustrial. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Santiago. 212p.

MINISTERIO DE SALUD, Chile. 2009. Reglamento Sanitario de los Alimentos. Decreto Supremo N° 977/96.

[En línea] <http://www.redsalud.gov.cl/portal/url/page/minsalcl/g_proteccion/g_alimentos/reglamento_sanitario_alimentos.html> [Consulta: 08 de junio de 2010]

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

Morton, J. 1987. Pomegranate. Pp 352-355. *In: Fruits of warm climates*. Florida, Estados Unidos.

[En línea] <<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/pomegranate.htm#cultivarsf>> [Consulta: 23 de abril de 2010]

Muñoz, V. 2009. Uso de antipardeantes y películas plásticas en arilos de granada (*Púnica granatum* L.), a partir de frutas almacenadas en condiciones refrigeradas. Memoria de título Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Santiago 59p.

Oms-Oliu, G., R. Soliva-Fortuny and O. Matrn-Belloso. 2008. Edible coatings with antibrowning agents to maintain sensory quality and antioxidant properties of fresh-cut pears. *Postharvest Biology and Technology* 50:87-94.

Palma, A., M. Schirra, S. D'Aquino, S. La Malfa and G. Continella. 2009. Chemical properties changes in pomegranate seeds packaged in polypropylene Trays. *In: Proc. Ist IS on Pomegranate*. Ed.: A.I. Özgüven. *Acta Horticulturae* 818 323-330.

Pérez, J., V. Lafuente y M., Toledano. 2008. Diseño de productos envasados frescos. *Revista horticultura global*. 286 64:66. [En línea]

<<http://www.horticom.com/revistasonline/horticultura/rhg286/rhg286.pdf>> [Consulta: 22 de junio de 2011]

Prat, L. y C. Botti. 2002. El granado. Serie Ciencias Agronómicas. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 66p.

Rivera-López, J., F. Vásquez-Ortiz, J. Ayala-Zavala y G. González-Aguilar. 2005. Efecto del corte y la temperatura de almacenamiento en la calidad de papaya fresca cortada (*Carica papaya* L. cv. "Maradol"). *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*. 6(2): 83-94.

Roy, S. and D. Waskar. 1997. Pomegranate. Pp 365-374. *In: Mitra, S. (Ed). Postharvest physiology and storage of tropical and subtropical fruits*. West Bengal, India.

Saavedra del Aguila, J., F. Fumi, L. Sichmann, E. Marcos, P. Jacomino and R. Kluge. *Postharvest Biology and Technology* 40: 149-154.

Selke, S. 1997. Understanding plastics packaging technology. Hensler/Gardner Publications, Inc. Michigan. 206p.

Sepúlveda, E., L. Galletti, C. Sáenz and M. Tapia. 1998. Minimal processing of pomegranate var. Wonderful. *In*: Melgarejo-Moreno, P., J.J. Martinez-Nicolas and J. Martínez (Ed). Production, processing and marketing of pomegranate in the Mediterranean region: Advances in research and technology. Options méditerranéennes serie A: Séminaires Méditerranéennes (42):237-242.

Schlimme, D. 1995. Marketing lightly processed fruits and vegetables. *HortScience* 30(1) 15: 17.

Schlimme, D. y M. Rooney. 1997. Envasado de frutas y hortalizas mínimamente procesadas. Pp 131-178. *En*: Wiley, R. (Ed). Frutas y hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España.

Sudzuki, F., B. Defilippi y A. Echeverría. 1997. El cultivo del granado. *El Campesino* 128 (1): 31-33.

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

Teixeira, G., B. Duringa y O. Rossi. 2001. Processamento mínimo de mamão “Formosa”. *Ciência e Tecnología de Alimentos* 21 (1): 47-50.

Valladares, C. 1999. Efecto de la fecha de cosecha y tres tipos de envases en la conservación de frutos de granado (*Punica granatum* L.) variedad Española mínimamente procesados. Tesis de Magister en Ciencias Agropecuarias. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Santiago. 45p.

Vargas, L., J. Tamayo, A. Centurión, E. Tamayo, C. Saucedo y E. Sauri. 2010. Vida útil de pitahaya (*Hylocereus undatus*) mínimamente procesada. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha* 11(2): 154-161.

Varoquaux, P. y R. Wiley. 1997. Cambios biológicos y bioquímicos en frutas y hortalizas refrigeradas mínimamente procesadas. Pp 221-262. *En*: Wiley, R. (Ed). Frutas y hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España. 362p.

Voosen, P. and D. Silver. 2000. Growing Temperate Tree Fruits and Crop in the Home Garden. [En línea] <http://homeorchard.ucdavis.edu/plant_pomegranate.pdf> [Consulta: 23 de abril de 2010]

Wiley, R. 1997. Frutas y hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España. 362p.

Wills, R., B. Mc Glasson, D. Graham y D. Joyce. 1998. Introducción a la fisiología y manipulación poscosecha de frutas, hortalizas y plantas ornamentales. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España. 240p.

Yurena, M., G. Lobo y M. González. 2005. Evaluación de la aptitud de dos cultivares de papaya (Baixinho do Santa Amalia y Moradol) al procesado mínimo. Pp 135-140. *En*: Proyecto XI.22: Desarrollo de tecnologías para la conservación de vegetales frescos cortados. Simposium Nuevas tecnologías de conservación y envasado de frutas y hortalizas. Vegetales frescos cortados. La Habana, Cuba.

ANEXOS

Anexo I

Descriptores de Granada de Mars (1995)

Color de las semillas (aspecto visual) (seeds colors)

- 1 – Blanquecino (white)
- 2 – Rosa claro (rose-white)
- 3 – Rosa (rose)
- 4 – Rosa intenso (dark-rose)
- 5 – Rosa-rojizo (rose-red)
- 6 – Rojo (red)
- 7 – Rojo intenso (very red)

Anexo II

FRUTAS Y VERDURAS (Incluyendo papas, leguminosas, champiñones, frutos de cáscara y almendras)**FRUTAS Y OTROS VEGETALES COMESTIBLES PRE-ELABORADOS, LISTOS PARA EL CONSUMO**

Parámetro	Plan de muestreo				Límite por gramo	
	Categoría	Clases	N	c	M	M
RAM	6	3	5	1	5×10^4	5×10^5
Enterobacteriaceas	6	3	5	1	5×10^3	5×10^4
E.coli	6	3	5	1	10	102
S.aureus	6	3	5	1	10	102
Salmonella en 25 g	10	2	5	0	0	---

n: número de unidades de muestras a ser examinadas; m: valor del parámetro microbiológico para el cual o por debajo del cual el alimento no representa un riesgo para la salud; c: número máximo de unidades de muestra que puede contener un número de microorganismos comprendidos entre “m” y “M” para que el alimento sea aceptable; M: valor del parámetro microbiológico por encima del cual el alimento representa un riesgo para la salud. **Grados de calidad.** La clase “aceptable” tiene como límites 0 y m; la clase “medianamente aceptable” tiene como límites m y M, y la “rechazable” aquellos valores superiores a M. (Reglamento Sanitario de los Alimentos, Ministerio de Salud Pública, Chile, 1997).

Anexo III

ANEXO III: Pauta no estructurada utilizada para la Evaluación de Calidad

EVALUACIÓN DE CALIDAD DE ARILOS

Nombre: _____ Fecha: _____

Instrucciones: Por favor indique con una línea vertical sobre la horizontal, el punto que mejor describa la intensidad de su sensación para cada una de las siguientes características:

1. APARIENCIA	

0	15
Muy mala	Excelente
2. PARDEAMIENTO	

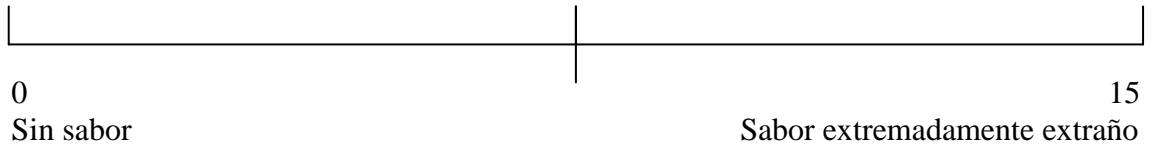
0	15
Sin pardeamiento	Extremadamente pardeado
3. ACIDEZ	

0	15
Sin acidez	Extremadamente ácido
4. TURGENCIA	

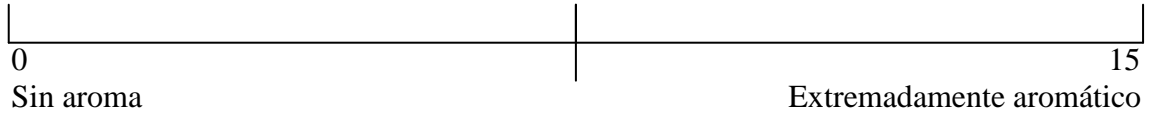
0	15
Sin turgencia	Extremadamente turgente
5. INTENSIDAD DE SABOR	

0	15
Sin sabor	Sabor extremadamente intenso

6. SABORES EXTRAÑOS



7. AROMAS EXTRAÑOS



Comentarios

APÉNDICES

Apéndice I

Procesamiento granadas



Figura 1. Pelado y desgrane



Figura 2. Selección arilos



Figura 3. Envasado de arilos



(A)

(B)

Figura 4. Arilos en envases contenedores. (A) Envases de poliéster sin perforaciones; (B) Envase de polipropileno perforado (4%)

Apéndice II

Análisis microbiológicos previos a la sanitización, caracterización de materia prima

Análisis microbiológico de arilos variedad 'Wonderful' y clon 'UCH-NGD' previo a sanitización con hipoclorito de sodio (100 mg L^{-1}) (UFC g^{-1}).

Microorganismo	Genotipos	
	'Wonderful'	'UCH-NGD'
RAM	$5,5 \times 10^3$	$2,2 \times 10^4$
Psicrófilos	$3,1 \times 10^3$	$2,5 \times 10^3$
Enterobacterias	$5,9 \times 10^4$	$7,8 \times 10^4$
Salmonella sp.	Ausencia	Ausencia
S. aureus	Ausencia	Ausencia
Hongos	$8,3 \times 10^2$	$1,7 \times 10^2$
Levaduras	$1,7 \times 10^2$	$1,7 \times 10^2$

Análisis entre genotipos no presentaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Apéndice III

Tasa respiratoria de arilos de granada de variedad Wonderful y del clon UCH-NGD conservados en envases de vidrio por hasta 14 días

Genotipo	Tasa respiratoria				
	D0	D1	D3	D7	D14
Wonderful	2,9	1,9	1,9	2,3	2,4
UCH-NGD	3,0	2,2	2,3	2,3	2,7

Análisis entre genotipos para cada momento de conservación no presentaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Apéndice IV. Promedios y resultados del análisis estadístico para los parámetros físicos y químicos medidos

Factores	% CO ₂				% O ₂			
	D1	D3	D 7	D 14	D1	D3	D 7	D 14
A (Genotipo)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.
Wonderful	0,7	0,8	1,0	1,0	20,3 a	20,3	20,3	20,0
UCH-NGD	0,7	0,8	0,9	1,0	20,6 b	20,4	20,3	20,0
B (Envases)	*	*	*	*	*	*	*	*
Con perforaciones	0,4 a	0,5 a	0,6 a	0,7 a	20,5 b	20,5 b	20,4 b	20,3 b
Sin perforaciones	1,0 b	1,1 b	1,2 b	1,3 b	20,4 a	20,2 a	20,2 a	19,6 a
Interacción								
A (Genotipo)	B (Envases)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Wonderful	Con Perforaciones	0,4	0,5	0,7	0,7	20,5	20,5	20,4
Wonderful	Sin Perforaciones	1,0	1,1	1,3	1,3	20,2	20,2	20,1
UCH-NGD	Con Perforaciones	0,4	0,5	0,6	0,7	20,6	20,5	20,4
UCH-NGD	Sin Perforaciones	1,1	1,0	1,2	1,3	20,5	20,3	20,3

*: existen diferencias significativas.

n.s.: no significativo ($p \leq 0,05$).

Letras minúsculas diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Apéndice IV. (continuación)

Factores	L		a		b		
	D 7	D 14	D 7	D 14	D 7	D 14	
A (Genotipo)	*	*	*	*	n.s.	*	
Wonderful	26,5 a	25,8 a	6,9 a	4,7 a	2,5	1,9 a	
UCH-NGD	28,0 b	29,1 b	9,0 b	9,9 b	2,5	2,7 b	
B (Envases)	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	
Con perforaciones	27,5	27,6	8,6 b	7,3	2,6	2,3	
Sin perforaciones	27,1	27,3	7,3 a	7,3	2,4	2,3	
Interacción							
A (Genotipo)	B (Envases)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Wonderful	Con Perforaciones	26,5	25,6	7,1	4,2	2,6	1,8
Wonderful	Sin Perforaciones	26,6	26,0	6,7	5,1	2,4	2,0
UCH-NGD	Con Perforaciones	28,5	29,6	10,1	10,4	2,7	2,9
UCH-NGD	Sin Perforaciones	27,6	28,5	8,0	9,4	2,3	2,6

*: existen diferencias significativas.

n.s.: no significativo ($p \leq 0,05$).

Letras minúsculas diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Apéndice IV. (continuación)

Factores	% ss		pH		
	D 7	D 14	D 7	D 14	
A (Genotipo)	n.s.	n.s.		*	
Wonderful	13,3	13,8	3,6	3,5 a	
UCH-NGD	13,1	13,8	3,7	3,6 b	
B (Envases)	n.s.	*		n.s.	
Con perforaciones	13,2	14,0 b	3,7	3,6	
Sin perforaciones	13,2	13,5 a	3,7	3,6	
Interacción					
A (Genotipo)	B (Envases)	n.s.	n.s.	*	n.s.
Wonderful	Con Perforaciones	13,4	13,9	3,7 b	3,5
Wonderful	Sin Perforaciones	13,3	13,6	3,6 a	3,5
UCH-NGD	Con Perforaciones	13,1	14,1	3,7 b	3,6
UCH-NGD	Sin Perforaciones	13,1	13,4	3,7 b	3,6

*: existen diferencias significativas.

n.s.: no significativo ($p \leq 0,05$).

Letras minúsculas diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Apéndice IV. (continuación)

Factores	Acidez titulable		% Pérdida de masa		
	D 7	D 14	D 7	D 14	
A (Ariilos)			n.s.	n.s.	
Wonderful	1,0	1,0	1,2	2,4	
UCH-NGD	0,9	1,0	1,3	2,6	
B (Envases)			*	*	
Con perforaciones	1,1	1,0	2,5 b	4,9 b	
Sin perforaciones	1,0	1,0	0,0 a	0,1 a	
Interacción					
A (Ariilos)	B (Envases)	*	*	n.s.	n.s.
Wonderful	Con Perforaciones	1,1 c	1,1 c	2,4	4,7
Wonderful	Sin Perforaciones	1,0 b	1,0 b	0,0	0,1
UCH-NGD	Con Perforaciones	1,0 b	1,0 b	2,5	5,1
UCH-NGD	Sin Perforaciones	0,9 a	0,9 a	0,0	0,1

*: existen diferencias significativas.

n.s.: no significativo ($p \leq 0,05$).

Letras minúsculas diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Apéndice V. Promedios y resultados del análisis estadístico para los parámetros microbiológicos medidos

Factores	RAM		Psicrófilos		Enterobacterias	
	D7	D14	D 7	D 14	D 7	D 14
A (Genotipo)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Wonderful	3,3x10 ²	1,9x10 ⁴	3,0x10 ³	3,5x10 ³	3,1x10 ³	5,4x10 ³
UCH-NGD	2,6x10 ²	1,7x10 ⁴	2,0x10 ³	2,4x10 ³	4,8x10 ³	5,6x10 ³
B (Envases)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Con perforaciones	3,2x10 ²	2,5x10 ⁴	2,5x10 ³	3,0x10 ³	4,2x10 ³	5,4x10 ³
Sin perforaciones	2,7x10 ²	1,1x10 ⁴	2,5x10 ³	2,9x10 ³	3,7x10 ³	5,9x10 ³
Interacción						
A (Genotipo)	B (Envases)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Wonderful	Con Perforaciones	3,3x10 ²	3,2x10 ⁴	2,8x10 ³	3,4x10 ³	5,0x10 ³
Wonderful	Sin Perforaciones	3,3x10 ²	6,3x10 ³	3,2x10 ³	3,7x10 ³	5,8x10 ³
UCH-NGD	Con Perforaciones	3,0x10 ²	1,8x10 ⁴	2,1x10 ³	2,7x10 ³	4,9x10 ³
UCH-NGD	Sin Perforaciones	2,1x10 ²	1,5x10 ⁴	1,8x10 ³	2,0x10 ³	6,0x10 ³

*: existen diferencias significativas.

n.s.: no significativo ($p \leq 0,05$).Letras minúsculas diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Apéndice V. (continuación)

Factores	Hongos		Levaduras		
	D7	D14	D 7	D 14	
A (Genotipo)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
Wonderful	$4,2 \times 10^3$	$2,4 \times 10^3$	$3,3 \times 10^3$	$5,0 \times 10^4$	
UCH-NGD	$1,6 \times 10^3$	$5,0 \times 10^3$	$4,6 \times 10^3$	$2,6 \times 10^4$	
B (Envases)	n.s.	n.s.	n.s.	*	
Con perforaciones	$3,8 \times 10^3$	$5,3 \times 10^3$	$3,1 \times 10^3$	$6,7 \times 10^4$ b	
Sin perforaciones	$2,0 \times 10^3$	$2,1 \times 10^3$	$4,8 \times 10^3$	$9,2 \times 10^3$ a	
Interacción					
A (Genotipo)	B (Envases)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Wonderful	Con Perforaciones	$5,0 \times 10^3$	$3,9 \times 10^3$	$2,6 \times 10^3$	$9,1 \times 10^4$
Wonderful	Sin Perforaciones	$3,3 \times 10^3$	$1,0 \times 10^3$	$4,4 \times 10^3$	$9,0 \times 10^3$
UCH-NGD	Con Perforaciones	$2,5 \times 10^3$	$6,7 \times 10^3$	$3,6 \times 10^3$	$4,3 \times 10^4$
UCH-NGD	Sin Perforaciones	$7,9 \times 10^3$	$3,3 \times 10^3$	$5,5 \times 10^3$	$9,3 \times 10^3$

*: existen diferencias significativas.

n.s.: no significativo ($p \leq 0,05$).Letras minúsculas diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Apéndice VI. Promedios y resultados del análisis estadístico para los parámetros sensoriales medidos.

Factores	Apariencia			Pardeamiento			Acidez					
	D0	D7	D14	D0	D 7	D 14	D0	D 7	D 14			
A (Ariolos)	*	*	*	n.s.	*	*	n.s.	n.s.	n.s.			
Wonderful	14,0 b	11,9 b	12,2 b	1,2	2,8 a	5,7 a	8,7	7,3	7,3			
UCH-NGD	9,7 a	7,6 a	5,6 a	2,4	7,2 b	8,4 b	8,7	7,8	6,4			
B (Envases)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.			
Con perforaciones	11,5	10,5	8,0	1,6	4,9	6,5	8,3	7,5	6,7			
Sin perforaciones	11,2	9,1	7,8	1,9	5,1	7,5	9,1	7,5	6,9			
Interacción												
A (Ariolos)	B (Envases)			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.			
Wonderful	Con Perforaciones			14,3	12,7	10,0	1,1	2,3	4,9	8,4	6,9	7,2
Wonderful	Sin Perforaciones			13,9	11,2	10,5	1,2	3,4	6,5	9,0	7,7	7,3
UCH-NGD	Con Perforaciones			9,9	8,2	6,1	2,1	7,6	8,1	8,1	8,1	6,2
UCH-NGD	Sin Perforaciones			9,7	7,0	5,2	2,7	6,9	8,6	9,3	7,4	6,5

*: existen diferencias significativas.

n.s.: no significativo ($p \leq 0,05$).Letras minúsculas diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Apéndice VI. (continuación)

Factores	Turgencia			Intensidad de sabor			Sabores extraños					
	D0	D7	D14	D0	D 7	D 14	D0	D 7	D 14			
A (Ariilos)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.			
Wonderful	11,9	10,6	9,7	12,0	10,2	9,8	1,3	4,5	2,9			
UCH-NGD	9,7	9,5	9,9	9,4	7,6	7,5	1,9	4,4	2,2			
B (Envases)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.			
Con perforaciones	10,8	10,2	9,8	11,0	8,0	8,5	1,6	4,2	2,0			
Sin perforaciones	10,8	9,9	9,7	10,4	8,9	8,8	1,6	4,7	3,1			
Interacción												
A (Ariilos)	B (Envases)			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.		
Wonderful	Con Perforaciones			12,0	11,2	9,8	12,0	10,4	9,4	1,5	3,7	1,9
Wonderful	Sin Perforaciones			11,7	10,1	9,6	11,8	10,0	10,2	1,1	5,3	3,8
UCH-NGD	Con Perforaciones			9,5	9,2	9,9	9,8	7,5	7,6	1,7	4,6	2,1
UCH-NGD	Sin Perforaciones			9,9	9,8	9,9	9,0	7,7	7,4	2,1	4,1	2,4

*: existen diferencias significativas.

n.s.: no significativo ($p \leq 0,05$).

Letras minúsculas diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Apéndice VI. (continuación)

Factores		Aromas extraños		
		D0	D7	D14
A (Ariolos)		n.s.	n.s.	n.s.
Wonderful		2,0	2,7	1,4
UCH-NGD		2,2	4,2	1,3
B (Envases)		n.s.	n.s.	n.s.
Con perforaciones		2,0	2,8	1,7
Sin perforaciones		2,3	4,1	1,0
Interacción				
A (Ariolos)	B (Envases)	n.s.	n.s.	n.s.
Wonderful	Con Perforaciones	1,9	1,5	1,5
Wonderful	Sin Perforaciones	2,3	3,8	1,0
UCH-NGD	Con Perforaciones	2,0	4,1	1,8
UCH-NGD	Sin Perforaciones	2,4	4,3	1,0

*: existen diferencias significativas.

n.s.: no significativo ($p \leq 0,05$).

Letras minúsculas diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

